

การพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

จำรูญ จันทร์กฤษณ์^{1,*}, กนกวรรณ กันยะมี¹ และ ฉัตรชัย อวรรณ¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT) อุปกรณ์สามารถตรวจวัด และแสดงรายงานข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) และความเข้มของแสงยูวี (Ultraviolet) พร้อมทั้งทำการแจ้งเตือนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อมีความผิดปกติของสภาพแวดล้อม เช่น มีฝุ่นมากเกินไป อากาศร้อนถึงขั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีความชื้นในอากาศที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

ผลการทดสอบและการนำไปติดตั้งใช้งานภายนอกอาคาร พบว่า สามารถใช้งานได้จริง มีระบบการรายงานผลที่น่าเชื่อถือ มีการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ที่หน้าเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งนี้การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคารในภาพรวม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 อยู่ในระดับ ดี

*ผู้เขียนหลัก: jumroon@uru.ac.th

คำสำคัญ: อุณหภูมิ, ความชื้น, ฝุ่นละออง, แสงยูวี, ไมโครคอนโทรลเลอร์

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Development of Smart Electric Meter Under the Concept of Internet of Things

Jumroon Chankulchorn^{1,*}, Kanokwan Kanyamee¹, and Chatchai Onwanna¹

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

Abstract

The project aims to develop outdoor air environment monitors under the concept of Internet All Things (IoT). The device can measure and display reports content of temperature, humidity, dust (PM2.5 and PM10) and ultraviolet light in real time when there are environmental malfunctions, such as excessive dust Hot weather is dangerous for health. Improper air humidity, etc.

The results obtained from testing and the use of the device outside the building found that it can be used. There is a reliable reporting system. The system provides real-time notifications through the device and the web browser. Evaluating the performance of outdoor air environment monitors with a mean of 3.94, at a good level.

*Corresponding Author: jumroon@uru.ac.th

Keywords: Temperature, Humidity, Dust, Ultraviolet Light, Microcontroller

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่ใส่ใจรักษาสุขภาพมากขึ้น มีการทำกิจกรรมกลางแจ้งในหลายรูปแบบ เช่น การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา การพักผ่อนหย่อนใจ การเที่ยวชมสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น แต่บ่อยครั้งที่สภาพแวดล้อม และสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยให้ทำกิจกรรมกลางแจ้งได้อย่างปลอดภัย เช่น มีการเผาไหม้ในไร่ ในนา ในป่า หรือแม้กระทั่งการเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ การเดินทางด้วยยานพาหนะ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และในสภาวะที่เกิดความร้อนในอากาศกับความชื้นไม่สมดุลกัน อาจทำให้ร่างกายเกิดอาการที่ไม่พึงประสงค์ถึงกับชีวิตได้ เช่น โรคลมแดดหรือฮีทสโตรก (Heatstroke) เพลียแดด ตะคริวแดด โรคหอบหืด เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ให้มีการแจ้งเตือน และรายงานสภาพแวดล้อมของอากาศแบบเรียลไทม์ ภายใต้เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) หรืออินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง^[1] ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์^[2] อุปกรณ์มีความสามารถในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ตรวจวัดฝุ่นละออง PM2.5 PM10^[3] และตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงยูวีหรืออัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) โดยไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการอ่านค่าต่าง ๆ จากเซ็นเซอร์แล้วส่งขึ้นคลาวด์ นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล พร้อมทั้งแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์และเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) โดยมีการจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของอากาศ เพื่อให้สามารถค้นคืนและนำข้อมูลไปพยากรณ์สภาพอากาศต่อไปได้

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ศึกษากระบวนการทำงานในภาพรวม

2.1.1 ศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ แสงยูวี ฝุ่นละออง

2.1.2 ศึกษาการวัดค่าอุณหภูมิ แสงยูวี ฝุ่นละออง ความชื้น โดยใช้เซ็นเซอร์

2.1.3 ศึกษากระบวนการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์การทำงานของวงจร

อิเล็กทรอนิกส์

2.1.4 ศึกษาเครื่องมือพัฒนาเครื่องวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

2.2 วิเคราะห์และออกแบบการทำงานของอุปกรณ์

2.2.1 วิเคราะห์หลักการทำงานของอุปกรณ์

2.2.2 ออกแบบระบบการทำงานส่วนต่าง ๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ การประมวลผล การแสดงผล

