

# ระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วย ด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

## The Weather Conditions Controlling System in a Cup Lump Rubber Drying Facility Through Internet of Things

ปฏิภม พลิตคมบำรุง<sup>1</sup>, ลัดดาวัลย์ หวังเจริญ<sup>2</sup>, อลงกรณ์ โถงโฉม<sup>3</sup> และ อมิตตา คล้ายทอง<sup>4\*</sup>

Patikamol Potikhambumrung<sup>1</sup>, Laddawun Wongcharen<sup>2</sup>,

Aroggon Thongchom<sup>3</sup> and Amitta Klaytong<sup>4\*</sup>

คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์<sup>1,2</sup>, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร<sup>3,4\*</sup>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก<sup>1,2,3,4\*</sup>

Faculty of Business Administration and Liberal Arts<sup>1,2</sup> Faculty of Agricultural Sciences and Technology<sup>3,4\*</sup>

Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok Campus<sup>1,2,3,4\*</sup>

E-Mail: amitta@rmul.ac.th

(Received: January 5, 2024; Revised: May 23, 2024; Accepted: June 4, 2024)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง 2) เปรียบเทียบการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบ 3) เปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา และ 4) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง โดยมีกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 ครัวเรือน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ด้วยโปรแกรม Arduino IDE เขียนด้วยภาษา C++ ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงอบยางพาราแบบอัตโนมัติ รวมทั้งมีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่าน Line Notify มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ไดอะแกรม และสถาปัตยกรรมระบบ 2) ผลการเปรียบเทียบการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบที่มีการควบคุมสภาพอากาศ โดยเวลาน้อยกว่าโรงอบที่ไม่มีการควบคุมสภาพอากาศ คิดเป็นร้อยละ 95.83 ส่งผลให้ราคายางพาราแบบก้อนถ้วยเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 42.86 3) ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา จะใช้ระยะเพียง 40 นาที ซึ่งทำให้ก้อนยางพารามีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และ 4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบ พบว่า ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 เนื่องจากระบบสามารถใช้งานง่าย ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และมีความปลอดภัยในการป้องกันไฟลัดวงจร

**คำสำคัญ :** เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง, ระบบควบคุมสภาพอากาศ, ยางพาราแบบก้อนถ้วย

### ABSTRACT

The objectives of this research are 1) to design and develop a climate control system in a cup lump rubber drying plant using Internet of Things technology, 2) to compare cup lump rubber drying in the facility, 3) to compare the duration of cup lump rubber drying affecting the moisture in rubber lump and 4) to study feedback on the weather control system in the facility by applying the Internet of Things. The target group for this research comprises rubber farmers from the Nong

Kathao sub-district, Nakhon Thai district, Phitsanulok province, totalling 30 households. Research statistics include frequency, percentage, mean, and standard deviation.

The results are as follows: 1) Designed and developed a weather control system in a cup lump rubber drying plant using the Internet of Things, applying Arduino IDE programming with the C++ language. The system can automatically control the temperature inside the rubber drying plant. There is also a temperature and relative humidity notification system via Line Notify. The system consists of two components: a hardware diagram and system architecture. 2) Compared cup lump rubber drying in the facility, which reduced drying time by 95.83% compared to a system without weather control, leading to a 42.86% increase in the price of cup lump rubber. 3) The duration of cup lump rubber drying was compared, affecting the moisture content in the rubber lump, achieving benchmark moisture content in 40 minutes of drying time. 4) Feedback study from users of the weather control system in the cup lump rubber drying facility using the Internet of Things revealed a high satisfaction level, with an average rating of 4.46 due to the system's ease of use, meeting user requirements, and safety measures to prevent circuit overloads.

**Keywords :** Internet of Things, Weather Conditions Controlling System, Cup Lump Rubber

## บทนำ

อุตสาหกรรมยางพาราเป็นอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย โดยการผลิตรายางพาราจำเป็นต้องควบคุมระดับความชื้นในก้อนยางให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เนื่องจากความชื้นสูงเกินไปจะทำให้ยางเสื่อมสภาพและเกิดเชื้อรา ขณะที่ความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้ยางแข็งและแตกร้าว ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง การควบคุมความชื้นในก้อนยางพารายังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิม โดยอาศัยประสบการณ์และการประเมินด้วยสายตาของพนักงาน ซึ่งขาดความแม่นยำและมีความแปรปรวนสูง นอกจากนี้ยังประสบปัญหาแรงงานที่ขาดทักษะและประสบการณ์ในการควบคุมความชื้น [1] ปัจจุบันมีแนวทางการช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวโดยได้นำแนวคิด Smart Farm หรือเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งเป็นการทำการเกษตรที่นำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการดูแลการเพาะปลูก ตั้งแต่กระบวนการผลิตเพื่อนำไปสู่การเกษตรเชิงธุรกิจ [2] สามารถควบคุมสภาพอากาศเพื่อให้ผลิตผลการเกษตรมีปริมาณที่เพียงพอและคุณภาพที่เหมาะสมต่อความต้องการของตลาด ตัวอย่างเช่น ตู้บ่มพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง, โรงเรือนต้นแบบ (สมาร์ทฟาร์ม), การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีที่ควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า เป็นต้น เพื่อการบริหารจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพและใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด จึงถือเป็นก้าวสำคัญของประเทศไทยในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของเกษตรกรรมสมัยใหม่หรือเกษตรอัจฉริยะที่เป็นรูปธรรม

ยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นสินค้าส่งออกอันดับ 1 ของโลก มีกำลังการผลิตยางพาราการส่งออกยางพาราเดือนมกราคม 2564 มีมูลค่า 11,754.80 ล้านบาท ปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.09 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน [3] ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากทอเลาะอาหารในส่วนเปลือกของต้นยางพารา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่าง ๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ตั้งแต่อุตสาหกรรมหนัก เช่น การผลิตรายางรถยนต์ ไปจนถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือน

ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่หนึ่งที่เกษตรกรประกอบอาชีพปลูกยางพารา จำนวนเนื้อที่ในการเพาะปลูกทั้งสิ้น 40,210 ไร่ [4] และขายยางพาราแบบก้อนถ้วยให้แก่ร้านรับซื้อ/โรงงาน ซึ่งความชื้นของยางพาราแบบก้อนถ้วยส่งผลต่อราคาขาย หากยางพาราแบบก้อนถ้วยมีความชื้นไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน จะขายได้ราคาต่ำ โดยเกษตรกรมีกรรมวิธีการอบยางพาราแบบก้อนถ้วย 2 วิธี คือ วิธีที่ 1

นำรถยนต์บรรทุกยางพาราแบบก้อนถ่วงไปจอดตากแดด ระยะเวลาการตากจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ แต่ในช่วงฤดูฝนจะไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้ ส่วนวิธีที่ 2 นำรถเข็นบรรทุกยางพาราแบบก้อนถ่วงไปจอดไว้ในโรงอบ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 40-55 องศาเซลเซียส แต่โรงอบก็มีสภาพอากาศไม่คงที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน อีกปัญหาหนึ่งคือ การขนส่ง พบว่า อาจเกิดน้ำยางไหลลงสู่ท้องถนน ทำให้ถนนลื่นเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุบนท้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้กับโรงอบยางพาราแบบก้อนถ่วง เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบให้คงที่ ลดระยะเวลาการอบ อีกทั้งมีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบผ่าน Line Notify

### 1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ่วงด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
- 1.2 เพื่อเปรียบเทียบการอบยางพาราแบบก้อนถ่วงในโรงอบ
- 1.3 เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ่วงที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา
- 1.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ่วงด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

### 2. นิยามศัพท์เฉพาะ

- 2.1 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศต่อปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่สภาวะความดันและอุณหภูมิเดียวกัน มักแสดงในรูปร้อยละ
- 2.2 ความชื้นก้อนยางพารา หมายถึง ปริมาณน้ำที่กระจายอยู่ในก้อนยางพารา
- 2.3 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things บางทีเรียกว่า IoE : Internet of Everything) หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ล้วนถูกเชื่อมโยงถึงกันด้วยอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [5]

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 Hardware

NodeMCU ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif (บอร์ดพัฒนาสำเร็จรูป) โดยตัวไอซี ESP32 [6]

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟในกับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่าง อิเล็กทรอนิกส์มากมาย [6]

#### 3.2 Application Blynk

Blynk คือ Application สำเร็จรูปสำหรับงานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่าง ๆ เข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Raspberry pi นำมาแสดงบน Application ได้อย่างง่ายดาย อีกทั้ง Application Blynk ไม่เสียค่าใช้จ่าย อีกทั้งรองรับในระบบ IOS และ Android [7]

### 3.3 กระบวนการออกแบบพาราแบบก๊อญในโรงอบแบบดั้งเดิม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางพารา [1] กล่าวถึง กระบวนการออกแบบพาราแบบก๊อญในโรงอบแบบดั้งเดิม โดยพนักงานจะคอยควบคุมและตรวจสอบระดับความชื้นในโรงอบด้วยประสบการณ์และการสังเกตด้วยสายตา การปรับแต่งอุณหภูมิและความชื้นในโรงอบจะอาศัยการประเมินของพนักงาน ซึ่งขาดความแม่นยำและมีความแปรปรวนสูง อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของยางก๊อญที่ผลิตได้

### 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภิญโญ ชุมมณี และ วีระชาติ จิตงาม [8] ได้ทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง โดยประกอบด้วยระบบสมองกลฝังตัว และเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ผลจากการศึกษา พบว่า คุณภาพข้าวเปลือกหลังการอบแห้งด้วยระบบควบคุมแบบอัจฉริยะมีขาวเต็มเมล็ด ร้อยละ 45 ในขณะที่การอบแห้งควบคุมด้วยพนักงานมีขาวเต็มเมล็ด ร้อยละ 34 ตามลำดับ ดังนั้นการออกแบบพัฒนาระบบควบคุมอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของโรงสีข้าวขนาดกลางได้

