

การออกแบบและสร้างสถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT

แสดงผลบน Google Data Studio

Design and implementation PM2.5 station for model school with IoT on Google Data Studio.

พัชรณัฐ แสงอ่อน¹, นรเศรษฐ์ ไทยแท้¹, ปรัชญา พนมอุทัย¹, มานะพันธ์ พ้อยันต์¹ และ สมชาติ โสณะแสง^{2*}

¹อาจารย์. สาขาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยวิทยาลัยนครพนม

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์. สาขาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยวิทยาลัยนครพนม

somchat.s@npu.ac.th

Received 17 มิถุนายน 2565, Revised 15 กันยายน 2565, Accepted 23 กันยายน 2565

Abstract

This article presents the design and construction of an IoT measuring station with an IoT system, to be displayed on Google Data Studio, designed and implemented with an IoT for measuring and alarming PM2.5 dust content. By the ESP8266 board, a PM2.5 dust sensor, a temperature and CO gas. The results of the percentage difference of PM2.5 dust measurement results were 39.06 26.56 23.43 14.06 13.95 and 12.72 micrograms per cubic meter. The measurement results recorded in Google sheet for collecting the PM2.5 measurement results were 4 -11 micrograms per cubic meter. The temperature and relative humidity measurement results were 33, 40, 40, 36, 35 and 34 degrees, and the humidity was related to the same trend, and the CO measurement results were 120 132 123 142 162 140 ppm and the mean was 136.5 ppm. The test results and compared trends in the same direction. The research result is an extension of the installation area to determine the plan. The policy for reducing PM2.5 dust during winter and drought

Keyword: PM2.5, Google Data Studio, IoT

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างสถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT พร้อมแสดงบน Google Data Studio โดยทำการออกแบบและสร้างด้วย IoT สำหรับวัดและแจ้งเตือนปริมาณฝุ่น PM2.5 บอร์ด ESP8266 ตัวเซนเซอร์วัดฝุ่น PM2.5 อุณหภูมิ และก๊าซ CO ผลการการศึกษาผลวัดพบว่าการวัดฝุ่น PM2.5 ร้อยละความแตกต่างของผลวัดค่าฝุ่น PM2.5 เท่ากับ 39.06 26.56 23.43 14.06 13.95 และ 12.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และผลการวัดที่บันทึก Google sheet สำหรับการเก็บข้อมูลผลวัด PM2.5 เท่ากับ 4-11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 33 40 40 36 35 และ 34 องศา และความชื้นสัมพัทธ์แนวโน้มนั้นเหมือนกัน และผลการวัด CO เท่ากับ 120 132 123 142 162 140 ppm และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.5 ppm ผลการทดสอบและเปรียบเทียบแนวโน้มนั้นทิศทางเดียวกัน ผลการวิจัยเป็นการต่อยอดให้โรงเรียนต้นแบบกำหนดแผน นโยบายในการให้ลดปริมาณฝุ่น PM2.5 ในช่วงฤดูหนาวและแล้งต่อไป