2.3 ออกแบบหน้าจอแสดงผลเว็บแอปพลิเคชัน

2.4 พัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

2.4.1 ประกอบวงจรและบรรจุลงกล่อง

2.4.2 พัฒนาโปรแกรมในส่วนของการควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์

2.5 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2.6 ติดตั้งและทดสอบการทำงานของเครื่องวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

2.6.1 ติดตั้งเครื่อง และเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน

2.6.2 ทดสอบการทำงานของเครื่องวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

2.7 ประเมินผลการทำงานของเครื่องวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

2.7.1 ประเมินผลการทำงานของตัวเครื่องวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

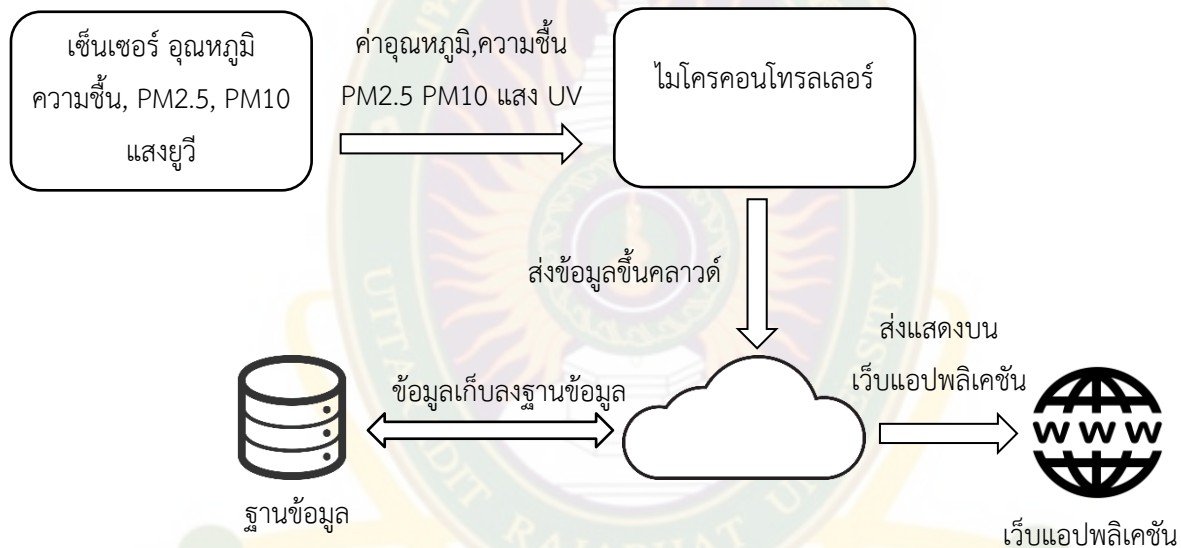
2.7.2 ประเมินผลการแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน

2.8 สรุปผลการวิจัย

3. การวิเคราะห์และการออกแบบ

3.1 การออกแบบการทำงาน

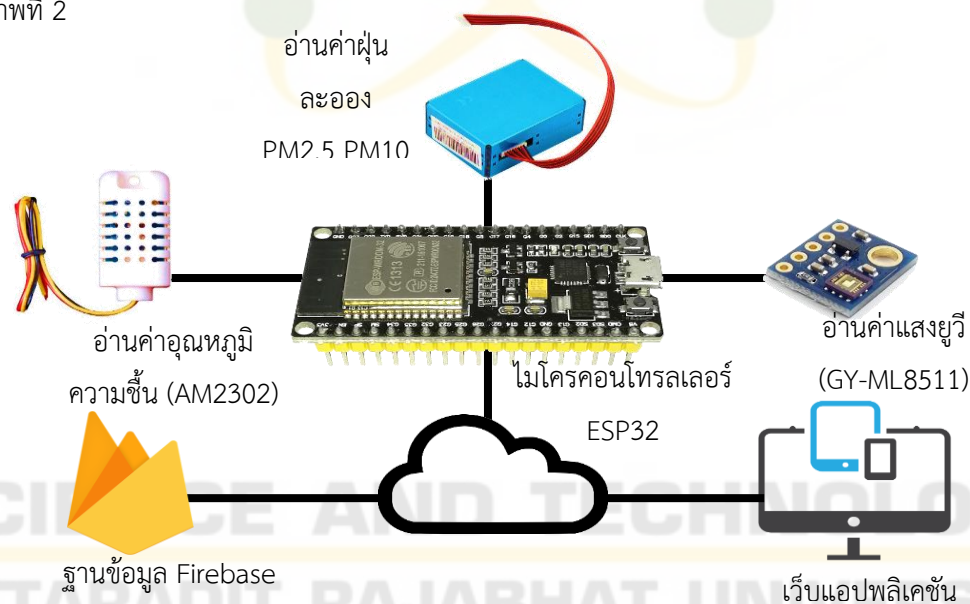
การทำงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร เริ่มต้นด้วยการตรวจวัดค่า อุณหภูมิ ความชื้น ผุนละออง PM2.5 PM10 และความเข้มของแสงยูวี โดยเซ็นเซอร์จะส่งค่าข้อมูลให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้บอร์ดส่งค่าข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไร้สาย^[4] จัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และแสดงผลการแจ้งเตือนบนเว็บแอปพลิเคชัน^[5] ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานของระบบเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

