



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

## การพัฒนาระบบวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย

### Development of a rainfall measurement system and data transmission via wireless communication system

ณัฐพงศ์ บุตรธนู และ ชัยพันธ์ ประการะพันธ์

Nuttapong Bootthanu and Chaiphan Prakaraphan

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Faculty of Mechatronics and Robotics Engineering, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

Received: 18 December 2019

Revised: 17 July 2020

Accepted: 16 November 2020

Available online: 14 June 2021

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ และสัญญาณจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการรับ-ส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดปริมาณน้ำฝน ซึ่งข้อมูลนี้มีการกำหนดค่าของปริมาณน้ำฝนตามค่ามาตรฐานจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้ 1) ฝนตกล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 0.1 - 10.0 มม., 2) ฝนตกปานกลาง มีค่าเท่ากับ 10.1 - 35.0 มม., 3) ฝนตกหนัก มีค่าเท่ากับ 35.1 - 90.0 มม. และ 4) ฝนตกหนักมาก มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90.1 มม. การทดสอบระบบจำลองสภาพอากาศฝนตกในวันที่ 21 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. ถึงวันที่ 22 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. รวมระยะเวลา 24 ชม. ผลลัพธ์ที่ได้ คือสภาพอากาศฝนตกหนักมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ในระดับมากกว่า 90.1 มม. ทำให้ระบบการแจ้งเตือนส่งข้อมูลแจ้งเตือนทุก 1 นาทีผ่านแอปพลิเคชัน NETPIE บนสมาร์ทโฟน และทดสอบสภาพอากาศฝนตกจริง วันที่ 23 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. รวมระยะเวลา 24 ชม. ผลลัพธ์ที่ได้ คือสภาพอากาศฝนตกล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนอยู่ในระดับน้อยกว่า 10.0 มม. ผลลัพธ์ที่ได้นี้สามารถนำข้อมูลจากการวัดปริมาณน้ำฝนไปประยุกต์ใช้งานต่างได้ เช่น แจ้งเตือนปริมาณน้ำในชุมชน หรือเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับพื้นที่การเกษตรได้

**คำสำคัญ:** เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ระบบแจ้งเตือนปริมาณน้ำ การส่งข้อมูลไร้สาย

**Abstract**

This research presents a development of a solar-powered rain gauge system with wireless data transmission. In addition, the rainfall was recorded to an electrical signal. It can be divided into four situations of rainfall such as 1) 0.1 - 10.0 mm. (small rainfall), 2) 10.1 - 35.0 mm. (medium rainfall), 3) 35.1 - 90.0 mm. (heavy rainfall), and 4) the rainfall is greater than or equal to 90.1 mm is defined as the highest heavy rainfall. In the experiments, the rainfall was recorded on June 21, 2019 at 7:00 am until June 22, 2019 at 7:00 am, total duration 24 hrs., in rainfall model. The results showed that the rainfall was greater than 90.1 mm., which indicated that the rainfall was highest heavy rainfall. Furthermore, the data of rainfall was sent in every 1 minute via NETIPE appellation on smart phone. Moreover, the rainfall was recorded in real situation on June 21, 2019 at 7:00 am until June 22, 2019 at 7:00 am, total duration 24 hrs. The obtained data from the rainfall is less than that 10.0 mm., which mean that the small rainfall. From the results, it can confirm that the proposed system can be used for measuring the rainfall.

