

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยไอโอที

Greenhouse environment monitoring and control by using IoT technology

พงศธร คำเล็ก¹ และ อธิติยา จำהל²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140 โทรศัพท์: 034-352853 E-mail: {pongsathon.k, athitiya.cham}@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การทำการเกษตรสมัยใหม่เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลการปลูกพืชแบบเรียลไทม์ ทำให้ช่วยเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนจากการลงทุน โดยควบคุมการทำงานของอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับพืชใดๆ แบบอัตโนมัติ และส่งสัญญาณไปยังคลาวด์ เพื่อเก็บข้อมูลและแสดงผล ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงมีความคิดในการพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยไอโอที เพื่อที่จะวัดอุณหภูมิและควบคุมความชื้นเริ่มต้นจากการเปิดระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ และเข้าสู่สภาวะเริ่มต้น เมื่อต้องการกำหนดค่าเป้าหมาย ระบบจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ ถ้าอุณหภูมิที่วัดได้กับอุณหภูมิที่กำหนดไม่ตรงกัน จะเข้าสู่ระบบควบคุมการทำงาน โดยถ้าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดจะสั่งให้พัดลมทำงาน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจนเท่ากับค่าที่กำหนดแล้วพัดลมจะหยุดทำงานและระบบจะกลับไปอยู่สถานะเริ่มต้นอีกครั้ง ถ้าความชื้นในดินที่วัดได้กับค่าความชื้นที่กำหนดไม่ตรงกัน จะเข้าสู่ระบบควบคุมการทำงาน โดยถ้าค่าความชื้นในดินที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าค่าความชื้นที่กำหนด จะสั่งให้ปั๊มทำงาน และเมื่อความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจนเท่ากับค่าที่กำหนดไว้แล้วปั๊มจะหยุดทำงานและระบบจะกลับไปอยู่สถานะเริ่มต้นอีกครั้ง

คำสำคัญ: ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม, ภายในโรงเรือน, 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 Greenhouse environment monitoring and control by using IoT technology control to measure temperature and control humidity Start by turning on the automatic environment control system. and enter the default state to set a goal the system will enter the temperature change process as specified. If the measured temperature

and the specified temperature do not match will enter the operation control system if the measured temperature is higher than the specified temperature, the fan will be activated. And when the temperature is reduced to the specified value, the fan will stop working and the system will return to the initial state again. If the measured soil moisture content and the specified moisture content do not match. will enter the operation control system If the measured soil moisture value is less than the specified moisture value will command the pump to work and when the moisture in the soil increases to the predetermined value, the pump will stop working. and the system will return to the default state again

Keywords: Environment Control System, Inside the Greenhouse, Internet of Thing

1. บทนำ

การพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น มีความสำคัญในการผลิตพืช ที่มีความต้องการเฉพาะ ตัวอย่างเช่น ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนเกษตรอินทรีย์ โดย ธนยศและคณะ(2564) ที่มีลักษณะการทำงานในส่วนของการควบคุมอุณหภูมิที่เน้นทำงานในลักษณะพื้นที่จำกัด เพื่อรักษาเสถียรภาพของโรงเรือน แต่สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งขึ้นระบบคลาวด์เพื่อให้ผู้ดูแล สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากกระยะไกล กับการนำเทคโนโลยีไอโอที (IoT) มาประยุกต์ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนอัจฉริยะตัวอย่างเช่น กฤษฎาและณรงค์(2562) นำระบบของมอเตอร์เซอร์โว มาช่วยในเรื่องการระบายความร้อนโดยการเปิดและปิดหลังคาโรงเรือน ระบบระบายความร้อนด้วยพัดลม โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิ และการออกแบบตัวควบคุมการจัดการโรงเรือน ตัวอย่างเช่น รัฐศิลป์(2654) มีการใช้ฐานความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ ซึ่งองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวมีโอกาสผิดพลาดได้อีกทั้งไม่อาจรับประกันได้ว่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสภาพอากาศได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกผักสลัด ในโรงเรือน

โครงการนี้จึงได้เน้นการพัฒนากระบวนการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยไอโอทีด้วยอาอูยโน โดยระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติ ใช้การควบคุมจากโมดูล ESP32 ผ่านระบบไอโอทีที่สามารถควบคุมความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิในอากาศ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันและสามารถแสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านอินเทอร์เน็ตและสามารถเก็บข้อมูลบนโครงข่ายไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเรื่องความต้องการของพืชในโรงเรือน

2.1.1 อุณหภูมิ และความชื้น

ในปัจจุบันกระแสการรักสุขภาพนั้นกำลังเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากทำให้คนเริ่มหันมาให้ความสนใจรับประทานผักสดเป็นอย่างมาก โดยผักสดที่นิยมนานประกอบไปด้วย ผักสลัดฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก ผักสลัดบัตเตอร์เฮด ผักสลัดคอส ผักสลัดเรดโอ๊ค ผักสลัดกรีนโอ๊ค โดยแต่ละชนิดมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผักสลัด ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก มีลักษณะ คือ เป็นพุ่มๆ ใบหยิก และห่อเข้าหากัน โดยผักชนิดนี้เป็นผักที่ นิยมรับประทานเป็นอันดับต้นๆ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คืออุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 15-25 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือ 70-80% ถ้าในพืชที่มีอากาศร้อน และแสงแดดจัดต้องหา มุงลดแสงมาคลุม