3.2 การออกแบบผังการทำงาน

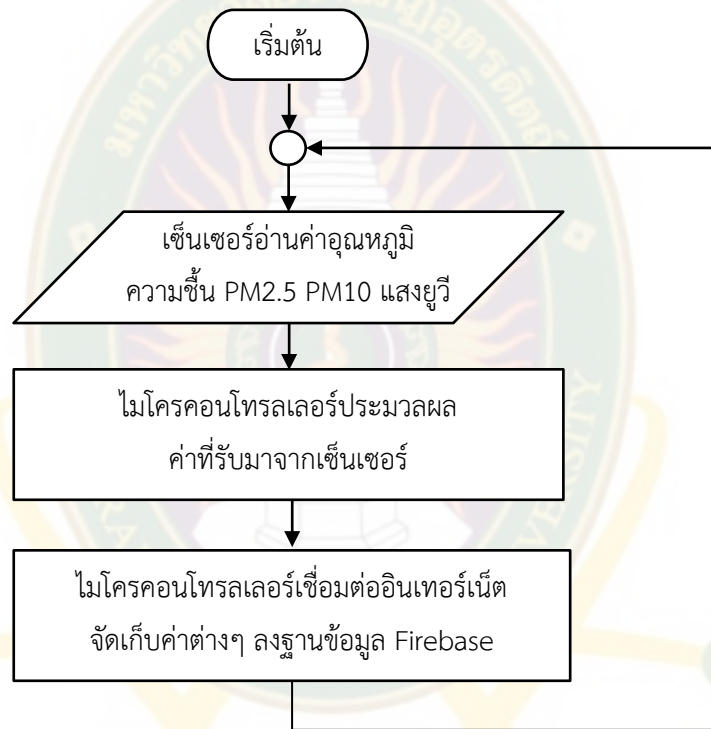
3.2.1 การออกแบบการเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร แสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