คำสำคัญ: PM2.5, Google Data Studio, IoT

1. บทนำ

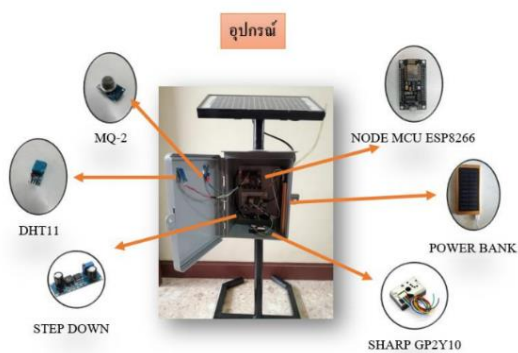
องค์การอนามัยโลกหรือ “WHO” กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองในอากาศต่อปีไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) และต่อวันอยู่ที่ระดับไม่เกิน 25 ไมโครกรัม/ ลบ.ม. เป็นฝุ่นขนาดเล็กมาก ๆ (Particulate Matters) เกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น เฝ้าเผา, ไฟป่า, คิวจากไอเสียรถยนต์, คิวจากอุตสาหกรรม ฝุ่นพวกนี้ลอยขึ้นไปอยู่ในชั้นบรรยากาศได้เป็นเดือน สามารถเคลื่อนไปตามกระแสลมได้เกือบพันกิโลเมตร ฝุ่นที่เป็นพิษถึงขั้นเป็นอันตรายมีผลกระทบต่อร่างกายต้องเกิน 50 ไมโครกรัม /ลบ.ม. ในกทม.ช่วงต้นมกราคมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 83 – 85 ไมโครกรัมทำให้ถูกยกระดับติดอยู่ในแชมป์อันดับ 8 ของโลกตัวเลขพวกนี้ขึ้นลงตามช่วงที่มีฝุ่นมากหรือน้อยบางครั้งก็ติดอันดับ 4 ของโลก จากการจัดอันดับ 10 ประเทศที่มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองต่อปีที่อยู่ในเกณฑ์สูงกว่ามาตรฐาน จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา PM 2.5 มาจากสองสาเหตุหลักด้วยกัน คือ (1) การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล และ (2) การเผาพืชตามไร่ นา เฉลี่ยเกิดจากการจราจร 72 % เผาวัชพืช 15 % อุตสาหกรรม 5 % และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ค่ามาตรฐานเฉลี่ยสูงสุดที่เกินยังหาคำตอบไม่ได้ว่าทำไมค่าควันพิษจึงสูง อีกทั้งหลายจังหวัดซึ่งไม่น่าจะเป็นปัญหาจากปัจจัยจราจรหรืออุตสาหกรรม เช่น จันทบุรีบางช่วงค่า PM 2.5 สูงกว่ามาตรฐานถึง 1.7 เท่า ขณะที่จังหวัดตราด เชียงราย ตาก แพร่ น่าน แม้แต่บดอย เช่น อำเภอยิ้มผาง มีแต่ป่าและเขาแต่ ค่าควันพิษก็ยังสูงเกินมาตรฐาน มาตรฐานค่าวัดฝุ่นต้องไม่มีค่า AQI เกินกว่า 100 แต่ปรากฏว่าของไทยโดยเฉพาะ กทม. และเชียงใหม่ สูงมากกว่า 150 AQI อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐานฝุ่น PM 2.5 ที่

กำหนดไทยแตกต่างจากมาตรฐานข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลกซึ่งกำหนดไว้ที่ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ไทยกำหนดที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) สำหรับจังหวัดนครพนมประสบปัญหาด้านมลพิษ PM 2.5 ตามการรายงานของศูนย์แก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (ศกพ.) จังหวัดนครพนมเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบปัญหาของฝุ่น PM2.5 ซึ่งอยู่ระดับสูง ซึ่งหากพิจารณาแล้วจังหวัดนครพนมเป็นจังหวัดที่ไม่ใช่พื้นที่อุตสาหกรรม มีการจราจรที่แน่นหนา เหมือนบางจังหวัดตามที่ประกาศ แต่สาเหตุหลักของการเกิดภาวะ PM2.5 จากการเผาในภาคการเกษตรอยู่ที่ราว 20 % โดยแบ่งเป็นการเผา 3 อย่างได้แก่ การเผาตอซังข้าว-ข้าวโพด ใบอ้อยและวัชพืช เป็นวิถีชีวิตปกติที่เคยเผาทุกปี ด้วยความเชื่อมาช้านานว่าเพื่อ ฆ่าหนอนกอข้าว ไล่ฆ่าหนูกัดข้าว ต้องเผาให้โล่ง เผาป่าได้เห็ด ดอกกระเจียว แต่เป็นทำลายอิฐมวลสดหน้าดินเสียหาย ชาวเขาก็กั้นกันการเผาป่าทำอะไรเลือนลอย แม้จะหมุนเวียนสามแปลงเพาะปลูกพืชไร่แปลงละปี อีกสองแปลงมีระยะเวลาฟื้นฟูก็ไม่ดี ซึ่งอาจเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกวิธีและเสี่ยงต่อการถูกดำเนินคดีทางกฎหมายอีกด้วยตาม พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 มาตรา 25, 26, 28, 28/1, 74 หรือชุมชนไม่ตระหนักถึงปัญหาของ PM2.5 ส่งผลต่อการท่องเที่ยวในชุมชนหรือจังหวัด ซึ่งไม่มีแหล่งข้อมูล เครื่องมือวัด สถานีวัดเพื่อเป็นการแจ้งเตือนชาวบ้านในชุมชนของตนเอง เพื่อให้ลดการเผาต่าง ๆ ภายในชุมชน หรือทุ่งนา นั้น ๆ