**Keywords:** Rain gauge: Water level notification system: Wireless data transmission

---

\* ติดต่อ: E-mail : nuttapong.bo@udru.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 085-6590900

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการตรวจวัดระดับน้ำของกรมชลประทานส่วนใหญ่เป็นระบบการตรวจวัดที่ต้องอาศัยมนุษย์เป็นผู้ตรวจสอบระดับน้ำที่อยู่บนแผ่นวัดระดับน้ำ (Staff gauge) อยู่เป็นระยะ ๆ และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำที่มีจำหน่ายหรือในงานวิจัยมีหลากหลายประเภทตามหลักการทำงาน เช่น เทคนิคของ Acoustical gas resonator [1] โดยวิธีดังกล่าวประกอบด้วย ท่อนาคลิ้นที่ปลายหนึ่งจมอยู่ในของเหลวและปลายอีกด้านถูกปิด โดยมีการติดตั้งแหล่งกำเนิดคลื่น และไมโครโฟนไว้ที่ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonator) เป็นฟังก์ชันกับระยะทางระหว่างปลายที่ถูกปิดกับผิวน้ำ สามารถตรวจวัดระดับของเหลวได้เมื่อทราบคุณลักษณะของความถี่เรโซแนนซ์ที่โหมดต่าง ๆ แต่มีข้อจำกัดคือ ค่าความแตกต่างของความยาวท่อกับระดับน้ำสูงสุดที่ตรวจวัดต้องมีความมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนาคลิ้น นอกจากนี้ วิธีนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดระดับของน้ำที่ปนไปด้วยทรายและมีผลตอบสนองที่ช้า หรือใช้หลักการวัดด้วยคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Dielectric electrical properties) เป็นการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระดับน้ำ เช่น การวัดระดับของเหลวด้วยหลักการค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance sensor) [2-5] เป็นวิธีการวัดที่อาศัยหลักการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดจากค่าไดอิเล็กตริกที่ต่างกันระหว่างของเหลวกับอากาศ วัดค่าได้เป็นค่าความจุไฟฟ้า [6] การวัดแบบนี้จะทำให้เกิดการกัดกร่อนของผิวเซนเซอร์ เมื่อใช้ไประยะหนึ่งและในที่สุดข้อมูลที่อ่านได้จะมีความผิดพลาด

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบ Siphon เป็นเครื่องมือช่วยในการพยากรณ์เดือนกายน้ำท่วม รวมถึงการใช้ข้อมูลปรับปรุงพัฒนางานชลประทาน เครื่องวัดน้ำฝนแบบ Siphon จัดทำขึ้นเพื่อให้สามารถบันทึกข้อมูลเข้าระบบจัดบันทึกข้อมูล และเป็นต้นแบบในการที่จะพัฒนาเป็นระบบโทรมาตรที่สมบูรณ์แบบในขั้นต่อไป ซึ่งเครื่องวัดน้ำฝนแบบ Siphon มีข้อดี คือไม่มีส่วนใดที่เคลื่อนไหว จึงประหยัดค่าบำรุงรักษา และสามารถผลิตขยายผลให้ทั่วพื้นที่ชลประทานได้ในอนาคตต่อไป

จากสภาพปัจจุบันเกิดปัญหาน้ำท่วมในหลาย ๆ พื้นที่ และการแจ้งเตือนยังล่าช้า ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย ทดสอบโดยการจำลองสภาพอากาศฝนตก ใช้สปริงเกอร์แบบหมุนรอบตัว 360 องศา กระจายน้ำเพื่อให้เป็นเม็ดเหมือนฝนตก จำลองสภาพอากาศฝนตกหนักมาก ฝนตกปานกลาง ฝนตกเล็กน้อย และทดสอบจากสภาพอากาศฝนตกจริง จากการทดสอบนั้นระบบวัดปริมาณน้ำฝนจะทำการประมวลผลและส่งข้อมูลไปเก็บและแสดงบนฐานข้อมูลของ Network Platform for Internet of Everything (NETPIE) [7] ทำให้สามารถดูค่าความหนาแน่นของน้ำในทุกที่ทั่วโลกได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2. การออกแบบพัฒนาระบบ

### 2.1 หลักการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำฝน

หลักการทำงานของระบบวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย ดังรูปที่ 1 การทำงานของระบบใช้โหนดเซลล์เซนเซอร์ซึ่งนำหนักซึ่งปริมาณน้ำในกระบอกตวง และใช้ Node MCU