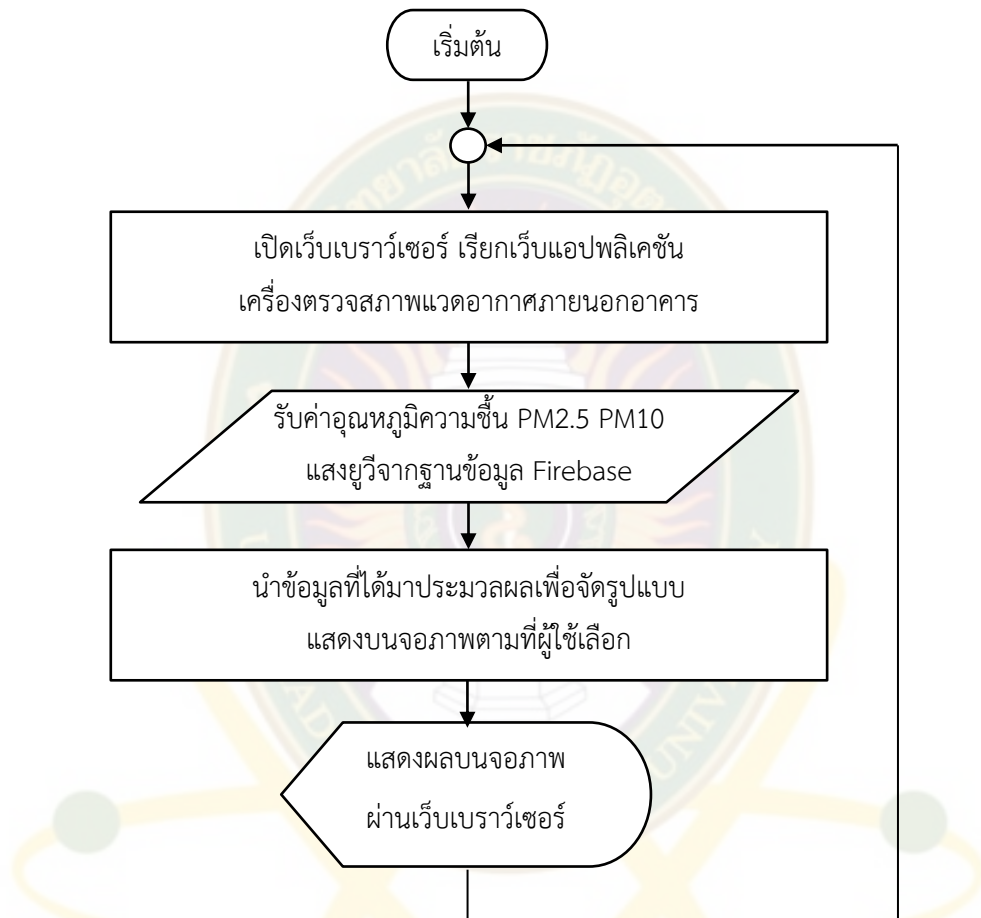
จากภาพที่ 2 อธิบายการเชื่อมต่อและการติดตั้งอุปกรณ์ ดังนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทำการอ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ พร้อมกับส่งข้อมูลไปยังบริการไฟร์เบส (Firebase)^[6] เพื่อทำการบันทึกข้อมูลออนไลน์ และสามารถแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน โดยอุปกรณ์หลักมีดังต่อไปนี้ (1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 (2) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (3) เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง วัดคุณภาพอากาศ และ (4) เซนเซอร์วัดความเข้มของแสงยูวี

3.2.2 ผังการทำงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร แสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังการทำงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศ

3.2.3 ผังการทำงานของ การแสดงผลการรายงานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร บนเว็บแอปพลิเคชัน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผังการทำงานของ การแสดงรายงานบนเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร สามารถแสดงได้ดัง

ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
1	ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU-32S ESP32	1
2	เซนเซอร์ AM2001 Humidity sensor	1
3	เซนเซอร์ PMS5003 Air Particle Dust	1
4	เซนเซอร์ GY-ML8511 UV Sensor Ultraviolet	1

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
5	แผงโซลาร์เซลล์	1
6	มอดูลควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่	1
7	มอดูลจ่ายไฟ 5 โวลต์	1
8	แบตเตอรี่ลิเทียม 18650	2
9	รางถ่าน 18650	2
10	แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์	1
11	ตู้กันน้ำพลาสติกมีฝาเปิด-ปิด	1

4. ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยทำให้ได้ตัวอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ที่มีความสามารถในการอ่านค่าข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝุ่น PM2.5 PM10 ปริมาณความเข้มของแสงยูวี โดยมีการส่งข้อมูลไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล มีการแสดงการแจ้งเตือนสภาพอากาศ สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ ทั้งรายวัน-รายเดือน ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ข้อมูลมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 เครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

การพัฒนาเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ส่วนตัวเครื่องประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ต่างๆ ได้แก่ เซ็นเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิและความชื้น (AM2302) เซ็นเซอร์อ่านค่าปริมาณฝุ่นละออง (PMS5003) เซ็นเซอร์อ่านค่าความเข้มของแสงยูวี (GY-ML8511) มอดูลรับไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ มอดูลแหล่งจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบอยู่ในกล่องกันน้ำ

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำงานฝังภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานจะรับข้อมูลจาก เซ็นเซอร์อ่านค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าปริมาณฝุ่นละออง ความเข้มของแสงยูวี โดยจะทำการประมวลผลข้อมูลที่อ่านได้ จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูลไฟร์เบส (Firebase)

เครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร สามารถแสดงได้ทั้งภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 7