ทักษิณ วังสิงห์, จินณวัตร เสมกัน และ นิธิพนธ์ ฤชา [9] ได้ทำวิจัยเรื่อง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูล Arduino ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานแบบเซนเซอร์ 2) ออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง 3) ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งพริก กุ้ง และมะม่วง 4) นำเทคโนโลยี Internet of Things มาแก้ปัญหาในการสั่งงาน และรับการแจ้งเตือน 5) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยใช้โปรแกรม Arduino และเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งมาช่วยในการทำงานของระบบโดยสามารถทำงานได้ 2 ระบบ คือ 1) ควบคุมโดยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง 2) ควบคุมโดยเครื่องปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน พบว่า ระดับความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้งาน ด้านกายภาพ และด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับมาก โดยเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.81 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงว่า ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะ ด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสม

ฤทธิรงค์ เสนาโนฤทธิ และ กมลวรรณ จิตจักร [10] ได้ทำวิจัยเรื่องการอบแห้งกล้วยหอมดิบด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมระบบความร้อนเสริมควบคุมทางไกลผ่านสมาร์ตโฟน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจนผลศาสตร์ของการอบแห้งกล้วยหอมดิบด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 โรงเรือนอบแห้งแบบปกติ ระบบที่ 2 โรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมระบบเสริมความร้อนและควบคุมระบบอบแห้งทางไกลผ่านสมาร์ตโฟน การทดสอบระบบ พบว่า ระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยการสั่งการผ่านสมาร์ตโฟน แสดงผลข้อมูลอุณหภูมิและค่าความชื้นที่อ่านได้แบบเรียลไทม์ (Real Time) ทุก ๆ 5 นาที ผลการทำงานทั้งหมดของระบบอบแห้ง พบว่า ทั้งสองอุณหภูมิใช้เวลาในการอบแห้งใกล้เคียงกันโดยใช้เวลา 4 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ และได้ความชื้นสุดท้าย 8.01%db. ค่าสีของการอบแห้งไม่แตกต่างจากตัวอย่างกล้วยอบแห้งด้วยลมร้อนมาก และคุณภาพสีของกล้วยหลังอบแห้งที่ 50 °C มีค่าความสว่าง (L) ใกล้เคียงกับกล้วยสดมากที่สุด ความแตกต่างของสีโดยรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.6$ )

สิทธิโชค พรค์พิทักษ์, อรรคภู แก้วสีขาว และ ธนาพล ตรีสกุล [11] ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบแจ้งเตือนสภาวะแวดล้อมทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษาสวนมะม่วง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาวะแวดล้อมทางการเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) ศึกษาผลการทดลองใช้ระบบแจ้งเตือนสภาวะแวดล้อมทางการเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลการวิจัยพบว่า ส่วนรับค่า ส่วนประมวลผล และส่วนรายงานผล สามารถทำ

การส่งข้อมูลต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายมาแสดงผล และแจ้งเตือนยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ และส่วนประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino UnoR3 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่เชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์แบบต่างๆกับมือถือที่ติดตั้งระบบแอปพลิเคชัน Blynk และแอปพลิเคชัน Line ผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. เครื่องมือการวิจัย

1.1 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ได้แก่ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง, บอร์ด ESP32, จอ LCD, ฮีตเตอร์อินฟราเรด (ติดตั้งบนเพดาน), พัดลมระบายความร้อน 4 Channels, Rely Module, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ SHT 10, Arduino IDE version 1.8.19 และ Blynk Line Notify

1.2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายปิด มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ [12]

### 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรเป็นเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1,848 ครัวเรือน

2.2 กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากประชากร เป็นเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่มีความสนใจในระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง จำนวน 30 ครัวเรือน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 กำหนดปัญหาและขอบเขตวิจัยจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา รวมทั้งศึกษาแนวคิดเอกสาร งานวิจัย และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

3.2 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.3 ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

3.4 ทดลองและปรับปรุงแก้ไขระบบ

3.5 ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบ

3.6 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

### 4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Average) ร้อยละ (Percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบ แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ และแปลความหมายตามแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด [12] ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายความว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายความว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายความว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