ESP8266 ในการรับค่าและประมวลผล แล้วส่งข้อมูล เก็บบนฐานข้อมูล NETPIE วิเคราะห์ข้อมูล และสามารถเข้าสู่ข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน NETPIE บน สมาร์ทโฟน ทำให้ได้รับข้อมูลจากผลกระทบ และ เตรียมป้องกันจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในปริมาณ มาก อาจเกิดน้ำท่วมได้

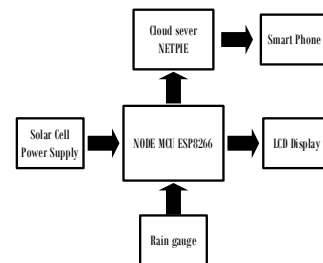
## 2.2 วงจรควบคุมระบบวัดปริมาณน้ำฝน

วงจรควบคุมใช้แหล่งจ่ายพลังงาน โดยการรับ แสงแดดผ่านโซลาร์เซลล์เข้าวงจรชาร์จเก็บพลังงานใน แบตเตอรี่เพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรควบคุม โหลดเซลล์เซนเซอร์ ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์รับแรงดัน จากวัตถุส่งค่าผ่านโมดูลขยายสัญญาณ HX7711 เพื่อ ส่งข้อมูลให้ Node MCU ESP8266 ประมวลผลเป็น ค่าน้ำหนัก นำค่าน้ำหนักที่ได้จาก โหลดเซลล์เซนเซอร์ นำมาคำนวณหาความสูงของกระบอกตวง แล้วนำไป เทียบกับเกณฑ์การวัดปริมาณน้ำฝน ดังสมการที่ 1

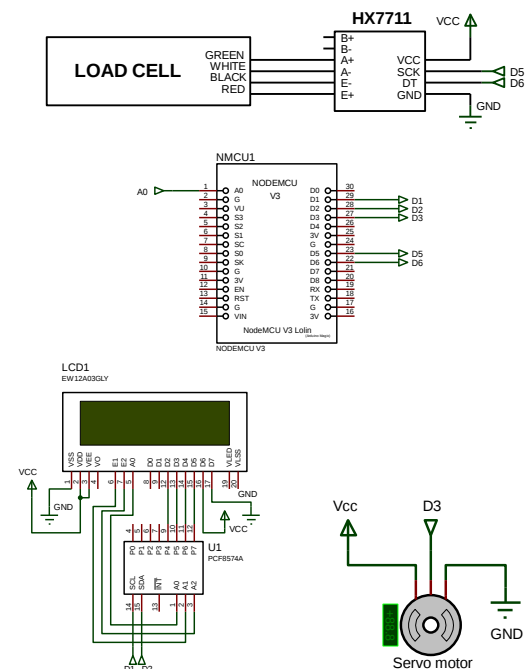
$$h = \frac{weight}{\pi r^2} \quad (1)$$

เมื่อ  $h$  คือ ความสูงของระดับน้ำ,  $weight$  คือ น้ำหนักซึ่งจากโหลดเซลล์ มีหน่วยเป็นกรัม และ  $\pi r^2$  คือ ขนาดพื้นที่ปากกระบอกตวง มีหน่วยเป็นตาราง เซนติเมตร ในขณะเดียวกัน Node MCU ESP8266 จะทำการส่งข้อมูลไปยัง หน้าจอ LCD และ NETPIE เพื่อทำการแสดงผล และแจ้งเตือนผ่านสมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 2

ส่วนเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน เมื่อมีน้ำฝนจะ ทำงาน ส่ง ข้อมูล ให้ Node MCU ESP8266 แล้วทำการประมวลผลตามเงื่อนไข เมื่อเปิดระบบ เวลา 7.00 น. สั่งการให้ Servo ปิดวาล์วน้ำเพื่อรองรับ น้ำไม่ให้น้ำไหลออกจากกระบอกตวง และเมื่อเวลา ผ่านไป 24 ชม. คือ เวลา 7.00 น. ของวันถัดไป สั่งการ ให้ Servo เปิดวาล์วน้ำ ระบบจะทำงานลักษณะแบบ นี้ไปตลอด เพื่อระบายน้ำออกจากกระบอกตวง



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบแจ้งเตือนปริมาณน้ำฝน

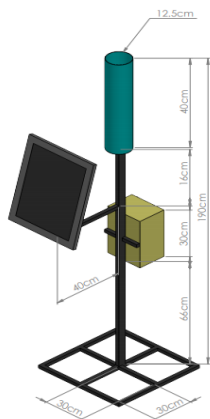


รูปที่ 2 วงจรควบคุมระบบวัดปริมาณน้ำฝน

และส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย

### 2.3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

การออกแบบระบบวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย โครงสร้างมีความสูง 190 ซม. ใช้กล่องเหล็กขนาด 1.5 นิ้ว  $\times$  1.5 นิ้ว เชื่อมติดกันเพื่อเป็นฐานและโครงสร้างไว้ติดอุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนของกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนมีความยาว 40 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 10.16 ซม. และแผงโซลาเซลล์ขนาด 20 วัตต์ 12 โวลต์ มีความกว้าง 39 ซม. ความยาว 49 ซม. ส่วนฐานของตัวโครงสร้างเป็นกล่องเหล็กยื่นออกด้านละ 30 ซม. เพื่อเป็นตัวช่วยยึดฐานของโครงสร้างไม่ให้เคลื่อน ช่วยในการวัดปริมาณน้ำฝนได้อย่างแม่นยำ ส่วนตำแหน่งการวางของกระบอกวัดน้ำฝนจะอยู่เหนือวัตถุต่าง ๆ ไม่ให้วัตถุใด ๆ มากีดกันน้ำฝนที่ตกลงมากระบอกวัดน้ำฝน เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำ ส่วนแผงโซลาเซลล์มีการตั้งทำมุมกับพื้น 15 องศาให้แผงโซลาเซลล์ทำงานรับแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ได้กระแสมากที่สุด ดังรูปที่ 3 (ก) รูปที่ 3 (ข) แสดงเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน



(ก) แบบจำลอง

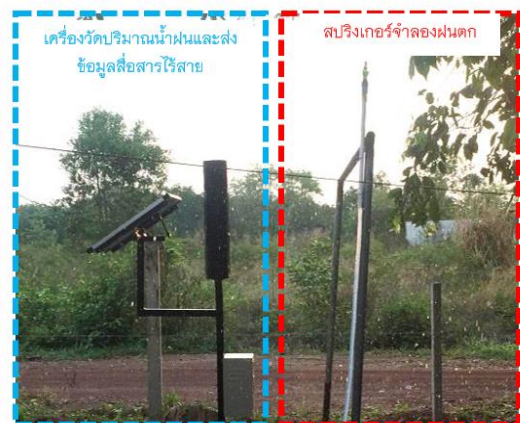


(ข) โครงสร้างจริง

รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

### 3. วิธีการทดลอง

ผู้วิจัยได้จำลองสภาพอากาศฝนตกโดยเปิดแรงดันน้ำผ่านระบบสปริงเกอร์เพื่อกระจายน้ำเหมือนเม็ดฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้าดังรูปที่ 4 ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านขวา คือ ระบบจำลองสภาพอากาศฝนตก และรูปในกรอบสี่เหลี่ยมด้านซ้าย คือ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการวัดจากเครื่องวัดนี้ จะมีระดับการวัดดังนี้ ฝนตกเล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 0.1-10.0 มม. ปานกลาง มีค่าเท่ากับ 10.1-35.0 มม. หนัก มีค่าเท่ากับ 35.1-90.0 มม. และหนักมาก มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90.1 มม. [8] จากนั้นใช้กระบอกวัดปริมาณน้ำฝนของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สายแบบเรียลไทม์ (Real time) ไปเก็บแสดงในฐานข้อมูลของ NETPIE และสามารถดูประวัติการบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ในฐานข้อมูลบน NETPIE