ภาพที่ 5 เครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร



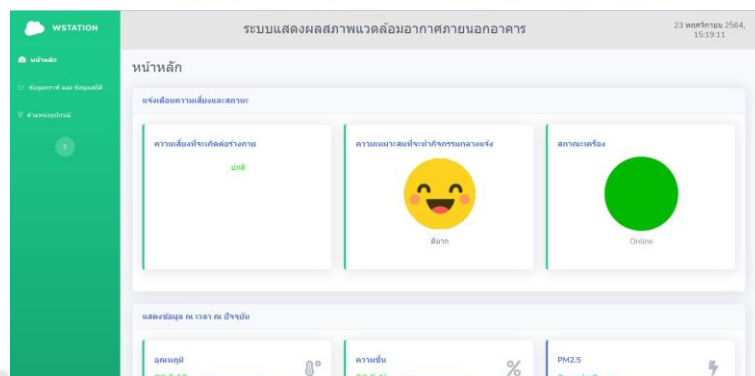
ภาพที่ 6 การเชื่อมต่อแผงวงจรของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร



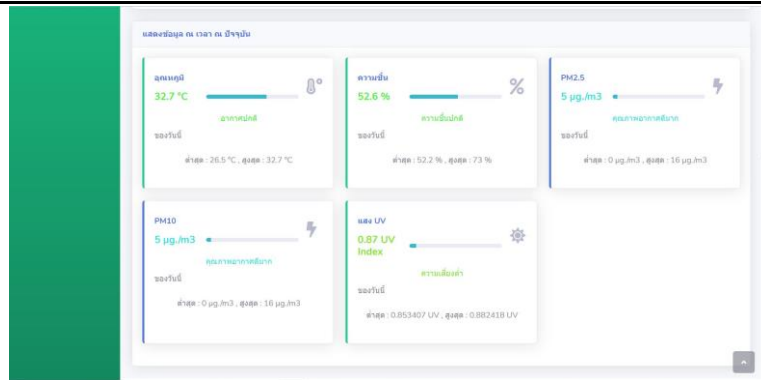
ภาพที่ 7 ด้านบน (ซ้าย) และด้านข้าง (ขวา) ของตัวเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศ

4.2 เว็บไซต์

4.2.1 หน้าจอหลักบนเว็บไซต์แอปพลิเคชัน แสดงรายงานความเสี่ยงที่จะเกิดต่อร่างกาย ความเหมาะสม ที่จะทำกิจกรรมกลางแจ้ง สถานะของเครื่องตรวจวัด แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้น (ปริมาณสูงสุดและปริมาณต่ำสุดต่อวัน) ฝุ่น PM2.5 PM10 ปริมาณความเข้มข้นของแสงยูวี ดังแสดงในภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9

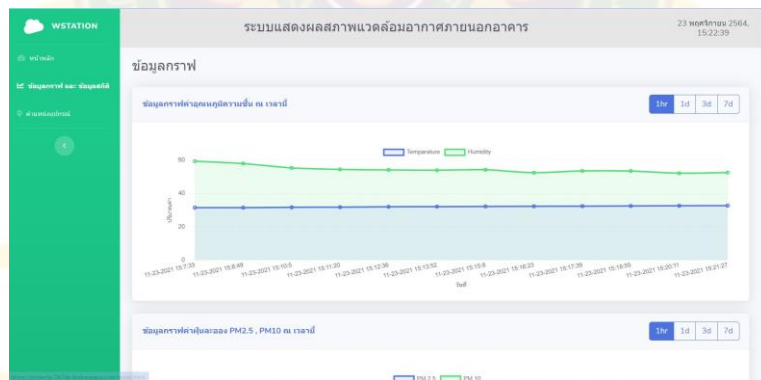


ภาพที่ 8 หน้าจอหลักบนเว็บไซต์แอปพลิเคชัน

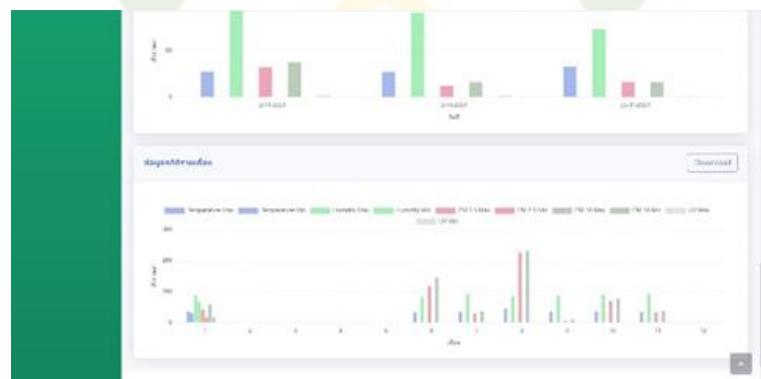


ภาพที่ 9 การแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝุ่นละออง และความเข้มของแสงยูวี