2. ผักสลัดบัตเตอร์เฮด มีลักษณะ คือ ใบนั้นจะนุ่ม ผิวของใบมัน เรียงกันหนาๆ และห่อตัวกันแบบ หลวมๆ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในช่วง ระหว่าง 15 – 27 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือ 60-70% และต้องได้รับแสงตลอดทั้งวัน โดยผักชนิดนี้ ไม่ทนต่อฝน

3. ผักสลัด คอส มีอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ ใบสีเขียว และสีแดง โดย มีลักษณะ คือ ใบนั้นจะหนา และใบนั้นตั้งตรง และส่วนปลายของใบงอ โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 15 – 27 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือ 70-80% เป็นผักที่ไม่ชอบอากาศร้อน

4. ผักสลัด เรดโอ๊ค เป็นพุ่มเตี้ย ใบสีแดง แต่ในส่วนของก้านนั้นจะเป็นสีเขียวอ่อนตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม การปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผักต้องการอยู่ในระหว่าง 20 - 28 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือ 60-80% เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ

5. ผักสลัด กรีนโอ๊ค จะมีลักษณะคล้ายผักสลัด เรดโอ๊ค คือ เป็นพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวอ่อน ตรงปลายของใบมีลักษณะเป็นมนกลม และนุ่ม โดยการปลูกผักชนิดนี้นั้นต้องมีสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิที่ผัก

ต้องการอยู่ในระหว่าง 10 - 28 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือ 60 -80% เป็นผักที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิค่อนข้างเย็นคล้ายกับผักสลัด เรดโอ๊ค

2.1.2 ความชื้นในดิน

ความชื้นในดินมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการควบคุมความชื้นของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละชนิด สามารถทำได้ด้วยการใช้เซ็นเซอร์เข้ามาช่วยตรวจวัด หากความชื้นในดินต่ำ สามารถเปิด/เพิ่มการให้น้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับดิน และหากความชื้นในดินสูง สามารถปิด/ลดการให้น้ำ หรือเปิดสแลนพรางแสงเพื่อให้แดดเข้าถึง หรือเปิดพัดลมเพื่อช่วยลดความชื้นภายในโรงเรือน ความชื้นในดินก็จะลดลงด้วยเช่นกัน

ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่พืชสามารถรับ ได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์: 80% RH – 100% RH สภาวะอันตรายต่อพืช ถ้ามีความชื้นสูงในระดับนี้เป็นเวลานาน มีโอกาสสูงมากที่จะทำให้รากเน่า หรือเกิดเชื้อราขึ้นได้

- ความชื้นสัมพัทธ์: 70% RH – 79% RH สภาวะดินแฉะ หากไม่ควบคุมให้ดี หรือปล่อยเป็นเวลานานก็อาจเข้าสู่สภาวะอันตรายได้

- ความชื้นสัมพัทธ์: 50% RH -69% RH สภาวะที่พืชชอบ เนื่องจากพืชจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์: 40% RH – 49% RH สภาวะแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่อิน เพื่อไม่ให้พืชเจริญเติบโตได้

- ความชื้นสัมพัทธ์: 0% RH – 39% RH สภาวะวิกฤติ สามารถทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้

2.2 การควบคุมแบบเปิดปิด

ในระบบควบคุมแบบเปิดปิด (on-off control) เครื่องควบคุมจะสั่งเอาท์พุททำงานเพียง 2 สภาวะเท่านั้น คือเปิด และ ปิด เป็นการควบคุมแบบง่ายๆ และราคาไม่แพง ดังนั้น จึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานควบคุมทางอุตสาหกรรม ในกรณีที่ผลจากการแกว่งของอุณหภูมิเป็นที่ยอมรับได้

SP คือ Set point หรือ ค่าที่ต้องการควบคุม

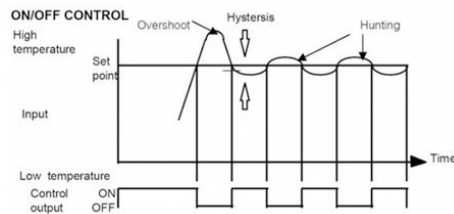
PV คือ Process Variable หรือ ค่าที่วัดมาจากเซนเซอร์

MV คือ Manipulated Variable หรือ สัญญาณควบคุมที่เครื่องควบคุม

คำนวณได้มีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์ (0-100 %)

E คือ Error หรือ ผลต่างระหว่างค่าที่ต้องการควบคุมกับค่าที่วัดได้

(E= SP-PV)



รูปที่ 1 กราฟแสดงการทำงานของ On/Off
(ที่มา: PHA Automation, ม.ป.ป.)

2.3 หลักการทำงานของ NETPIE 2020

NETPIE 2020 เป็นแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองผู้ใช้งานเชิงพาณิชย์ เช่น ผู้ผลิตอุปกรณ์ IoT, อุตสาหกรรม, โรงงาน และองค์กรที่พัฒนาสู่ยุค Digital Transformation 4.0 ซึ่งจะช่วยให้ธุรกิจมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อทุกสรรพสิ่ง หรือ Internet of Things (IoT) โดยแพลตฟอร์มจะช่วยให้อุปกรณ์ สามารถสื่อสารกันได้ เกิดการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์แบบ real-time ทำให้ผู้ใช้งานทราบถึงข้อมูลของอุปกรณ์ ณ เวลานั้นไม่ว่าผู้ใช้งานจะอยู่ที่ไหนเวลาใดก็ตาม ทั้งยังรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ได้จำนวนมหาศาล ทำให้ตอบโต้ของกลุ่มผู้ใช้งานเชิงพาณิชย์ที่มีอุปกรณ์ IoT จำนวนมากอย่างแน่นอน

คุณสมบัติหลักๆของ NETPIE 2020 ประกอบไปด้วย

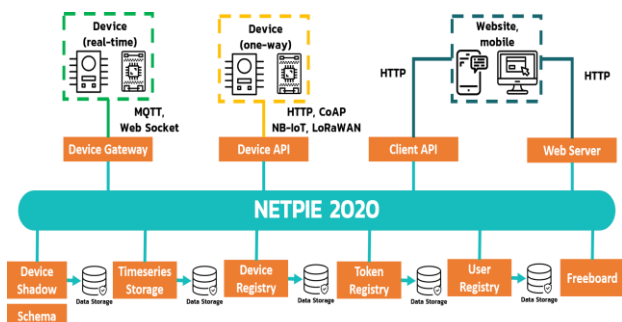
การแสดงผลค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์แบบ Real-time (Monitoring)

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Cloud Platform (Controlling)

การเก็บค่าข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ (Data Storage)

การแจ้งเตือนความผิดปกติของเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์จากที่ได้กำหนดไว้ (Notification)

การแสดงผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Dashboard (Dashboard for monitor & control)



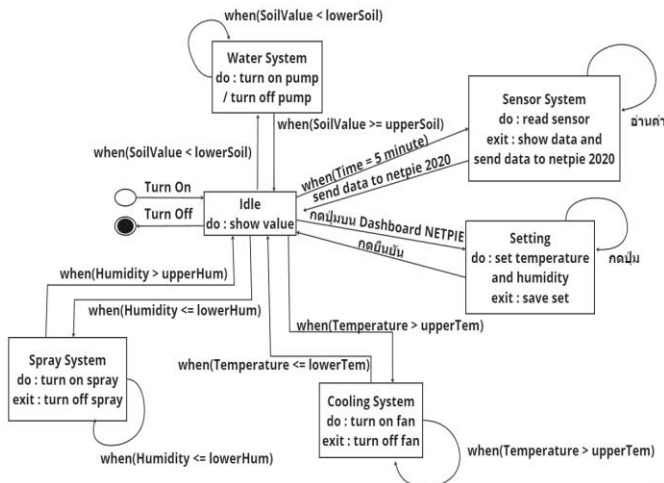
รูปที่ 2 ภาพรวมของ NETPIE 2020
(ที่มา: NETPIE 2020, ม.ป.ป.)

จากรูปที่ 2 ภาพรวมของ NETPIE 2020 สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของ Device Gateway ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด ESP32 และ NETPIE 2020 ผ่านแพลตฟอร์ม MQTT ส่วนที่สองเป็นส่วนของ Device API ซึ่งเป็นส่วนของการรับ/ส่งค่าข้อมูล ส่วนที่สามเป็นส่วนของ Client API และ Web Server ซึ่งเป็นส่วนของการสร้างเว็บไซต์เพื่อรับข้อมูลและนำมาแสดงผลบนแดชบอร์ดของ NETPIE 2020 และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของ Device Shadow, Schema, Timeseries Storage, Device Registry, Token Registry, User Registry และ Freeboard

3. ภาพรวมและการออกแบบระบบ

3.1 ฟังก์ชันการทำงาน

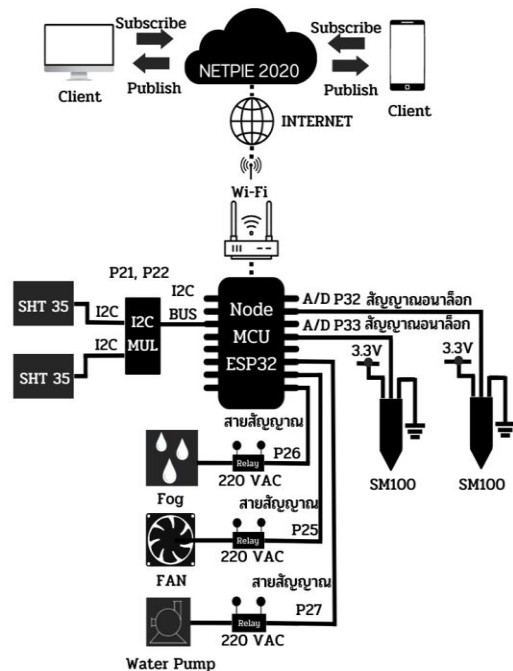
แผนภาพแสดงสถานะ (state diagram) จำลองการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เริ่มต้นที่การเปิดระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนอัตโนมัติ และเข้าสู่สภาวะเริ่มต้น เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที จะเริ่มการทำงานของเซนเซอร์ โดยเซนเซอร์ทั้งหมดจะทำการอ่านค่าและส่งค่าทั้งหมดไปยัง NETPIE 2020 และจบกระบวนการ โดยกระบวนการนี้จะทำทุก ๆ 5 นาที เมื่อต้องการกำหนดค่าเป้าหมาย ระบบจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ ถ้าอุณหภูมิที่วัดได้กับอุณหภูมิที่กำหนดไม่ตรงกัน จะเข้าสู่ระบบควบคุมการทำงาน โดยถ้าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดจะสั่งให้พัดลมทำงาน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจนเท่ากับค่าที่กำหนดแล้วพัดลมจะหยุดทำงานและระบบจะกลับไปอยู่สถานะเริ่มต้นอีกครั้ง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่วัดได้กับความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดไม่ตรงกันจะเข้าสู่ระบบควบคุมการทำงาน โดยถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดจะสั่งให้สเปร์ย์ทำงาน และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้นจนเท่ากับค่าที่กำหนดแล้วสเปร์ย์จะหยุดทำงานและระบบจะกลับไปอยู่สถานะเริ่มต้นอีกครั้ง ถ้าความชื้นในดินที่วัดได้กับค่าความชื้นที่กำหนดไม่ตรงกัน จะเข้าสู่ระบบควบคุมการทำงาน โดยถ้าค่าความชื้นในดินที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าค่าความชื้นที่กำหนด จะสั่งให้ปั๊มทำงาน และเมื่อความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจนเท่ากับค่าที่กำหนดไว้แล้วปั๊มจะหยุดทำงาน และระบบจะกลับไปอยู่สถานะเริ่มต้นอีกครั้ง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงสถานะจำลองการทำงานของระบบควบคุม สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

3.2 การออกแบบระบบ

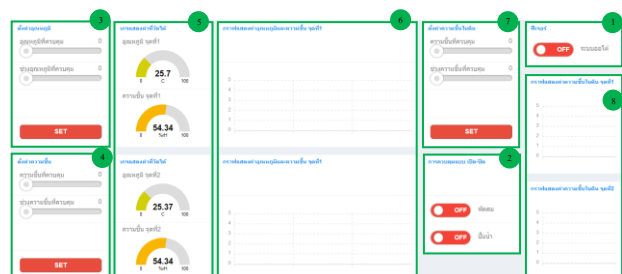
รายละเอียดโครงงานทั้งหมด แบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ ในส่วนแรกเป็นการอ่านค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิวัดความชื้นในอากาศ (SHT35) โดยมีช่วงอุณหภูมิที่วัดได้ -40~90 องศา และมีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิ ± 0.2 องศา มีช่วงการวัดความชื้น 0 -100% RH และมีความแม่นยำของการวัดความชื้น $\pm 1.5\%$ RH และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (SM100) มีช่วงความชื้นที่วัดได้ 0-100 % VWC และมีความแม่นยำของการวัดความชื้นที่ $\pm 3\%$ VWC ซึ่งค่าที่วัดได้นั้นจะถูกส่งไปยังส่วนที่สอง โดยทำการส่งค่าผ่าน MQTT Client ซึ่งเป็นตัวกลางที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง ESP32 กับ NETPIE2020 และสามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยสามารถควบคุมการเปิดปิดของพัดลมและปั๊มน้ำผ่านโมดูลรีเลย์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การออกแบบระบบ

3.3 ฟังก์ชันของระบบ

การใช้งานฟังก์ชันของระบบออกแบบด้วยแพลตฟอร์มของ NETPIE 2020 และส่งค่าไปยังบอร์ด ESP32 ซึ่งมีวิธีการการใช้งานเริ่มจากการเลือกใช้ฟังก์ชันในการทำงานของระบบ ได้แก่ ฟังก์ชันการสั่งการด้วยตนเอง หรือฟังก์ชันการทำงานแบบอัตโนมัติ ฟังก์ชันการสั่งการด้วยตัวเองสามารถสั่งเปิด/ปิด ปั๊มน้ำและพัดลมได้ทันที ส่วนฟังก์ชันการทำงานแบบอัตโนมัติ จำเป็นต้องกำหนดค่าเป้าหมายของค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อให้ระบบทำงานตามค่าที่กำหนดไว้ ระบบจะมีกราฟแสดงค่าทั้ง 3 ตามที่วัดได้บนหน้าแดชบอร์ด เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนค่าเป้าหมายระหว่างที่เครื่องทำงานสามารถเปลี่ยนค่าโดยเปลี่ยนเลื่อนสไลด์ไปตามค่าที่ต้องการ เมื่อกำหนดค่าเป้าหมายเสร็จระบบจะส่งค่าไปยังบอร์ดเพื่อควบคุมการทำงานตามค่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 5 การออกแบบแอปพลิเคชัน

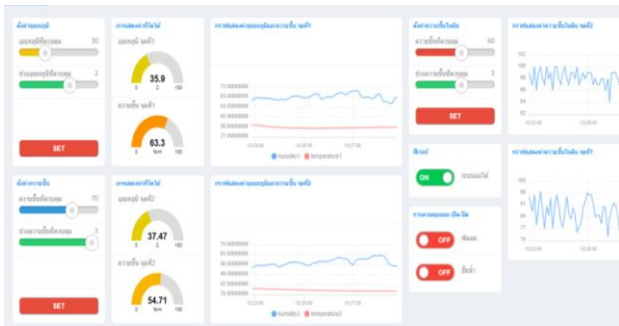
รูปที่ 5 เป็นภาพรวมฟังก์ชันของระบบกับผู้ใช้ โดยมีไอคอน ทั้งหมด 8 ส่วน ประกอบด้วย

1. เปิด/ปิดการทำงานแบบอัตโนมัติ
2. เปิด/ปิดพัดลมและปั้มน้ำ
3. กำหนดอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม
4. กำหนดความชื้นที่ต้องการควบคุม
5. เกจแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้
6. กราฟแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้น
7. กำหนดความชื้นในดินที่ต้องการควบคุม
8. กราฟแสดงค่าความชื้นในดิน

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

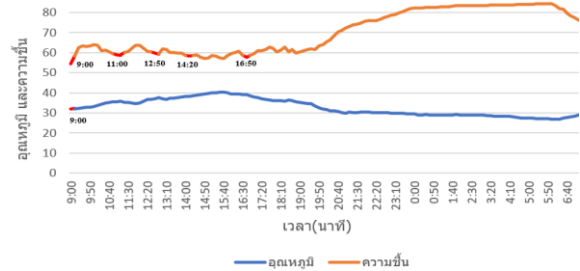
ผลการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนประกอบไปด้วย การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และ ความชื้นในดิน ดังรูปที่ 6



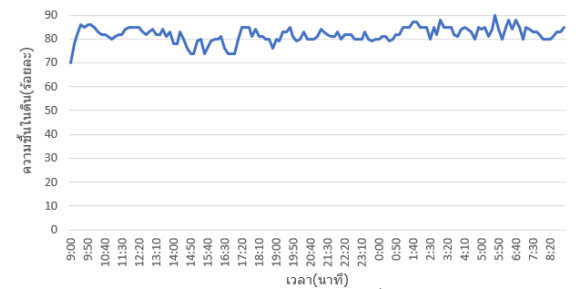
รูปที่ 6 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

การทำงานของระบบเริ่มจากการเลือกฟิเจอร์การควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส กำหนดช่วงที่ควบคุม ± 2 องศาเซลเซียส กำหนดค่าความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ควบคุม ± 3 เปอร์เซ็นต์ และกำหนดค่าความชื้นในดิน 75 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ควบคุม ± 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นระบบจะทำงานตามค่าที่กำหนดไว้

การทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจะได้ดังรูปที่ 7 ผลการควบคุมอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงของอุณหภูมิที่กำหนดไว้โดยถ้าค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้มีค่ามากกว่าค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ จะสั่งให้พัดลมทำงาน พัดลมจะทำงานจนกว่าค่าอุณหภูมิที่วัดได้กลับมามีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ จึงจะหยุดการทำงาน และผลการควบคุมความชื้นจะอยู่ในช่วงของความชื้นที่กำหนดไว้ โดยถ้าค่าความชื้นที่กำหนดไว้มีค่าน้อยกว่าค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ จะสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน ปั้มน้ำจะทำงานจนกว่าค่าความชื้นที่วัดได้กลับมามีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ จึงจะหยุดการทำงาน



รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าความชื้นในดิน

จากกราฟรูปที่ 7 และกราฟรูปที่ 8 จะได้ว่าพัดลมเริ่มต้นทำงานเวลา 9.00 น. และหยุดการทำงานเวลา 20.30 น.การทำงานของปั้มน้ำ เริ่มต้นการทำงานครั้งแรกเวลา 9.00 น. และทำงานครั้งต่อไปเวลา 11.00 น. 12.50 น. 14.20 น. และ 16.50 น. ตามลำดับ และสิ้นสุดการทำงานเวลา 17.30 น. โดยเมื่อปั้มน้ำมีการทำงานจะส่งผลให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นตามช่วงระยะเวลาที่ปั้มน้ำทำงาน

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิ

ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ได้ตามช่วงเวลาทุก 5 นาที ของอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์และอุณหภูมิจริงภายในโรงเรือน ดังตารางที่ 1

ครั้งที่	ผลจากเซนเซอร์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิจริง (องศาเซลเซียส)	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	33.75	34.8	3.02
2	34.23	35.7	4.12
3	36.55	37.8	3.30
4	38.20	39.4	3.04
5	40.11	41.3	2.88
6	41.48	43.1	3.75
7	37.03	39.1	5.29
8	34.45	35.7	3.50
9	30.04	31.5	4.63
10	27.17	28.8	5.65
เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย			3.92

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิจากเซนเซอร์กับค่าจริงภายในโรงเรือน

จากตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์และอุณหภูมิจริงภายในโรงเรือน โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ร้อยละ 30 ช่วงที่ควบคุม ± 2 เมื่อทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าจะได้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้ร้อยละ 35.30 เมื่อเทียบกับค่าจริงพบว่ามี ความคลาดเคลื่อน 3.92 เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเทียบกับการตรวจวัดความชื้นในบรรยากาศ

ผลการเปรียบเทียบความชื้นที่ได้ตามช่วงเวลา ทุก 5 นาที ของความชื้นที่วัดได้จากเซนเซอร์และความชื้นจริงภายในโรงเรือน ดังตารางที่ 2

ครั้งที่	ผลจากเซนเซอร์ (ร้อยละ)	ความชื้นจริง (ร้อยละ)	ค่าความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	54.30	52.4	3.62
2	58.35	56.1	4.01
3	62.10	60.4	2.81
4	60.02	58.1	3.30
5	64.74	61.8	4.75
6	58.54	55.9	4.72
7	60.16	58.2	3.37
8	63.50	61.2	3.75
9	61.08	58.6	4.23
10	55.32	53.1	4.18
เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย			3.87

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความชื้นจากเซนเซอร์กับค่าจริงภายในโรงเรือน

จากตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความชื้นที่วัดได้จากเซนเซอร์และความชื้นจริงภายในโรงเรือน โดยกำหนดค่าความชื้นที่ร้อยละ 60 ช่วงที่ควบคุม ± 3 เมื่อทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าจะได้ค่าความชื้นเฉลี่ยที่วัดได้ร้อยละ 59.81 เมื่อเทียบกับค่าจริงพบว่ามี ความคลาดเคลื่อน 3.87 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเทียบกับการตรวจวัดความชื้นในดิน

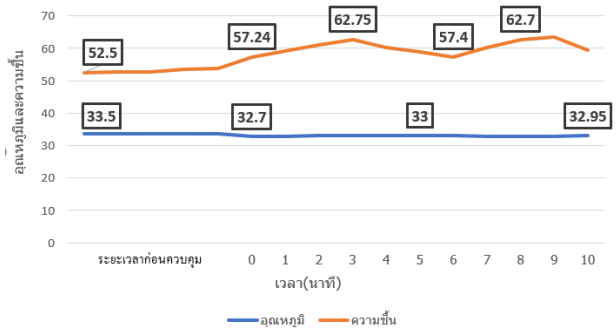
ผลการเปรียบเทียบความชื้นในดินที่ได้ตามช่วงเวลา 5 นาที ของความชื้นในดินที่วัดได้จากเซนเซอร์และความชื้นจริงภายในโรงเรือน ดังตารางที่ 3

ครั้งที่	ผลจากเซนเซอร์ (ร้อยละ)	ความชื้นจริง (ร้อยละ)	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
1	80	85	5.88
2	91	94	3.19
3	90	92	2.17
4	92	96	4.17
5	88	90	2.22
6	92	96	4.17
7	89	91	2.20
8	93	97	4.12
9	92	96	4.17
10	91	94	3.19
เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย			3.55

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความชื้นในดินจากเซนเซอร์กับค่าจริงภายในโรงเรือน

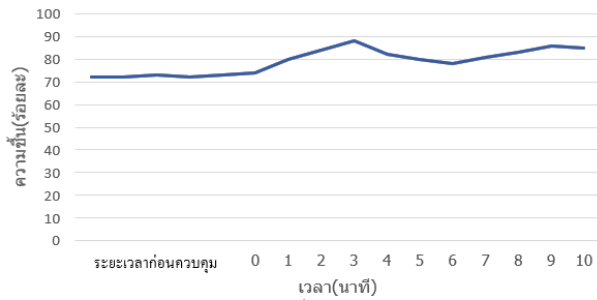
จากตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบความชื้นในดินที่วัดได้จากเซนเซอร์และความชื้นในดินจริงภายในโรงเรือน โดยกำหนดค่าความชื้นในดินที่ร้อยละ 75 ช่วงที่ควบคุม ± 3 เมื่อทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าจะได้ค่าความชื้นเฉลี่ยที่วัดได้ร้อยละ 89.8 เมื่อเทียบกับค่าจริงพบว่ามี ความคลาดเคลื่อน 3.55 เปอร์เซ็นต์

4.4 ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นระยะเวลา 10 นาทีในช่วง 9.00 น. – 9.10 น. ได้ค่าอุณหภูมิและความชื้น ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นระยะเวลา 10 นาที

จากกราฟรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าพัลคมเริ่มต้นทำงานเวลา 9.00 น. และมีการทำงานตลอดช่วงที่ควบคุม การทำงานของปั้มน้ำ เริ่มต้นการทำงานครั้งแรกเวลา 9.00 น. และทำงานครั้งต่อไปเวลา 9.06 น.

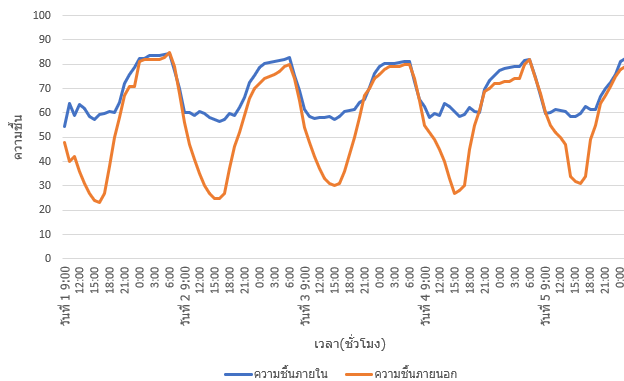


รูปที่ 10 ผลการควบคุมความชื้นในดินเป็นระยะเวลา 10 นาที

จากกราฟรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่ามีความชื้นเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 9.00 น. และเวลา 9.06 น. เนื่องจากการทำงานของปั้มน้ำส่งผลให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาที่ปั้มน้ำทำงาน

4.5 ผลการทดสอบวัดค่าความชื้นอากาศ ภายในและภายนอกโรงเรือน ระยะเวลา 5 วัน

ผลการทดสอบการตรวจวัดความชื้นอากาศ ณ วันที่ 09/04/2566 ถึง 14/04/2566 เป็นเวลา 5 วัน ได้ค่าความชื้นอากาศ ดังรูปที่ 11

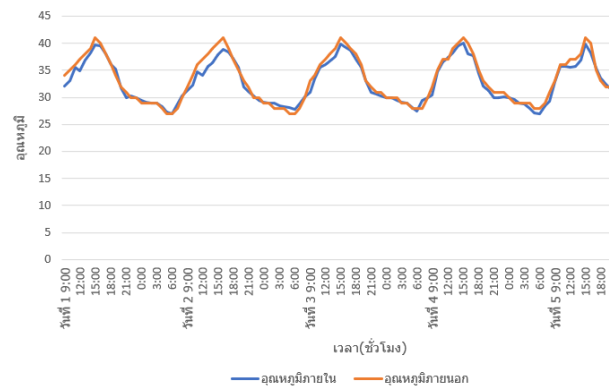


รูปที่ 11 ผลการทดสอบความชื้นอากาศตลอดช่วงระยะเวลา 5 วัน

จากรูปที่ 11 ผลการทดสอบความชื้นตลอดช่วงระยะเวลาทดสอบ พบว่าการตั้งค่าความชื้นร้อยละ 60 ตลอดระยะเวลา 5 วัน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 68.91 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าเป้าหมายอยู่ที่ 14.85 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนอยู่ที่ 18.23 เปอร์เซ็นต์

4.6 ผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน ใน ระยะเวลา 5 วัน

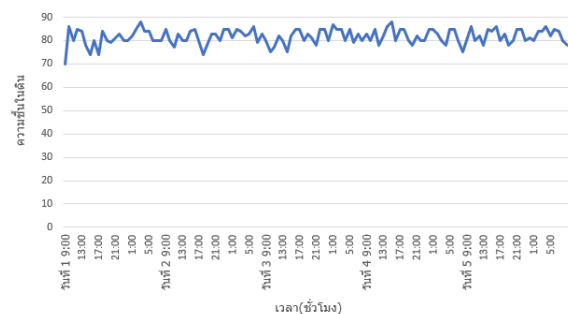
ผลการทดสอบการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ณ วันที่ 09/04/2566 ถึง 14/04/2566 เป็นเวลา 5 วัน ได้ค่าอุณหภูมิ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ผลการทดสอบอุณหภูมิตลอดช่วงระยะเวลา 5 วัน

จากรูปที่ 12 ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิตลอดช่วงระยะเวลาทดสอบ พบว่าการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 5 วัน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 32.7 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าเป้าหมายอยู่ที่ 9 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนอยู่ที่ 2.8 เปอร์เซ็นต์

4.7 ผลการทดสอบวัดค่าความชื้นในดินภายใน โรงเรือนระยะเวลา 5 วัน ผลการทดสอบการตรวจวัดความชื้นในดิน ณ วันที่ 09/04/2566 ถึง 14/04/2566 เป็นเวลา 5 วัน ได้ค่าความชื้นในดิน ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ผลการทดสอบความชื้นในดินตลอดช่วงระยะเวลา 5 วัน

จากรูปที่ 13 ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นในดินตลอดช่วงระยะเวลาทดสอบ พบว่าการตั้งค่าความชื้นในดินร้อยละ 75 ตลอดระยะเวลา 5 วัน มีค่าความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ที่ 81.71 และมีค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าเป้าหมายอยู่ที่ 8.9 เปอร์เซ็นต์

4.8 ผลการทดสอบการทำงานของระบบแบบสั่งการด้วยตนเอง

ผลการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนการตอบสนองการสั่งงานบนแพลตฟอร์มของ NETPIE 2020 โดยทำการทดลอง เปิด/ปิดการทำงานของระบบสั่งการด้วยตนเอง โดยทำการทดลองเปิด/ปิดพัลคมจำนวน 10 ครั้งได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4

ครั้งที่	เวลาตอบสนองของ การเปิดพัดลม(วินาที)	เวลาตอบสนองของ การปิดพัดลม(วินาที)
1	8	7
2	7	7
3	7	7
4	8	7
5	8	8
6	7	8
7	7	7
8	7	7
9	8	7
10	8	7

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบช่วงเวลาเปิด/ปิดการทำงานของพัดลม

จากผลการทดลองตารางที่ 4 พบว่าช่วงเวลาการตอบสนอง
การสั่งงานบนแดชบอร์ดของ NETPIE 2020 ของการเปิดพัดลมมีค่าเฉลี่ย
อยู่ที่ 7.5 วินาที และการปิดพัดลมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.2 วินาที

4.9 ผลการทดสอบการทำงานของระบบแบบสั่งการด้วยตนเอง

ผลการเปรียบเทียบช่วงเวลาการตอบสนองการสั่งงานบนแดชบอร์ดของ
NETPIE 2020 โดยทำการทดลอง เปิด/ปิดการทำงานของระบบสั่งการ
ด้วยตนเอง โดยทำการทดลองเปิด/ปิดปั้มน้ำจำนวน 10 ครั้งได้ผลการ
ทดลอง ดังตารางที่ 5

ครั้งที่	เวลาตอบสนองของ การเปิดปั้มน้ำ(วินาที)	เวลาตอบสนองของ การปิดปั้มน้ำ(วินาที)
1	10	7
2	7	7
3	8	7
4	7	7
5	8	7
6	8	8
7	7	8
8	7	7
9	8	7
10	8	7

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบช่วงเวลาเปิด/ปิดการทำงานของปั้มน้ำ

จากผลการทดลองตารางที่ 5 พบว่าช่วงเวลาการตอบสนอง
การสั่งงานบนแดชบอร์ดของ NETPIE 2020 ของการเปิดปั้มน้ำมีค่าเฉลี่ย
อยู่ที่ 7.8 วินาที และการปิดปั้มน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.2 วินาที

5. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายใน
โรงเรือน สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความชื้นในดินได้ตาม
ค่าที่กำหนด จากการทดลองการกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศา
เซลเซียส กำหนดช่วงที่ควบคุม ± 2 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าความ
คลาดเคลื่อน 9 เปอร์เซ็นต์ กำหนดค่าความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่
ควบคุม ± 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อน 14.85 เปอร์เซ็นต์
กำหนดค่าความชื้นในดิน 75 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ควบคุม ± 3 เปอร์เซ็นต์
พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อน 9.1 เปอร์เซ็นต์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อ.ดร.พิเชษฐ์ สืบสายพรหม ประธานกรรมการ
อ.ร้อยโทอนุวัติ อิงคินันท์ รองประธานกรรมการโครงการ ที่ช่วยให้
คำปรึกษา ดูแลโครงการเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุกฤกษ์ เชาวลิตรตระกูล. (2560). ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์
แบบอัตโนมัติ. แหล่งที่มา : http://dspace.bu.ac.th/bitstream/123456789/3065/1/supalak_chow.pdf, 1 พฤศจิกายน 2565.
- [2] ชัชวาล การะวัล, ธนยศ อริสริวงค์, ธนากร วงศ์อมเรศ, โปยีน จัน
ทนมัญญะ. (2564). ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนเกษตร
อินทรีย์. แหล่งที่มา : <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/SWUJournal/article/view/13695>, 1 พฤศจิกายน 2565.
- [3] จินันญา เจริญจำรัส, ดวงพร รัตนสังข์, ณัฐธิดา รุณฤทธิ์, ทิพวรรณ
หงษ์วาศ. (2560). เซ็นเซอร์วัดความชื้น. แหล่งที่มา :
<http://ias.it.msu.ac.th/course/1201377-Linux-script/1-2561/RPI-report/PRI-Soil-moisture-sensor.pdf>, 4 พฤศจิกายน 2565.
- [4] ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง, ชุตติกันต์ หอมทรัพย์, ปวันนพัศตร์ ศรี
ทรงเมือง, สุกภาณูจน์ คงสมแสวง, สุมณา บุญบก. (2563). การพัฒนา
รูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช
โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง. แหล่งที่มา :
<https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2563/research.rmutsb-2563-20200805134658195.pdf>, 6 พฤศจิกายน 2565.
- [5] ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์. (2556). ระบบ
ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืช.
แหล่งที่มา : <https://dehum-mdthai.com/2021/02/11/>, 20 พฤศจิกายน 2565.
- [6] ทิปรกร คุณาพรวิวัฒน์, วรพจน์ พันธุ์คง, อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ, จิรายุ
ยอดปัญญา. (2564). การเพิ่มประสิทธิภาพโรงเรือนขนาดเล็กระบบปิด
ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นผ่านไอโอที. แหล่งที่มา:
<http://www.dspace.spu.ac.th/bitstream/123456789/8340/1/paper%202564%20%28apirak%29.pdf>, 21 พฤศจิกายน 2565.



นาย พงศธร คำเล็ก
ศึกษาอยู่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน
ชั้นปีที่ 4 วิศวกรรมศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์
งานวิจัยที่สนใจเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับสมาร์ทฟาร์ม



นางสาว อธิติยา จำหาล่
ศึกษาอยู่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน
ชั้นปีที่ 4 วิศวกรรมศาสตร์ สาขาคอมพิวเตอร์
งานวิจัยที่สนใจเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับไอโอที

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....
(อ.ดร.พิเชษฐ สืบสายพรหม)
ประธานกรรมการโครงการ

.....
(อ.ร้อยโทอนุมัติ อิงคินันท์)
รองประธานกรรมการโครงการ

.....
(ผศ.ดร.อมรฤทธิ พุทธิพิพัฒน์จรร)
กรรมการโครงการ