รูปที่ 4 ทดลองการวัดค่าความหนาแน่นของน้ำฝน

#### 4. ผลการทดลอง

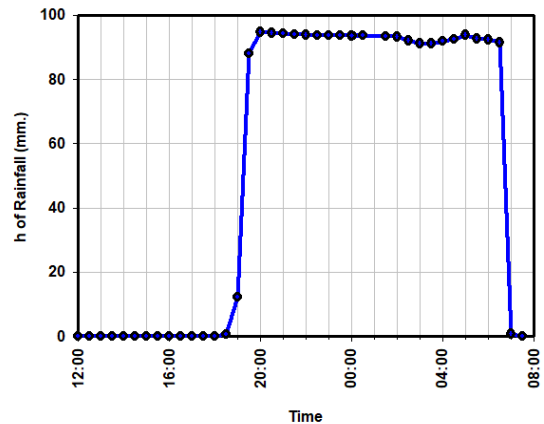
##### 4.1 ผลการทดลองจำลองสภาพอากาศฝนตก

จากรูปที่ 4 เริ่มทดสอบการวัดปริมาณน้ำฝนในวันที่ 21 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. โดยเปิดระบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย เวลา 7.00 – 18.30 น. สภาพอากาศปกติไม่มีฝนตก และในช่วงเวลา 18.30 -20.00 น. ได้จำลองสภาพอากาศฝนตก เปิดแรงดันน้ำผ่านระบบสปริงเกอร์เพื่อกระจายน้ำเหมือนเม็ดฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้า ผลลัพธ์ที่ได้มีปริมาณฝนตก สังเกตจากกราฟที่แสดงปริมาณน้ำฝนจะเห็นเส้นกราฟเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ฝนตก จนถึงช่วงเวลาที่ฝนหยุดตกเวลา 20.00 น. ปริมาณน้ำที่วัดได้จะคงที่จนกระทั่งเวลา 07.00 น. ของวันที่ 22 มิถุนายน 2563 ระบบจะปล่อยน้ำที่อยู่ในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนทิ้งจนน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0 หรือจนหมดจากกระบอกวัด ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ NETPIE ดังรูปที่ 5 และนำข้อมูลที่บันทึกได้พล็อตกราฟ เพื่อให้เห็นการส่งข้อมูลได้อย่างชัดเจนดังรูปที่ 6 และหากปริมาณน้ำมากกว่าหรือเท่ากับ 90.1 มม. ระบบจะส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน NETPIE Notification บนสมาร์ทโฟนโดยตั้งค่าให้แจ้งเตือนทุก 1 นาที ดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 ข้อมูลระดับปริมาณน้ำฝน