4.2.2 หน้าจอแสดงข้อมูลสถิติในรูปแบบกราฟ ค่าความต่อเนื่องของข้อมูล ประกอบด้วย ชื่อกราฟ แสดงค่าปริมาณค่าที่วัดได้ในแต่ละวัน พร้อมค่าข้อมูลสถิติปริมาณสูงสุดและต่ำสุด ในแต่ละวัน และในแต่ละเดือน ดังแสดงในภาพที่ 10 และ ภาพที่ 11

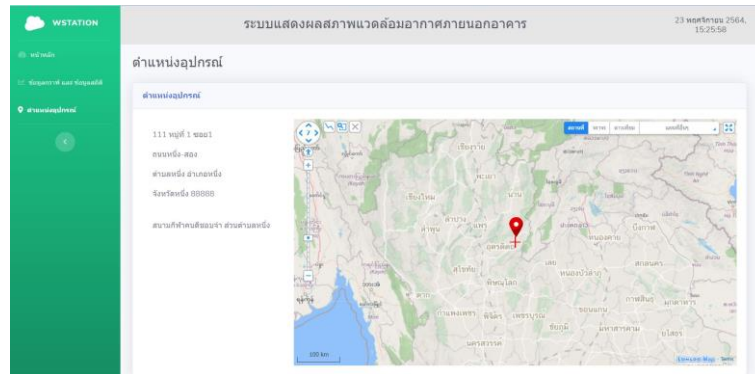


ภาพที่ 10 แสดงข้อมูลทางสถิติในรูปแบบของกราฟ ของข้อมูลประจำวัน



ภาพที่ 11 แสดงข้อมูลทางสถิติในรูปแบบของกราฟ ของข้อมูลรายเดือน

4.2.3 หน้าจอแสดงผลตำแหน่งจุดติดตั้ง เครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ประกอบด้วย ข้อมูลพิกัดและรายละเอียดเพิ่มเติม ดังแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงตำแหน่งจุดติดตั้งเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร

5. การทดสอบและการประเมินประสิทธิภาพ

การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน เป็นการทดสอบและการประเมินประสิทธิภาพ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความสามารถในการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน (2) ด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน (3) ด้านความสามารถของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศฯ และ (4) ด้านการใช้งานของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศฯ โดยได้ทำการทดสอบที่ละฟังก์ชันการทำงาน ทั้งนี้ได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน จำนวน 20 คน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบและการประเมินประสิทธิภาพ

รายการประเมิน	ค่าคะแนน ($\bar{x} \pm SD$)	ระดับ
1. ความสามารถในการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน	3.93 $\pm$ 0.91	ดี
2. การใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน	3.79 $\pm$ 0.88	ดี
3. ความสามารถของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร	3.78 $\pm$ 0.49	ดี
4. การใช้งานเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศฯ	4.25 $\pm$ 0.89	ดี
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินทั้งระบบ	3.94 $\pm$ 0.90	ดี

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน ได้ดังนี้

- (1) การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93
- (2) การใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.79
- (3) ความสามารถของเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศภายนอกอาคาร ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78
- (4) การใช้งานเครื่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมอากาศฯ ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย. (2559). Internet of Things: แนวโน้มเทคโนโลยีปัจจุบันกับการใช้งานใน อนาคต. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 10(1). หน้า 29-36.
- [2] กฤษฎา แหยมนุช. (2561). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://kitsadaaaaaa.blogspot.com/2018/05/blog-post.html>
- [3] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2546). คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก <http://infofile.pcd.go.th/air/DustinAmbient.pdf>
- [4] ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2557). เครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ชัสเชสมิเดีย.
- [5] บัญชา ปะสีละเตสัง. (2558). พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP ร่วมกับ MySQL และ jQuery. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- [6] โฟร์เอ็กซ์ตรีม. (2563). Firebase คืออะไร. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://www.4xtreme.com/2020/11/20/firebase-คืออะไร/>

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY