การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งในการบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์ม กรณีศึกษา โรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Internet of Things Application for Smart Farm Management: A Case Study of Nongnumsomwithayakom School, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

อาคม หะยีอูมา[1], ณัฐพงศ์ สนองคุณ[2*], จารุณี สนองคุณ[3] และแดงเดช แนนเกี้ยง[4]

Akom Hayeeuma[1], Nuttapong Sanongkhun[2*], Jarunee Sanongkhun[3] and Daengdesh Naenkieng[4]

[1,2*,3,4]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ตำบลย่านยาว อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี 72130 โทรศัพท์ 09 8346 2824 E-mail: nattapong.s@rmutsb.ac.th

[1*,2,3,4]Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi Campus, Yan Yao, Samchuck, Suphanburi 72130 Tel. +669 8346 2824 E-mail: nattapong.s@rmutsb.ac.th

วันที่รับบทความ 17 พฤษภาคม 2565 **วันที่รับแก้ไขบทความ** 30 พฤศจิกายน 2565 **วันที่ตอบรับบทความ** 16 ธันวาคม 2565

Received: May. 17, 2022 **Revised:** Nov. 30, 2022 **Accepted:** Dec. 16, 2022

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์การนำอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง มาใช้ในการควบคุมระบบรดน้ำในแปลงผักพร้อมทั้งแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE โดยมีพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำงานของระบบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความชื้นในดิน และการเกิดฝนบริเวณแปลง ระบบมีขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การทำงานในสภาพอากาศปรกติ ระบบจะสั่งเปิดวาล์วรดน้ำไล่เรียงทีละแปลง เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ปั๊มน้ำที่มีกำลังสูง กำหนดให้ทำงานวันละ 3 รอบ แต่ละรอบสามารถกำหนดให้ทำงานได้ตั้งแต่ 5 – 30 นาที 2. ในกรณีที่เกิดฝนตก ในช่วงก่อนระบบทำงาน 15 นาที หรือช่วงระบบทำงานและมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเกินร้อยละ 90 ระบบรดน้ำจะหยุดทำงาน หรือหากต้องการเปิด - ปิด ระบบการให้น้ำที่อยู่ภายนอกจากเงื่อนไขที่กำหนด สามารถสั่งผ่านจากเว็บแอปพลิเคชันออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย

ผลการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบและแสดงผลผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE จำนวน 3 รอบ ๆ ละ 5 วัน รวมจำนวนที่ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 15 ครั้ง พบว่าระบบมีความถูกต้องในการทำงานคิดเป็นร้อยละ 93.33

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง, สมาร์ทฟาร์ม, คลาวด์แพลตฟอร์ม

Abstract

The aim of this study was to apply an Internet of Things application to control the watering system of vegetable plots while showing the results via the cloud-based platform NETPIE. In this study, the parameters were air temperature, relative humidity, soil moisture, and rain. Two systems were used depending if the weather was clear or rainy. If the weather was clear, the system turned on the water for each vegetable

plot one by one. This was to reduce the cost of using a high-powered water pump. There were three periods of operating the high-powered water pump. In each period, the pump operated for 5-30 minutes. If there was rain 15 minutes before the system was used, or while the machine was being used, and the air had a relative humidity of more than 90 percent, the system was closed using the web application, which was easy to use and control.

The system was tested for 15 days. There were 3 rounds of testing, with each round lasting for 5 days. The result of the study showed that the system accuracy was 93.33%.

Keywords: Internet of Things, Smart Farm, Cloud Platform

1. บทนำ

จากเป้าหมาย Thailand 4.0 ด้านมิติความอยู่ดีมีสุขทางสังคม ที่ต้องการเปลี่ยนเป็น “สังคมที่ไม่ทอดทิ้งใครไว้ข้างหลัง” (Inclusive Society) ด้วยการเติมเต็มศักยภาพของผู้คนในสังคม เพื่อสร้างหลักประกันความมั่นคงทางเศรษฐกิจสังคม และฟื้นความสมานฉันท์และความเป็นปึกแผ่นของคนในสังคมให้กลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง หนึ่งในเป้าหมาย คือการเพิ่มจำนวนเกษตรกรให้เป็น Smart Farmer จำนวน 20,000 ครัวเรือน ภายในระยะเวลา 5 ปี และ 100,000 ครัวเรือน ภายใน 10 ปี นอกจากนี้ 1 ใน 5 กลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาขึ้นในประเทศ คือกลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital & IOT - Embedded Technology) จุดตั้งต้นที่จะต้องริเริ่ม (Killer Applications) จุดหนึ่ง คือ Smart Farm โดยมหาวิทยาลัยเป็นปัจจัยที่จะต้องเติมให้เต็ม (Missing Links) (Division of Research Administration and Quality Assurance, 2016)

โรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นโรงเรียนระดับกลางได้รับปัจจัยการผลิตการขยายผลโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน ตามพระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี ให้ดำเนินโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ.2561 แต่ที่ผ่านมาโรงเรียนได้พบปัญหาเกี่ยวกับระบบการให้น้ำในแปลงปลูกผัก ซึ่งระบบเดิมได้ใช้เครื่องตั้งเวลาควบคุมการจ่ายไฟเข้าปั๊ม (ติดตั้งใกล้กับแปลงที่ 1) เพื่อสูบน้ำเข้าสู่แปลงผัก เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ระบบก็จะเปิดน้ำ รดน้ำผักผ่านสปริงเกอร์ที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ แต่พบว่าการให้น้ำด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากน้ำที่จ่ายไปรดน้ำนั้น ไม่ได้มีอุปกรณ์เพิ่มแรงดันใด ๆ โดยใช้แรงดันจากน้ำตามท่อปรกติ ประกอบกับแปลงปลูกผักมีความยาวประมาณ 160 เมตร แปลงผักที่อยู่ท้าย ๆ จึงได้รับน้ำไม่เพียงพอ ส่วนแปลงผักที่อยู่ใกล้กับเครื่องสูบน้ำก็ได้รับน้ำมากก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมแปลงผัก พืชผักเสียหายเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ระบบดังกล่าวไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขหยุดการรดน้ำเมื่อมีฝนตก ระยะเวลาที่ให้น้ำที่เหมาะสมกับชนิดของพืชในแต่ละแปลงและปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับความชุ่มชื้นในดินในระดับที่เหมาะสม จากปัญหาเกี่ยวกับระบบการให้น้ำในแปลงปลูกผักของโรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม ทางคณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องมือ เซนเซอร์ต่าง ๆ

มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบรดน้ำ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและระบบสมาร์ทฟาร์ม ที่มีการนำเซนเซอร์วัดปัจจัยทางกายภาพ เพื่อช่วยให้การใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ตรงต่อความต้องการของพืช ช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรน้ำ มาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำแบบแยกอิสระจากกันในแต่ละแปลง และทำงานร่วมกับเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อให้ระบบสามารถจ่ายน้ำให้มีความเหมาะสมกับพันธุ์พืชในแต่ละแปลง สามารถทราบสถานะการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์ (Real time) ผ่าน NETPIE ด้วยการเชื่อมต่อระบบกับเครือข่ายไร้สาย โดยคาดหวังว่าระบบดังกล่าวจะทำให้ผักในแต่ละแปลงเจริญเติบโตตามความมุ่งหวังของโรงเรียน และเป็นหนึ่งในปัจจัยการผลิตการขยายผลโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ต เพื่อสรรพสิ่งในการควบคุมระบบรดน้ำในแปลงผัก พร้อมแสดงผลการทำงานผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE

2.2 เพื่อศึกษาการนำเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์มาใช้ร่วมกับอินเทอร์เน็ต เพื่อสรรพสิ่งในการควบคุมระบบรดน้ำในแปลงผัก

2.3 เพื่อเปรียบเทียบจำนวนแปลงเพาะปลูกที่สามารถเก็บผลผลิตได้ระหว่างเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อสรรพสิ่งกับระบบรดน้ำแบบตั้งเวลา

3. วิธีดำเนินการวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาและพัฒนาระบบรดน้ำในแปลงผักที่ควบคุมด้วยอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง

2. ระบบรดน้ำในแปลงผักที่ควบคุมด้วยอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง สามารถแสดงผลการทำงานข้อมูลการเกิดฝน ความชื้นในดิน อุณหภูมิบริเวณแปลงปลูก ผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE

3. ดำเนินการวิจัยภายในโรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีระยะเวลาดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือน กันยายน พ.ศ.2562 - เมษายน พ.ศ.2563

3.2 กรอบแนวคิด

การศึกษาวิจัยนี้มีแนวคิดในการออกแบบระบบรดน้ำที่ควบคุมด้วยอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งและแสดงผลการทำงานของระบบผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE โดยนำเซนเซอร์ตรวจวัดการเกิดฝน อุณหภูมิบริเวณแปลงปลูกผัก ค่าความชื้นในดิน เข้ามาช่วยให้การทำงานของระบบรดน้ำมีความทันสมัยและลดการสิ้นเปลืองของทรัพยากรน้ำ