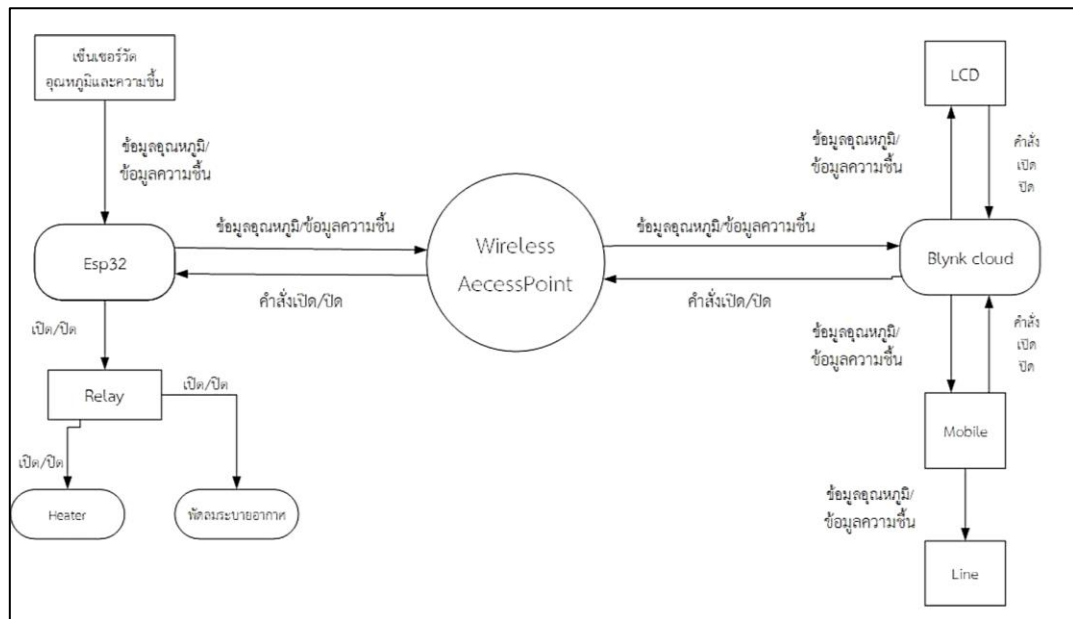
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายความว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายความว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

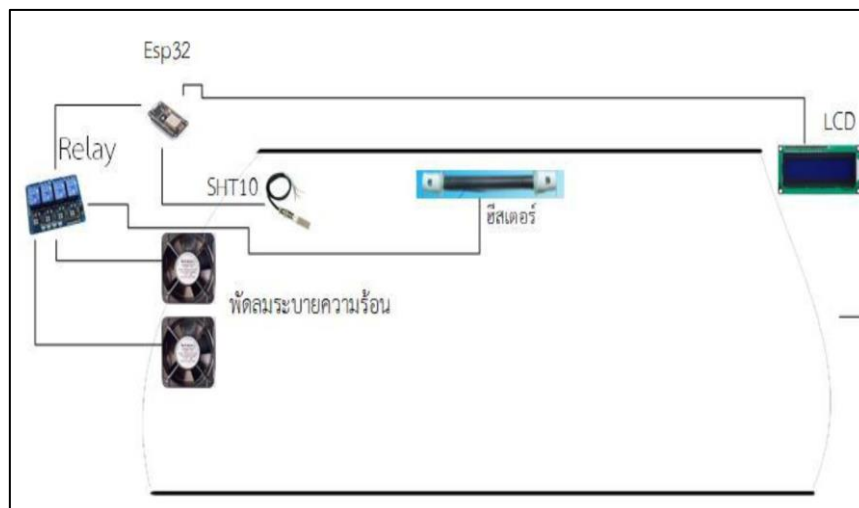
## ผลการวิจัย

### 1. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

1.1 ผลการออกแบบองค์ประกอบของระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ไดอะแกรม แสดงดังภาพที่ 1 และ สถาปัตยกรรมระบบ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ฮาร์ดแวร์ไดอะแกรม



ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบ

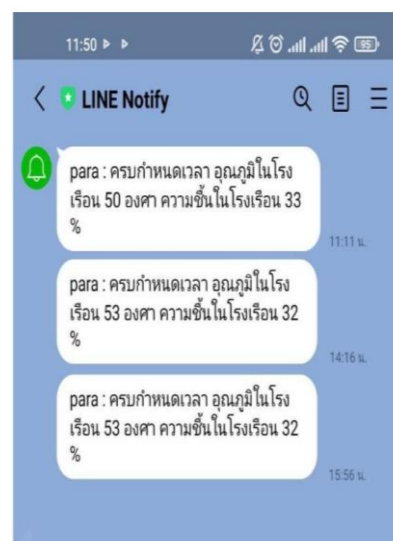
1.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง โดยนำข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์มาจัดทำระบบตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 แสดงดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3 โรงอบยุงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง



ภาพที่ 4 จอภาพแสดงผลการควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง



ภาพที่ 5 ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในโรงอบยุงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ ผ่าน Line Notify

## 2. ผลการเปรียบเทียบการอบยุงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ

ผลการเปรียบเทียบการอบยุงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ระหว่างโรงอบที่ไม่มีระบบควบคุมสภาพอากาศ (วิธีที่ 2) กับ โรงอบที่มีระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (วิธีที่ 3) ซึ่งสภาพอากาศภายนอกโรงอบยุงพาราแบบกึ่งอัตโนมัติ ในวันที่ 18 เมษายน 2566 มีฝนตก อุณหภูมิต่ำสุด 26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 74% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 89% ซึ่งในการกริดน้ำยาลงในถ้วยต่อ 1 แปลงการเกษตร จะได้กึ่งยุงพารา จำนวน 800 กึ่ง โดยไม่มีการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบ

| รายละเอียด                                 | โรงอบที่ไม่มีระบบควบคุมสภาพอากาศ | โรงอบที่มีระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง |
|--------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| จำนวนยางพาราแบบก้อนถ้วยที่บรรจุต่อรอบ      | 50                               | 160                                                               |
| พื้นที่บรรจุยางพาราแบบก้อนถ้วย (ตารางเมตร) | 1.62                             | 3.55                                                              |
| ระยะเวลาการอบ (ชั่วโมง)                    | 72                               | 3                                                                 |
| ความชื้นเฉลี่ยในก้อนยางพารา (%)            | 32                               | 32                                                                |
| น้ำหนักยางพาราแบบก้อนถ้วย (ตัน)            | 1,600                            | 1,600                                                             |
| ราคาขายสุทธิของยางพาราแบบก้อนถ้วย (บาท)    | 31,360                           | 44,800                                                            |