วันที่ 21-22 มิถุนายน 2562 บนฐานข้อมูล NETPIE



รูปที่ 6 ข้อมูลระดับปริมาณน้ำฝน

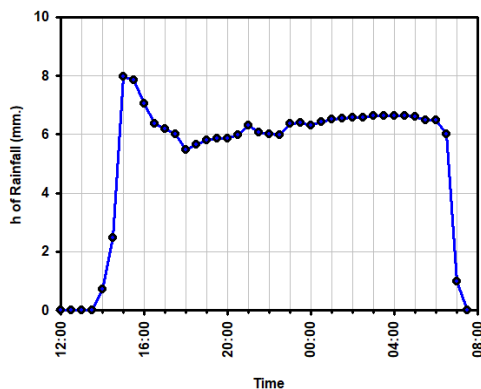
วันที่ 21-22 มิถุนายน 2562

##### 4.2 ผลการทดลองสภาพอากาศฝนตกจริง

ทดสอบวัดปริมาณน้ำฝนจากสภาพอากาศจริง วันที่ 23 มิถุนายน 2562 เวลา 7.00 น. โดยเปิดระบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย เวลา 7.00 – 14.00 น. สภาพอากาศปกติไม่มีฝนตก และในช่วงเวลา 14.00 – 15.00 น. สภาพอากาศเริ่มมีปริมาณน้ำฝนตกลงมาจากท้องฟ้า ผลลัพธ์ที่ได้ มีปริมาณน้ำฝนเล็กน้อย โดยสังเกตจากกราฟที่แสดงปริมาณน้ำฝนจะเห็นเส้นกราฟเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ฝนตก จนถึงช่วงเวลาที่ฝนหยุดตกเวลา 15.00 น. ปริมาณน้ำที่วัดได้จะคงที่จนกระทั่งเวลา 07.00 น. ของวันที่ 24 มิถุนายน 2562 ระบบจะปล่อยน้ำที่อยู่ในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนทิ้งจนน้ำในกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0 หรือจนหมดจากกระบอกวัด ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ NETPIE ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ข้อมูลแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน NETPIE



รูปที่ 8 ข้อมูลระดับปริมาณน้ำฝน  
วันที่ 23-24 มิถุนายน 2562

## 5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบวัดปริมาณน้ำฝนและส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สาย มีหลอดเซลล์โซลาร์วัดค่าน้ำหนักของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่กระบอกตวง ผลลัพธ์ที่ได้นำไปคำนวณในสมการที่ 1 โดยใช้ Node MCU ESP8266 เป็นตัวประมวลผล

ข้อมูลที่ได้จะเป็นระดับความสูงของปริมาณน้ำฝนที่อยู่ในกระบอกตวง หากมีปริมาณน้ำฝนมาก หรือตกหนักมาก ระดับความสูงตั้งแต่ 90.1 มม. ระบบจะแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชัน NETPIE นอกจากนี้ระบบยังสามารถบันทึกข้อมูลไว้บนฐานข้อมูลของ NETPIE ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่อนุญาตให้ใช้บริการฟรี ทำให้สามารถดูข้อมูลได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสามารถดูประวัติการบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์เช่น แจ้งเตือนปริมาณน้ำในชุมชน หรือ เตือนภัยน้ำท่วมสำหรับพื้นที่การเกษตรได้ แต่ข้อควรพิจารณาและการศึกษาวิจัยต่อ คือ ทดลองประสิทธิภาพทนต่อสภาพอากาศทุกสถานการณ์ ทดลองประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพื้นที่ที่ไม่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีวิธีการจัดการระบบแบบใด

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ในการสนับสนุนด้านงบประมาณ และขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่การทำงานวิจัย

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Donlagic D, Završnik M, Sirotić I. The use of one-dimensional acoustical gas resonator For fluid level measurements. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2000; 49(5): 1095-100.
- [2] Canbolat H. A Novel Level Measurement Technique Using Three Capacitive Sensors for Liquids. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2009; 58(10): 3762-8.
- [3] Bera SC, Ray JK, Chattopadhyay S. A low cost noncontact capacitance-type Level transducer for a conducting Liquid. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2006; 55(3). 788-6.
- [4] Reverter F, Li X, Meijer GCM. Liquid-level measurement system based on a remote grounded capacitive sensor. Sensors and Actuators A: Physical. 2007; 138(1): 1-8.
- [5] อติสร นวลอ่อน, นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์, ชลธิ์ โพธิ์ทอง, อภิรัฐ ศิริธาราวิวัฒน์. การตรวจสอบการเจือปนของน้ำในน้ำผึ้งด้วยเซนเซอร์ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแกนร่วม. วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2558; 10(2): 9-18.
- [6] ศุภกร กตาทิการกุล และ คณดิธ เจษฎ์พัฒนานนท์. การวัดระดับน้ำโดยใช้เทคนิคความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554; 38(2): 179-86.
- [7] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (สื่่อออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2562]. เข้าถึงได้จาก: <https://netpie.io>
- [8] กรมอุตุนิยมวิทยา. (สื่่อออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2562]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.tmd.go.th>