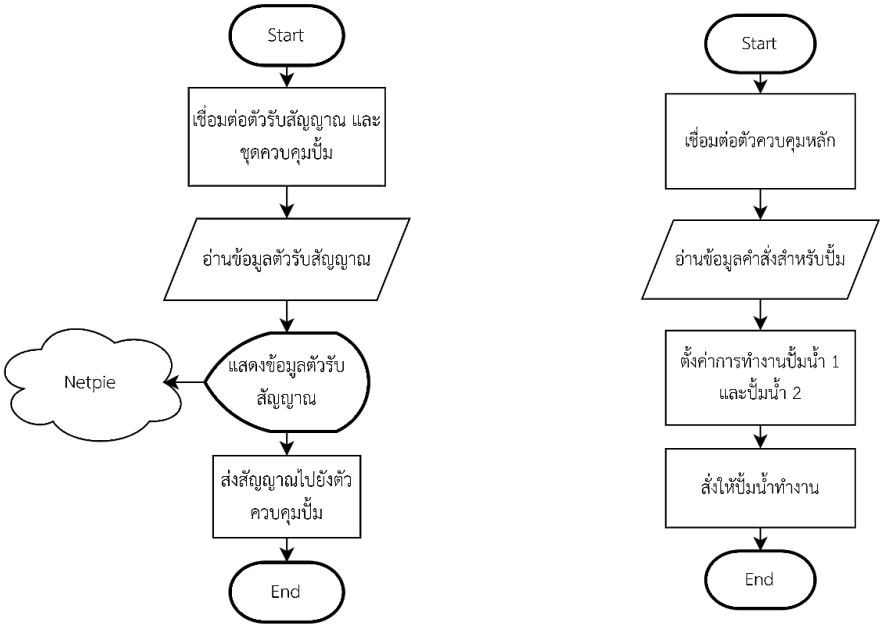
3.3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่1 คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของบอร์ดอาดูยโน่ (บอร์ดอาดูยโน่ ESP8266 และATMEGA2560) ได้แก่ เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ รุ่น DHT11, เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน รุ่น FC-28, เซนเซอร์ตรวจจับน้ำฝน รุ่น MH-RD Raindrop Sensor และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่2 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงาน

1. แผนผังคำสั่งการทำงานของระบบหลักใน ESP32 ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เซนเซอร์ตรวจสอบฝน และการแสดงผลผ่านแพลตฟอร์ม NETPEI ดังภาพที่ 1 (ก)

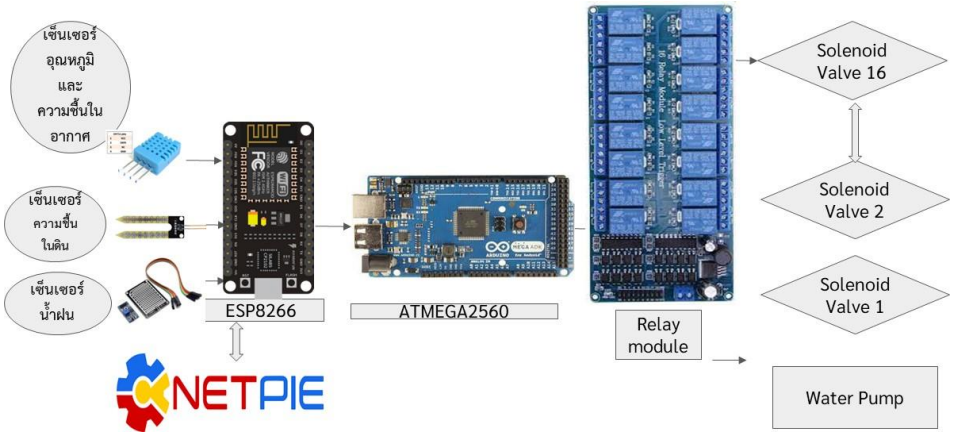
2. แผนผังคำสั่งการทำงานระบบรดน้ำ ATMEGA ซึ่งใช้สั่งการทำงานของอุปกรณ์ปั๊มน้ำ และโซลินอยด์วาล์ว แสดงดังภาพที่ 1 (ข)



ภาพที่ 1 (ก) แผนผังเริ่มต้นการทำงาน ESP32
(ข) การรับ-ส่งข้อมูลจากบอร์ด ATMEGA 2560