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบ จำนวน 800 ก้อน พบว่าโรงอบที่มีระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (วิธีที่ 3) ดังภาพที่ 6 ใช้ระยะเวลาการอบน้อยกว่าโรงอบที่ไม่มีระบบควบคุมสภาพอากาศ (วิธีที่ 2) ดังภาพที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 95.83 ( $100 - ((3 \times 100) / 72)$ ) เนื่องจากวิธีที่ 3 โรงอบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วยให้สูงและคงที่ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มีพัดลมช่วยดูดความร้อนในโรงอบ อีกทั้งทำให้เหมาะสมต่อความชื้นในก้อนยางพารา ส่งผลให้ลดระยะเวลาในการอบ และมีราคาขายสุทธิของยางพาราแบบก้อนถ้วยเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 42.86 ( $100 - ((44,800 \times 100) / 31,360)$ )



ภาพที่ 6 การตากยางพาราแบบก้อนถ้วยบนกระเบรยยนต์



ภาพที่ 7 การตากยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบยางพารา

จากภาพที่ 6 การตากยางพาราแบบก้อนถ้วยบนกระเบรยยนต์ เป็นการประเมินจากการสังเกตด้วยสายตาและการสัมผัสของเกษตรกร ซึ่งขาดความแม่นยำในการควบคุมความชื้นของก้อนยางพารา อาจส่งผลต่อคุณภาพและราคาของก้อนยางพารา ส่วนภาพที่ 7 การตากยางพาราแบบก้อนถ้วยในโรงอบยางพาราที่มีระบบควบคุมสภาพอากาศ จะสามารถรักษาระดับความชื้นได้อย่างแม่นยำผ่านการควบคุมอุณหภูมิและการไหลเวียนอากาศ ส่งผลให้ได้คุณภาพยางที่สม่ำเสมอสูงกว่า

ผลเปรียบเทียบกำไรระหว่างการจำหน่ายยางพาราแบบก้อนถ้วยสดกับยางพาราแบบก้อนถ้วยอบ ในเดือน เมษายน 2566 จากข้อมูลราคายางกรรมการค้าภายใน ประจำเดือนเมษายน 2566 ของกรมการค้าภายใน [13] โดย คำนึงถึงต้นทุนการอบแห้ง มีดังนี้

- ราคาเฉลี่ยยางพาราแบบก้อนถ้วยสดเดือนเมษายน 2566 อยู่ที่ 48.17 บาท ต่อกิโลกรัม
- ราคาเฉลี่ยยางพาราแบบก้อนถ้วยอบเดือนเมษายน 2566 อยู่ที่ 56.95 บาท ต่อกิโลกรัม

จะเห็นได้ว่าราคายางพาราแบบก้อนถ้วยอบสูงกว่ายางพาราแบบก้อนถ้วยสดประมาณ 8.78 บาท ต่อกิโลกรัม เมื่อคำนึงถึงต้นทุนค่าไฟฟ้าและค่าแรงในการอบแห้ง ข้อมูลจากกรมการค้าภายใน [14] ระบุว่า ต้นทุนการอบแห้งยางพาราแบบก้อนถ้วยอยู่ที่ประมาณ 4-6 บาท ต่อกิโลกรัม ดังนั้น หากราคาต่างระหว่างยางพาราแบบก้อนถ้วยสดกับยางพาราแบบก้อนถ้วยอบ อยู่ที่ 8.78 บาท ต่อกิโลกรัม หักลบด้วยต้นทุนการอบแห้ง 4-6 บาท ต่อกิโลกรัม เกษตรกรจะยังคงได้กำไรสุทธิ 2.78-4.78 บาท ต่อกิโลกรัม จากการนำยางพาราแบบก้อนถ้วยไปอบแห้งแทนการจำหน่ายสด นอกจากนี้ยางพาราแบบก้อนถ้วยอบมีคุณภาพสูงกว่ายางก้อนถ้วยสด และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า จึงเป็นข้อได้เปรียบในการขนส่งและการจำหน่าย

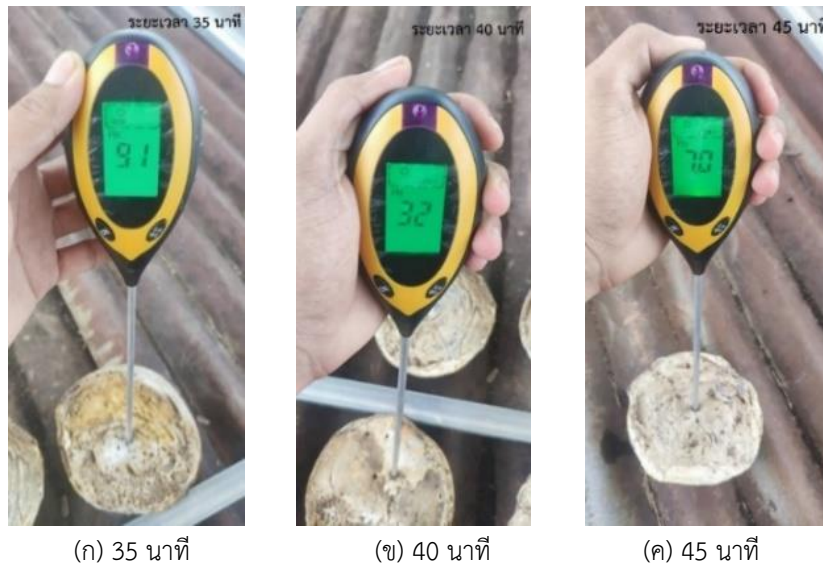
### 3. ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา

การเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ซึ่งสภาพอากาศภายนอกโรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วย ในวันที่ 21-23 เมษายน 2566 มีฝนเฉลี่ย 50% อุณหภูมิเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80% โดยอบยางพาราแบบก้อนถ้วย จำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 160 ก้อน โดยมีผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา

| ระยะเวลา<br>(นาท) | ความชื้นเฉลี่ยในก้อนยางพารา (%) |            |            |             |
|-------------------|---------------------------------|------------|------------|-------------|
|                   | ครั้งที่ 1                      | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย      |
| 35                | 91                              | 92         | 91         | 91.31±0.577 |
| 40                | 32                              | 32         | 32         | 32.00±0.000 |
| 45                | 7                               | 7          | 7          | 7.00±0.000  |
| 50                | 7                               | 7          | 7          | 7.00±0.000  |
| 55                | 7                               | 7          | 7          | 7.00±0.000  |

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา พบว่า โรงอบยางพาราแบบก้อนถ้วยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เนตทุกสรรพสิ่ง สามารถควบคุมอุณหภูมิในโรงอบให้อยู่ในช่วง 40-55 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 25-45% ทำให้ความชื้นในก้อนยางพาราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ 32% ทำให้ใช้ระยะเวลาในการอบยางพาราแบบก้อนถ้วยเพียง 40 นาที ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การวัดค่าความชื้นในก้อนยางพาราในแต่ละระยะเวลา

#### 4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งที่พัฒนาขึ้น กับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่มีความสนใจในระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบก้อนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง จำนวน 30 คน และทำการวิจัยศึกษาความคิดเห็นตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 ดังนี้

##### 3.1 เพศของผู้ใช้ระบบ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของผู้ใช้ระบบ จำแนกตามเพศ

| เพศ  | จำนวน | ร้อยละ |
|------|-------|--------|
| ชาย  | 27    | 90.00  |
| หญิง | 3     | 10.00  |
| รวม  | 30    | 100.00 |

จากตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของผู้ใช้ระบบ พบว่า ผู้ใช้ระบบจำนวน 30 คน สามารถจำแนกเป็นเพศชาย จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และเพศหญิง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00

##### 3.2 ความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การประเมินระบบด้านความต้องการของฟังก์ชัน (Function Requirement Test) เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด

ด้านที่ 2 การประเมินระบบด้านการใช้งาน (Usability Test) เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

ด้านที่ 3 การประเมินระบบด้านประสิทธิภาพ (Performance Test) เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีประสิทธิภาพตามความต้องการมากน้อยเพียงใด

ด้านที่ 4 การประเมินระบบด้านความปลอดภัย (Security Test) เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความปลอดภัยของข้อมูลมากน้อยเพียงใด ซึ่งการศึกษาคิดเห็นของผู้ใช้ระบบ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

| รายการ                                                                                         | $\bar{X}$   | SD.         | ระดับความคิดเห็น |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| ด้านความต้องการของฟังก์ชัน (Function Requirement Test)                                         |             |             |                  |
| 1. ระบบสามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ถูกต้อง                                       | 4.40        | 0.50        | มาก              |
| 2. ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติได้ถูกต้อง      | 4.87        | 0.35        | มากที่สุด        |
| 3. ระบบสามารถตั้งเวลา นาฬิกา และชั่วโมงผ่านมือถือได้                                           | 4.47        | 0.57        | มาก              |
| 4. มีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติผ่าน Line Notify | 4.47        | 0.51        | มาก              |
| <b>เฉลี่ย</b>                                                                                  | <b>4.55</b> | <b>0.48</b> | <b>มากที่สุด</b> |
| ด้านการใช้งาน (Usability Test)                                                                 |             |             |                  |
| 1. ระบบง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้ระบบ                                                          | 4.70        | 0.47        | มากที่สุด        |
| 2. ระบบง่ายต่อการเคลื่อนย้าย                                                                   | 3.73        | 0.79        | มาก              |
| 3. ระบบสามารถลดระยะเวลาในการอบมากกว่าเดิม                                                      | 4.80        | 0.49        | มากที่สุด        |
| 4. ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน                                                                  | 4.80        | 0.41        | มากที่สุด        |
| 5. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย                                                                  | 3.90        | 0.76        | มาก              |
| 6. ระบบสามารถนำไปใช้ได้จริง                                                                    | 4.87        | 0.35        | มากที่สุด        |
| <b>เฉลี่ย</b>                                                                                  | <b>4.47</b> | <b>0.55</b> | <b>มาก</b>       |
| ด้านประสิทธิภาพ (Performance Test)                                                             |             |             |                  |
| 1. ความเร็วในการประมวลผลโดยรวมของระบบ                                                          | 4.20        | 0.81        | มาก              |
| 2. ความถูกต้องในการแสดงผล                                                                      | 4.40        | 0.50        | มาก              |
| <b>เฉลี่ย</b>                                                                                  | <b>4.30</b> | <b>0.66</b> | <b>มาก</b>       |
| ด้านความปลอดภัย (Security Test)                                                                |             |             |                  |
| 1. มีระบบป้องกันไฟล์ลัดวงจร                                                                    | 4.53        | 0.68        | มากที่สุด        |
| 2. มีการกำหนดรหัสผ่านในการเข้าใช้งานระบบ                                                       | 4.47        | 0.57        | มาก              |
| <b>เฉลี่ย</b>                                                                                  | <b>4.50</b> | <b>0.63</b> | <b>มาก</b>       |
| <b>โดยรวม</b>                                                                                  | <b>4.46</b> | <b>0.58</b> | <b>มาก</b>       |

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ในภาพรวม พบว่า ผู้ใช้ระบบให้ค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4.46 มีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดที่สามารถจำแนกตามด้านการประเมิน ดังนี้

ด้านความต้องการของฟังก์ชัน (Function Requirement Test) พบว่า ภาพรวมของผลการประเมินในด้านนี้ ผู้ใช้ระบบให้ค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4.55 มีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายการที่ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นสูงสุด คือ ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติได้ถูกต้อง รองลงมา ได้แก่ ระบบสามารถตั้งเวลา นาฬิกา และชั่วโมง ผ่านมือถือได้ และมีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติผ่าน Line Notify

ด้านการใช้งาน (Usability Test) พบว่า ภาพรวมของผลการประเมินในด้านนี้ ผู้ใช้ระบบให้ค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4.47 มีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยรายการที่ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นสูงสุด คือ ระบบสามารถ

นำไปใช้ได้จริง รองลงมา ได้แก่ ระบบสามารถระยะเวลาในการอบมากกว่าเดิม และระบบมีความสะดวกในการใช้งาน

ด้านประสิทธิภาพ (Performance Test) พบว่า ภาพรวมของผลการประเมินในด้านนี้ ผู้ใช้ระบบให้ค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4.30 มีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยรายการที่ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นสูงสุด คือ ความถูกต้องในการแสดงผล รองลงมา ได้แก่ ความเร็วในการประเมินผลโดยรวมของระบบ

ด้านความปลอดภัย (Security Test) พบว่า ภาพรวมของผลการประเมินในด้านนี้ ผู้ใช้ระบบให้ค่าระดับคะแนนเท่ากับ 4.50 มีผลความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยรายการที่ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นสูงสุด คือ มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร รองลงมา ได้แก่ มีการกำหนดรหัสผ่านในการเข้าใช้งานระบบ