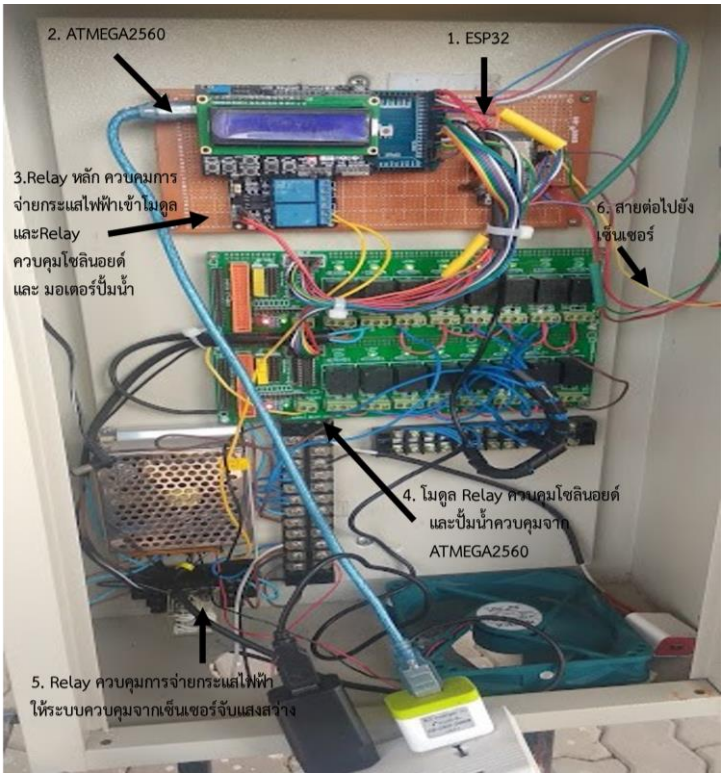
ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบระบบ Smart Farm เพื่อกำหนดรูปแบบการวางอุปกรณ์และวงจรให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ตลอดจนจัดวางโครงสร้างภายในและภายนอกของวงจรให้มีระเบียบและรูปลักษณ์ที่สวยงาม โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบการควบคุมการรดน้ำแบบแยกอิสระจากกันในแต่ละแปลง เพื่อให้สามารถรักษาปริมาณน้ำให้มีความเหมาะสมกับพันธุ์พืชในแต่ละแปลง

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบการทำงานของวงจร การสั่งงานของระบบ การทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ และการเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สาย โดยควบคุมผ่าน NETPIE เพื่อให้วงจร Smart Farm แสดงผลการทำงานของระบบได้ โดยมีบล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมการทำงานของระบบ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมการทำงานของระบบ

3.4 การออกแบบเครื่องมือ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรในการควบคุมการทำงานของระบบให้มีหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานในระบบควบคุมการเปิด – ปิดน้ำ ในแปลงปลูกผัก ดังภาพที่ 3



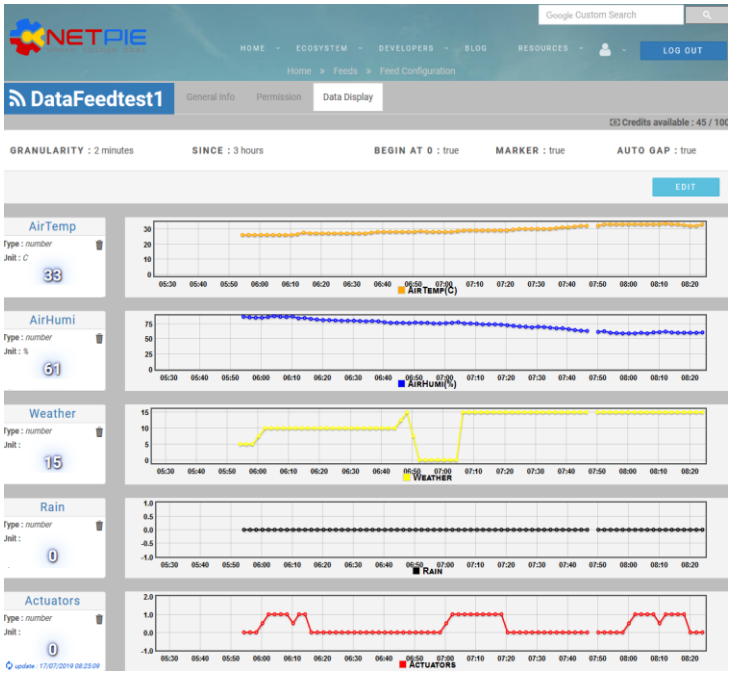
ภาพที่ 3 การออกแบบวงจรในการควบคุมระบบในการใช้งานจริง

จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งประกอบด้วยชุดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและวัดความชื้นในอากาศ (Temperature and Humidity Sensor, DHT 11) ย่านวัดอุณหภูมิ 0 - 50 องศาเซลเซียส มีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±2°C, ย่านวัดความชื้น 20-90% RH โดยค่าความชื้นสัมพันธ์ (Relative Humidity, RH)

สามารถคำนวนได้จากสมการ (1) มีค่าความผิดพลาดในการวัดไม่เกินร้อยละ 5 (Mouser Electronics, 2022)

$$RH = \frac{\text{ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ}}{\text{ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน}} \times 100\% \quad (1)$$

นอกจากนี้ยังมีชุดเซนเซอร์ตรวจจับน้ำฝน (Raindrop Detection Sensor Module) และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เชื่อมต่อกับ ไมคอลโทลเลอร์ ESP 32 เป็นตัวควบคุมการทำงาน และประมวลผลค่าที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ ส่งข้อมูลต่อไปยัง NETPIE ที่ทำหน้าดูแลการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้ เก็บค่าข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ การแจ้งเตือนความผิดปรกติของเซนเซอร์จากที่ได้กำหนดไว้ โดยแสดงผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Dashboard (ดังภาพที่ 4)



(ก.)

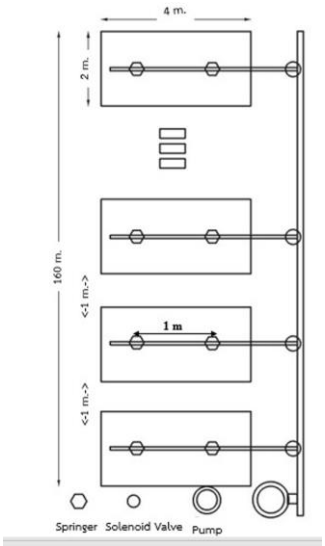
(ข.)

ภาพที่ 4 (ก.) ข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่แสดงบน NETPIE
(ข.) อินเทอร์เฟซของเว็บแอปพลิเคชันในงานวิจัยครั้งนี้

จากภาพที่ 4 (ก.) แสดงการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบบน Dashboard โดยเส้นสีเหลืองแสดงเงื่อนไขทำงาน เส้นสีแดงแสดงการทำงาน (สั่งให้ ปั๊มน้ำ โซลินอยด์วาล์วทำงาน) โดยเส้นสีแดงจะเริ่มทำงาน เมื่อเส้นสีเหลืองต่ำกว่าค่ากำหนด นอกจากนี้ยังมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ATMEGA 2560 ที่รับคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของชุดรีเลย์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิชท์ปิด - เปิด

ปั๊มน้ำให้ทำงาน โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ลงในกล่องกันน้ำ ติดตั้งหน้าบริเวณใกล้ปั๊มน้ำ สามารถดูการทำงานได้จากหน้าจอ LCD ขนาดจอ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ของกล่องอุปกรณ์หรือดูผ่านมือถือ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งผลลัพธ์จะปรากฏบนหน้าจอหรือส่วนแสดงผลของอุปกรณ์ฝั่งคณะผู้วิจัย โดยในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบหน้าเว็บเพจเพื่อควบคุมการเปิด - ปิดระบบ รวมทั้งแสดงข้อมูลทางกายภาพเบื้องต้น ดังภาพที่ 4 (ข.)

3.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย แปลงปลูกผักในโรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม มีขนาด 2 x 4 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร จำนวน 31 แปลง วางเรียงรายต่อเนื่องตลอดระยะทางประมาณ 160 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 5 (ก) โดยน้ำที่นำมาใช้ในแปลงนั้น นำขึ้นจากลำน้ำสาธารณะด้วยปั๊มหอยโข่ง ขนาด 3 แรงม้า ท่อน้ำเข้าออก 3x3 นิ้ว (หน้าแปลน) ดังแสดงในภาพที่ 5 (ข)



(ก) (ข)

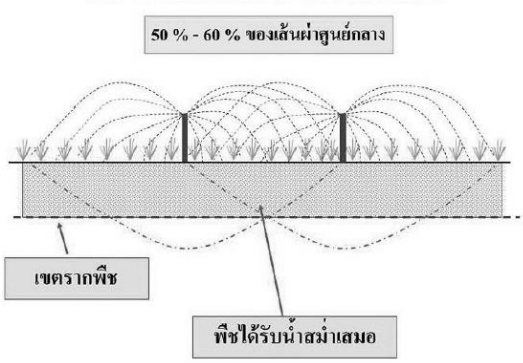
ภาพที่ 5 (ก) ผังแปลงปลูกผัก โรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม
(ข) ลักษณะแปลงปลูกผัก โรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือกการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (Sprinkler Irrigation) จ่ายน้ำผ่านรูฉีด (Nozzle) ไปกระทบกับแป้นปะทะเส้นผ่านศูนย์กลางฉีดน้ำ 3.0 เมตร ระยะระหว่างหัวสปริงเกลอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับสภาพพื้นที่ทั่ว ๆ ไป ค่าที่แนะนำคือ ร้อยละ 50 ของเส้นผ่าศูนย์กลางฉีดน้ำ เรียกการวางแบบนี้ว่าการวางหัวแบบหัวชน (Kaikaew,T. & Khongman, K., 2018) ดังสมการ (2)

$$\text{ระยะระหว่างหัวจ่ายน้ำ} = \frac{1}{2} \times \text{เส้นผ่านศูนย์กลางฉีดน้ำ} \qquad (2)$$

ดังนั้นระยะระหว่างหัวจ่ายน้ำที่ทางผู้วิจัยใช้ให้มีความเหมาะสมคือ 1.5 เมตร ทั้งนี้การวางตำแหน่งหัวจ่ายน้ำได้ถูกต้อง เหมาะสมจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง ดังภาพที่ 6

การวางตำแหน่งหัวสปริงเกอร์ที่ดี



ภาพที่ 6 การซ้อนทับของวงน้ำที่วางหัวได้ระยะที่เหมาะสมทำให้มีพื้นที่ได้รับน้ำสม่ำเสมอ
ที่มา: Kaikaew,T. & Khongman, K.,2018

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งในการควบคุมระบบรดน้ำในแปลงผัก ขนาด 2 x 4 เมตร ความยาวประมาณ 160 เมตร พร้อมแสดงผลการทำงานผ่านคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE แสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การแสดงข้อมูลของพารามิเตอร์ต่าง ๆ บนหน้า NETPEI ช่วงการทดสอบระบบ

จากภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างผลการทำงานของระบบรดน้ำที่ควบคุมด้วยอิเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งผ่าน NETPIE พบว่าระบบจะเริ่มทำการรดน้ำไปทีละแปลง (กราฟเส้นสีแดงแปลงที่ 1 สีน้ำเงินแปลงที่ 2 สีเหลือง แปลงที่ 3และแปลงที่ 4 สีดำ) โดยมีเงื่อนไขการรดน้ำในขณะนั้น คือ อุณหภูมิบริเวณแปลงผัก 34 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศร้อยละ 60

4.2 ผลการนำเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์มาใช้ร่วมกับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งในการควบคุมระบบรดน้ำในแปลงผัก โดยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบที่แสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE ขณะใช้งานจริงกับแปลงปลูกผักของโรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม ในรอบที่ 1 ระหว่างวันที่ 22 - 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ตั้งเวลาการรดน้ำไว้ทั้งหมด 3 ช่วง คือ P1 = 06.00 - 08.00 น., P2 = 11.00 - 13.00 น., P3 = 16.00 - 18.00 น ได้ผลการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1 (เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ระบบแสดงผลการทำงานบน NETPIE เครื่องหมาย × หมายถึง ระบบไม่แสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE)

ตารางที่ 1 แสดงผลการเก็บข้อมูลในรอบที่ 1

วันที่	**การแสดงผลทำงานบนNETPIE**		
	P1	**P2**	**P3**
22/02/63	✓	✓	✓
23/02/63	✓	✓	✓
24/02/63	✓	✓	✓
25/02/63	✓	✓	✓
26/02/63	✓	✓	✓

จากผลการแสดงข้อมูลดังตารางที่ 1 พบว่าการเก็บข้อมูลในรอบที่1 การแสดงผลการทำงานของระบบตลอด 5 วันที่บันทึกข้อมูล ระบบแสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE ตามปรกติ

ในการเก็บข้อมูลรอบที่ 2 ระหว่างวันที่ 7 - 11 มีนาคม พ.ศ.2563 ตั้งเวลาการรดน้ำไว้ทั้งหมด 3 ช่วง คือ P1 = 06.00 - 08.00 น., P2 = 11.00 - 13.00 น., P3 = 16.00 - 18.00 น ได้ผลการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2 (เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ระบบแสดงผลการทำงานบน NETPIE เครื่องหมาย × หมายถึง ระบบไม่แสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE)

ตารางที่ 2 แสดงผลการเก็บข้อมูลในรอบที่ 2

วันที่	**การแสดงผลทำงานบนNETPIE**		
	P1	**P2**	**P3**
7/03/63	×	×	×
8/03/63	✓	✓	✓
9/03/63	✓	✓	✓
10/03/63	✓	✓	✓
11/03/63	✓	✓	✓

จากผลการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 2 พบว่าในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2563 ไม่ปรากฏการแสดงผลการทำงานบนคลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE คณะผู้วิจัยจึงได้เดินทางไปยังสถานที่ดำเนินงานวิจัย เพื่อหาสาเหตุ พบว่าเกิดจากสายไฟที่ใช้รับ-ส่งสัญญาณจากบอร์ดไปยังโซลินอยด์วาล์วถูกตัดขาดเนื่องจากการตัดหญ้าบริเวณแปลงปลูก (ในช่วงเสาร์ - อาทิตย์) ทางคณะผู้วิจัยถึงได้ทำการต่อสายไฟที่ขาดและนำสายไฟรับ - ส่งสัญญาณทั้งหมดใส่ไว้ในท่อร้อยสายไฟ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาดังกล่าวในอนาคต เมื่อทำการตรวจสอบการทำงานของระบบในครั้งถัดมา พบว่าระบบกลับมาทำงานตามปรกติ

ในการเก็บข้อมูลรอบที่ 3 ระหว่างวันที่ 14 - 18 มีนาคม พ.ศ.2563 ตั้งเวลาการรดน้ำไว้ทั้งหมด 3 ช่วง คือ P1 = 06.00 - 08.00 น., P2 = 11.00 - 13.00 น., P3 = 16.00 - 18.00 น ได้ผลการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3 (เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ระบบแสดงผลการทำงานบน NETPIE เครื่องหมาย ✕ หมายถึง ระบบไม่แสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE)

ตารางที่ 3 แสดงผลการเก็บข้อมูลในรอบที่ 3

วันที่	การแสดงผลทำงานบนNETPIE		
	P1	P2	P3
14/03/63	✓	✓	✓
15/03/63	✓	✓	✓
16/03/63	✓	✓	✓
17/03/63	✓	✓	✓
18/03/63	✓	✓	✓

จากผลการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 3 พบว่าในรอบที่ 3 การทำงานของระบบตลอด 5 วันที่บันทึกข้อมูล ระบบแสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE ตามปรกติ

4.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนแปลงเพาะปลูกที่สามารถเก็บผลผลิตได้ระหว่างระบบรดน้ำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งกับระบบรดน้ำแบบตั้งเวลา เนื่องจากแปลงปลูกผักทั้ง 31 แปลงนั้น ปลูกทั้งผักกินใบและต้น เช่น ผักบุ้งจีน คะน้า ผักชี และผักกินผล เช่น มะเขือ พริกขี้หนู ที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บผลผลิตที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเปรียบเทียบผลผลิตนั้น จะนำเสนอโดยการเปรียบเทียบจากจำนวนแปลงที่สามารถเก็บผลผลิตได้ หลังจากนำระบบรดน้ำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งกับระบบรดน้ำแบบตั้งเวลา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนแปลงที่สามารถเก็บผลผลิตได้ หลังจากนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งและระบบสมาร์ทฟาร์มทดแทนระบบการตั้งเวลา

จำนวนแปลงที่สามารถเก็บผลผลิต	
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง	ใช้ระบบการตั้งเวลา
31	8 - 11

จากตารางที่ 4 พบว่าระบบรดน้ำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งและระบบสมาร์ทฟาร์ม สามารถเก็บผลผลิตจากแปลงผักครบทุกแปลง ทำให้ทางโรงเรียนมีปัจจัยการผลิตการขยายผลโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันได้ตามวัตถุประสงค์ ลดการซื้อผักเพิ่มเพื่อมาประกอบการอาหารกลางวันได้เดือนละหลายร้อยบาท ทั้งนี้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการติดตั้งเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งและระบบสมาร์ทฟาร์มไม่เกินห้าพันบาท ขณะที่การใช้ระบบตั้งเวลาควบคุมการจ่ายน้ำแบบควบคุมโซนมีต้นทุนในการติดตั้งไม่ต่ำกว่าห้าพันบาท แต่ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้อย่างเพียงพอ จนไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการอาหารกลางวันได้

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

ผลการเก็บข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 - 3 เป็นการทดสอบการทำงานของระบบ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวน 3 รอบ ๆ ละ 5 วัน รวมจำนวนที่ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 15 ครั้ง พบว่าเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบทั้งสิ้น 3 ครั้ง (ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นปัจจัยภายนอกที่ทางคณะผู้วิจัยไม่ได้คาดคิด) ดังนั้นผลการทดสอบของระบบจึงมีความแม่นยำและถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 93.33 ทั้งนี้ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบระบบ ไม่ปรากฏว่ามีฝนตกในพื้นที่ จึงทำให้เซนเซอร์วัดความชื้นในอากาศและเซนเซอร์วัดการเกิดฝน ไม่มีค่าเกินที่กำหนดไว้ ระบบจึงทำงานได้ตามปรกติ ขณะที่การทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เนื่องจากสภาพของดินที่นำมาใช้ในแปลงปลูกนั้นเป็นดินร่วนที่มีสมบัติการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จึงทำให้ค่าความชื้นในดินไม่เกินค่ากำหนดไว้เช่นกัน

การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งในการบริหารจัดการแปลงปลูกผักในครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีที่ใช้งานง่ายและมีราคาที่ถูก โดยนำบอร์ดอาดูยโน่ เชื่อมต่อกับ NETPIE ที่เป็นคลาวด์แพลตฟอร์มสำหรับให้บริการเชื่อมต่อการสื่อสารกับบอร์ด ช่วยให้ทางโรงเรียนไม่ต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาปั๊มน้ำไฟฟ้าที่มีกำลังสูง และปัญหาการรดน้ำแปลงผักในช่วงวันหยุดหรือปิดภาคการศึกษา นอกจากนี้ผลการทดลองเซนเซอร์วัดความชื้นของดิน เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ และเซนเซอร์วัดการเกิดฝนสามารถทำงานได้ตามค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ส่วนการแสดงผลการทำงานของระบบผ่าน NETPIE ช่วยให้คุณครูหรือนักเรียนสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อดูสภาพแวดล้อมทางกายภาพบริเวณแปลงปลูกและการทำงานของระบบได้จากทุกที่และทุกเวลา ทั้งนี้งานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัย เรื่องการหาประสิทธิภาพของระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งสำหรับควบคุมการจ่ายน้ำแก่แปลงปลูกผักที่มีระยะทางไกล ๆ ทั้งในด้านการทำงานของบอร์ดที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบวงจรการจ่ายน้ำให้พืชในแปลงเกษตรที่มีประสิทธิภาพ (Kamnuanchai, & Kimpan, 2017) (Fongngern, Petcharn, & Yajo, 2018) ทั้งตัวระบบวงจรและต่อการจ่ายน้ำให้พืชในแปลงเกษตรที่มีระยะทางไกล ๆ ขณะที่ข้อจำกัดของการนำระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งแสดงผลการทำงานผ่าน NETPIE ในครั้งนี้คือการต้องมีระบบไฟสำรองเพื่อป้องกันการเกิดการขัดข้องจากปัญหาไฟฟ้าดับ และการล่มของระบบอินเทอร์เน็ตภายในโรงเรียน

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น โดยมีสถาบันอุดมศึกษาเป็นพี่เลี้ยงโรงเรียนเครือข่าย เพื่อการพัฒนาอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน และนางสาวณัฏฐนิธ กาลพัฒน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองน้ำส้มวิทยาคม (ขณะนั้น)

7. เอกสารอ้างอิง

Division of Research Administration and Quality Assurance. (2016). *Blueprint Thailand 4.0 drive model Thailand to Wealth, Stability and Sustainability*. [online], Available: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/blueprint-thailand-4 /. access on April 23,2022. (in Thai)

Fongngern, V. Petcharn, S. & Yajo, R. (2018). Application with the Internet of Things Technology Control in Smart Farms Mushroom. *Journal of Technology Management Rajabhat Mahasarakham University.* Vol. 5 No. 1 2018 January – June. Pages 172-182. (in Thai)

Kaikaew,T. & Khongman, K. (2018). *People's Edition of the Design Manual of Water Systems.* Bangkok: Newthammada Press (Thailand) co., Ltd. (in Thai)

Kamnuanchai, S. & Kimpan, C. (2017). Internet of Things system for watering of coriander Notification by Line Application. *I-Tech Industrial Technology Faculty Thepsatri Rajabhat University Journal.* Vol.12 No. 1. 2017 January - June. Pages 89-101 (in Thai)

Mouser Electronics. *DHT11 Humidity & Temperature Sensor.* [online], Available: https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf. Access on April 20, 2022.