### อภิปรายผลการวิจัย

ระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสามารถอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ระบบได้ออกแบบและพัฒนาตรงตามความต้องการ โดยระบบสามารถตั้งเวลา นาฬิกา และชั่วโมง ผ่านมือถือ ซึ่งมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงอบยางพาราแบบอัตโนมัติ รวมทั้งมีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติผ่าน Line Notify สอดคล้องกับกฎบัตรฯ เสนาโนฤทธิ์ และ กมลวรรณ จิตจักร [10] ได้ค้นคว้าวิจัยเรื่อง การอบแห้งกล้วยหอมดิบด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมระบบความร้อนเสริมควบคุมทางไกลผ่านสมาร์ตโฟน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจนพหุศาสตร์ของการอบแห้งกล้วยหอมดิบด้วยโรงเรือนอบแห้ง ผลการทดสอบ พบว่า ระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ และงานวิจัยของสิทธิโชค พรศรีพิทักษ์, อรรถกร แก้วสีขาว และ ธนาพล ตรีสกุล [11] ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษาสวนมะม่วง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแบบแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมทางการเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และศึกษาผลการทดลองใช้ระบบแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมทางการเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถทำการส่งข้อมูลต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายมาแสดงผล และแจ้งเตือนยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์มือถือที่ติดตั้งระบบแอปพลิเคชัน Blynk และแอปพลิเคชัน Line 2) ผลการเปรียบเทียบการอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติในโรงอบที่มีการควบคุมสภาพอากาศ จะใช้เวลาในการอบน้อยกว่าโรงอบที่ไม่มีการควบคุมสภาพอากาศ ส่งผลให้ราคายางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติสูงขึ้น แม้จะมีต้นทุนการอบแห้งเพิ่มขึ้น แต่สามารถชดเชยได้จากราคาขายที่สูงกว่า รวมถึงคุณสมบัติของยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติดีกว่า 3) ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติที่มีผลต่อความชื้นในก้อนยางพารา โดยใช้ระยะเวลาในการอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติเพียง 40 นาที ซึ่งทำให้ก้อนยางพารามีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 4) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบควบคุมสภาพอากาศด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นต่อระบบอยู่ในระดับมาก โดยระบบสามารถนำไปใช้ได้จริง ลดระยะเวลาในการอบ สะดวกและง่ายในการใช้งาน มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร รวมทั้งระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของภิญญา ชุมณี และ วีระชาติ จริตงาม [8] ได้ทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของโรงสีข้าวขนาดกลางได้ อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของทักษิณ วังสิงห์ จินณวัตร เสมกัณ และ นิพัทธ์พนธ์ ฤชา [9] ทำวิจัยเรื่อง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูล Arduino ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานแบบเซนเซอร์ เพื่อออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งพริก

กล้วย และมะม่วง เพื่อนำเทคโนโลยี Internet of Things มาแก้ไขปัญหาในการสั่งงาน และรับการแจ้งเตือน เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะด้วยระบบเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง

### ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ควรติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ดังนี้

1. เซนเซอร์วัดความชื้นในก้อนยางพารา
2. ฮีตเตอร์อินฟราเรดด้านล่างของโรงอบเพื่อให้การกระจายความร้อนจากล่างขึ้นบน

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงอบยางพาราแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ตำบลหนองกะท้าว อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอขอบคุณ ผศ.โสภณา สารานู ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติ รวมทั้งขอขอบคุณหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านและผู้สนใจศึกษาค้นคว้าต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Rubber Product Research and Development Center, Energy Research Institute, *A Study Report on Problems and Solutions for Moisture Control in Rubber Lump*, Bangkok: Chulalongkorn University, 2019. (in Thai)
- [2] N. Pattama. (2020). *The development of Smart Farming Systems in Thailand*. Bangkok: The Secretariat of the Senate. (in Thai)
- [3] Bureau of Agricultural and Industrial Trade Promotion, *Rubber*, Nonthaburi: Department of International Trade Promotion, 2021. (in Thai)
- [4] Nakhon Thai District Agriculture Office. (2023, December 21). *Economic crops*. [Online]. Available: <http://nakhonthai.phitsanulok.doae.go.th> (in Thai)
- [5] P. Pacharoen, *Developing IoT on the Arduino platform with NodeMCU*. Provision, 2019. (in Thai)
- [6] C. Sirikarn, P. Burana, W. Chermrattananarunguang, P. Wankhiri and I. Chanthachon. (2023, December 21). The Emergency Light Controlled by ESP32. [Online]. Available: <https://elecschool.navy.mi.th/pro/doc61/02.pdf> (in Thai)
- [7] P. Pacharoen, *Develop IoT through the Cloud with Arduino*. Provision, 2020. (in Thai)
- [8] P. Chummanee, and W. Jaritngam, “Design And Development For Increase Efficiency Of Paddy Smart Dryer,” *PSRU Journal of Science and Technology*, vol. 4, no. 1, PP. 84-94, 2019. (in Thai)
- [9] T. Wangsing1, J.Semgunt, and N.Ruecha, “Intelligent solar incubator with Internet of things system,” in *Proceedings of the 1st Kamphaeng Phet Rajabhat University Student National Conference*, Kamphaeng phet Rajabhat University, Kamphaeng phet, Thailand, February 22, 2021, pp. 1015-1026. (in Thai)
- [10] R. Senanorit, and K. Jitjack, “Banana Chips Drying In Solar Greenhouse In Association With Smartphone-Controlled Heat System,” *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 11, no. 3, pp. 72-89, 2021. (in Thai)
- [11] S. Punpita, A. Kewseekao, and T. Trisakul. “The Development of Notification Agricultural Environmental System Via Internet of Things: Case Study of Mango Farms,” *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham*, vol. 8, no. 1, pp. 60-72, 2021. (in Thai)
- [12] B. Srisaet, *Preliminary research*. Bangkok: Suwiriyan, 2017. (in Thai)

- [13] Department of Internal Trade. (2023, December 21). *Domestic Trade Rubber Prices for April 2023*. [Online]. Available: [https://trade.go.th/intraservice/rubber\\_price.aspx/](https://trade.go.th/intraservice/rubber_price.aspx/) (in Thai)
- [14] Department of Internal Trade. (2023, December 21). *Production Cost of Rubber*. [Online]. Available: <https://www.dit.go.th/Article/Detail/6314/> (in Thai)