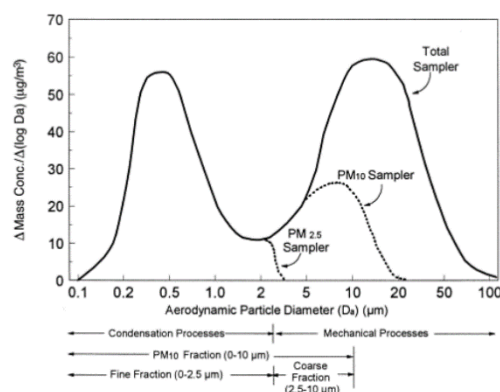
งานที่วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและแสดงคุณภาพอากาศมีนักวิจัยได้นำเสนอแนะ [1-10] มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ในรายงานของ Zou et. al [1] นำเสนอการวัดคุณภาพอากาศของ PM2.5 โดยการใช้ GWR Model รายงานของ Gao et al [2] นำเสนอเทคนิค Mosaic-Nodes สำหรับเป็นระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีต้นทุนต่ำ รายงานของ Kumar et al [3] นำเสนอระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศแบบตั้งเดียวแสดงผลวัดคุณภาพอากาศ PM2.5 carbon monoxide, carbon dioxide, temperature, humidity and air pressure ด้วยการใช้ ARM และ Raspberry pi. โดยแสดงผล Real time รายงานของ Hu et al [4] นำเสนอระบบ BlueAer ฝ้าติดตามอนุภาค PM2.5 ด้วยการใช้ ANN ในการคำนวณแสดงผลปริมาณ PM2.5 ให้ทันเวลาต่อการป้องกันตนเองของประชาชน รายงานของ Das et al [5] นำเสนอต้นแบบการวัดคุณภาพอากาศโดยใช้โนดเครือข่ายตรวจจับสิ่งแวดล้อม (ESN) ที่รองรับ 5G เรียกว่า Advanced Air Pollution Monitoring Device (AAPMD) ซึ่งทำการวัดความเข้มข้นของ NO2 โอโซน คาร์บอนมอนอกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยใช้เซ็นเซอร์เคมีคอนดักเตอร์ รวบรวมพารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น PM1.0 , PM 2.0, 5.0 และ PM10 ตามลำดับ รายงานของ Kumar et al [6] นำเสนอการพัฒนา ระบบ IoT ตรวจสอบคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์เพื่อวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ ควีน และระดับของ PM พร้อมระบบการแจ้งเตือนผู้คนผ่านอุปกรณ์สัญญาณเสียง ซึ่งติดตั้งในบ้านและในที่ขนาดเล็กได้ รายงานของ Jha et al [7] นำเสนอเทคนิคการใช้เซ็นเซอร์

ต้นทุนต่ำ LCSDs สำหรับวัดคุณภาพอากาศ PM2.5 พร้อมอุณหภูมิและความชื้น รายงานของ Yun et al [8] แนะนำระบบตรวจจับ PM2.5 LoRa พร้อมด้วยการใช้เซ็นเซอร์ PM2.5 ต้นทุนต่ำ บนระบบ IoT ด้วย oneM2M และ รายงานของ Mapili et al [9] นำเสนอแนวคิดและการออกแบบระบบกรองอากาศอัจฉริยะพร้อมแผ่นกรอง HEPA ที่ใช้ IoT เพื่อบันทึกสภาพแวดล้อม ประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการกรองอากาศ ตัวกรองคาลมาน (Kalman Filter) ใช้เฉพาะกับตัวกรองสัญญาณรบกวนในข้อมูลของผลการวัดคุณภาพอากาศ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างสถานีวัดสภาพอากาศ วัด PM2.5 สำหรับการวัดและแจ้งเตือนให้กับชุมชนต้นแบบ โดยจะทำการติดตั้ง ณ โรงเรียนบ้านโพธิ์ตาก ตำบลบ้านผึ้ง อำเภอเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม เพื่อวัดฝุ่น PM2.5 และการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แล้วแจ้งเตือนผ่านระบบ IoT ดังภาพประกอบที่ 1.2 เพื่อให้ผู้บริหารของโรงเรียนได้แจ้งข่าว ประชาสัมพันธ์ให้นักเรียน ผู้ปกครองรับทราบค่า PM2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงการเผาต่าง ๆ และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย และยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดชุมชนต้นแบบอยู่ด้วยระบบประเทศไทย 4.0



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของสถานีวัด PM2.



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของฝุ่น

(ที่มาของภาพ U.S. EPA, PM Pollution)

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฝุ่น PM2.5

ฝุ่น PM2.5 ย่อมาจากคำว่า “Particulate matter with diameter of less than 2.5micron” หน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อมประเทศสหรัฐอเมริกา US. EPA (United State Environmental Protection Agency) ได้ทำการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์เอาไว้โดยใช้ค่า PM (Particulate Matters) เป็นเกณฑ์ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ประกอบด้วย ฝุ่น PM 10 หรือที่โดยทั่วไป

เรียกว่า “ฝุ่นหยาบ” (Course Particles) คือ อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.5 - 10 ไมครอน ฝุ่นประเภทนี้เมื่อรวมกันเป็นจำนวนมากแล้วมักจะสังเกตเห็นได้ง่าย เช่น ฝุ่นที่เกาะอยู่ตามข้าวของเครื่องใช้, เกสรดอกไม้ หรือฝุ่นละอองจากงานก่อสร้าง เป็นต้น ฝุ่น PM2.5 หรือที่เรียกว่า “ฝุ่นละเอียด” (Fine Particles) คือ อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอย (Suspended Particulate Matter) มีขนาดระหว่าง 0.001 ถึง 100 ไมครอนฝุ่นละอองที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปประกอบด้วยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ หรือที่เรียกว่าฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate – TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ทั้งนี้ฝุ่นรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) จัดเป็นฝุ่นหยาบเกิดจากกระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ ลมพัดฝุ่นดิน แอ่ภูเขาไฟ ละอองน้ำทะเล การบดย่อย ชัดสีสีกร่อนและการพังกระจายของวัสดุอุตสาหกรรมและหิน ดิน ทราย ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนจัดเป็นฝุ่นละเอียดเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เกิดเป็นฝุ่นควันโดยตรง (เรียกว่า ฝุ่นปฐมภูมิ - primary particle) หรือเกิดเป็นก๊าซซึ่งอาจกลั่นตัวเป็นเม็ดฝุ่นเริ่มต้นและรวมตัวกันเป็นเม็ดฝุ่นขนาดใหญ่ขึ้น (เรียกว่า ฝุ่นทุติยภูมิ-secondary particle) ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมไนเตรต แอมโมเนียมซัลเฟต ดังภาพที่ 2

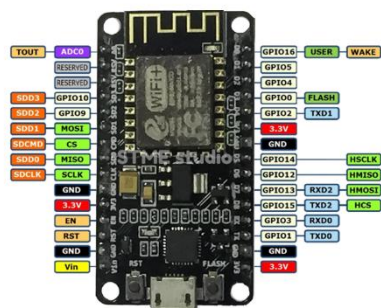
2.2 Node MCU ESP8266

Node MCU ESP8266 บนแพลตฟอร์ม Arduino สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้, สามารถเขียน โปรแกรมด้วย Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับ Arduino และบอร์ดก็มีราคาถูกมาก ๆ เหมาะแก่ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นศึกษา หรือทดลองใช้งานเกี่ยวกับ Arduino, IoT, อิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่การ นำไปใช้จริงในโปรเจคต่าง ๆ ก็ตาม เพราะราคาไม่แพง ภายในบอร์ดของ Node MCU ประกอบด้วย ESP8266 (ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้) พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ/อัปโหลดโปรแกรม, ชิพสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB, ชิพแปลง แรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ขาของ Node MCU ภาพที่ 3

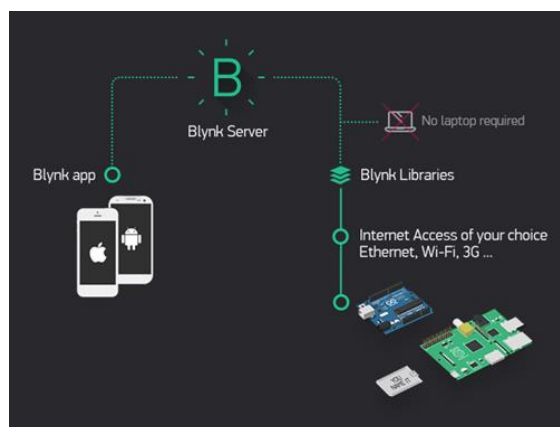
2.3 App Blynk

Blynk เป็น Application สำเร็จรูปสำหรับงาน IOT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรม ที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, ESP8266, ESP32, Nodemcu, Raspberry-pi นำมาแสดงบน Application ได้ อย่างง่าย แล้วที่สำคัญ Application Blynk รองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย Blynk Platform

ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ Internet of Things คุณสมบัติในการควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังสามารถแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย Blynk App สามารถติดตั้งในมือถือ สร้าง Interface ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์ Internet of Things Blynk Server และสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 4



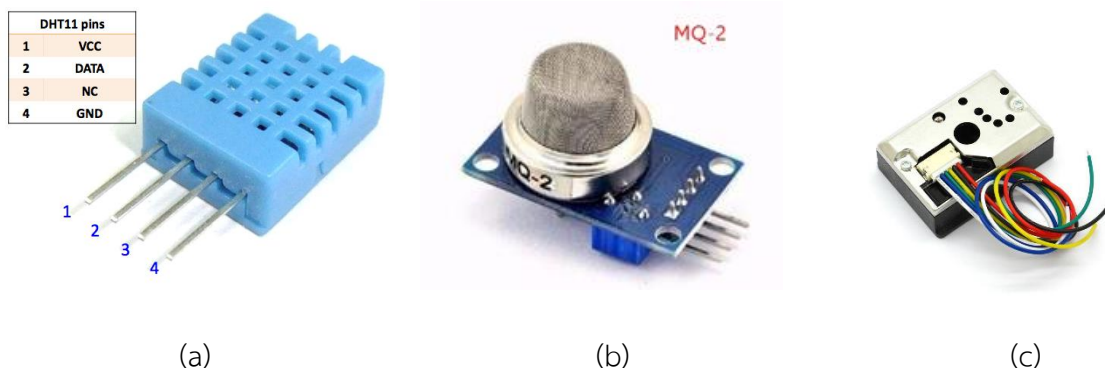
ภาพที่ 3 Node MCU ESP8266 [13]



ภาพที่ 4 Blynk Application [14]

2.4 ตัวรับรู้สำหรับการวิจัย

เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ DHT11 สำหรับวัดความชื้นและอุณหภูมิ DHT11 แบบติดตั้งลงแผ่น PCB ง่ายต่อการใช้งานโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module) ดังภาพที่ 5 (a) เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบ ๆ ตัวไปหรือในห้องหรือประยุกต์ใช้งานอื่นขึ้นอยู่กับ การเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก ผ่านการสอบเทียบตามมาตรฐาน มีความน่าเชื่อถือ ราคาถูกการตอบสนองที่รวดเร็วและความแม่นยำในการวัดค่าสูง สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไปได้ในโมดูลประกอบไปด้วย ส่วนวัดความชื้นแบบ Resistive type และส่วนวัดอุณหภูมิแบบ NTC ให้สัญญาณเอาต์พุตแบบ Digital Output, การตรวจวัดคงที่กับ DHT11 Sensor, ย่านวัดอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส, ย่านวัดความชื้น 20-90% RH, ง่ายต่อการติดตั้งใช้งาน



ภาพที่ 5 Sensors สถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT
แสดงผลบน Google Data Studio

MQ-2 Sensor Module เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบอนุภาคของควัน โดยอัตโนมัติ โดยมากการเกิดเพลิงไหม้จะเกิดควันไฟก่อน จึงทำให้อุปกรณ์ตรวจจับควันสามารถ ตรวจการเกิดเพลิงไหม้ได้ในการเกิดเพลิงไหม้ระยะแรก แต่ก็มีข้อบกพร่องในการเกิดเพลิงไหม้บางกรณีจะเกิดควันไฟน้อยจึงไม่ควรนำอุปกรณ์ตรวจจับควันไปใช้งาน เช่น การเกิดเพลิงไหม้จาก สารเคมีบางชนิด หรือน้ำมัน เมื่อมีกลุ่มควัน ก๊าซ แก๊ส มาโดนบริเวณ Sensor จะมีการส่งสัญญาณ analog ไปยัง Arduino หากมีความหนาแน่นของ ก๊าซ แก๊ส ควัน ก็จะมีค่า analog ที่สูงขึ้นส่ง ไปยัง Arduino เมื่อ Arduino รับสัญญาณจาก Sensor

เซ็นเซอร์วัดฝุ่น (Dust Sensor) เป็นเซ็นเซอร์วัดฝุ่นที่ใช้เลนส์ Sharp ทำงานได้ดีในการตรวจจับอนุภาคที่บอบบางมาก เช่น ควันบุหรี่เป็นระบบฟลอกอากาศที่ใช้กันทั่วไป อุปกรณ์นี้ ประกอบด้วย IR LED และทรานซิสเตอร์ตาแมว การจัดวางแบบข้ามมุมสามารถ ตรวจจับแสงสะท้อนของฝุ่นละอองในอากาศได้ มีการใช้พลังงานต่ำเป็นพิเศษ (สูงสุดที่ 20mA ปกติที่ 11mA) และสามารถติดตั้งเซ็นเซอร์ได้ถึง 7VDC แรงดันไฟฟ้าแบบอนาล็อก เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของฝุ่นที่วัดได้และความไวคือ 0.5V / 0.1mg / m³

Google Data Studio เป็นเครื่องมือเพื่อเปลี่ยนข้อมูลการวิเคราะห์ให้เป็นรายงานที่ง่ายต่อการเข้าใจผ่านออกมาเป็นรูปภาพ โดยสามารถเชื่อมตัวกับข้อมูลที่มีอยู่ อ่านเข้าใจง่ายขึ้น ง่ายต่อการแบ่งปัน และปรับแต่งให้มีรูปแบบเฉพาะเจาะจง ผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูล จะเป็นกราฟแท่ง แผนภูมิ กราฟเส้นและอื่น ๆ ก็สามารทำได้ง่าย รวมถึงสามารถเปลี่ยนรูปแบบอักษร สีและสร้างรายงานด้วยตราสินค้า แปรนต์ได้อีกด้วย และไม่เพียงแค่นี้ สิ่งที่น่าสนใจที่สุดเกี่ยวกับ Data Studio คือช่วยให้ดึงข้อมูลได้มากขึ้น เพียงแค่ใช้ Google Analytics นำเข้าข้อมูล Facebook ใส่ข้อมูลนั้นลงใน Google Sheet เพื่อใช้แสดงในรายงานเป็นรายงานแบบพลวัต

3. ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยและการทดลอง

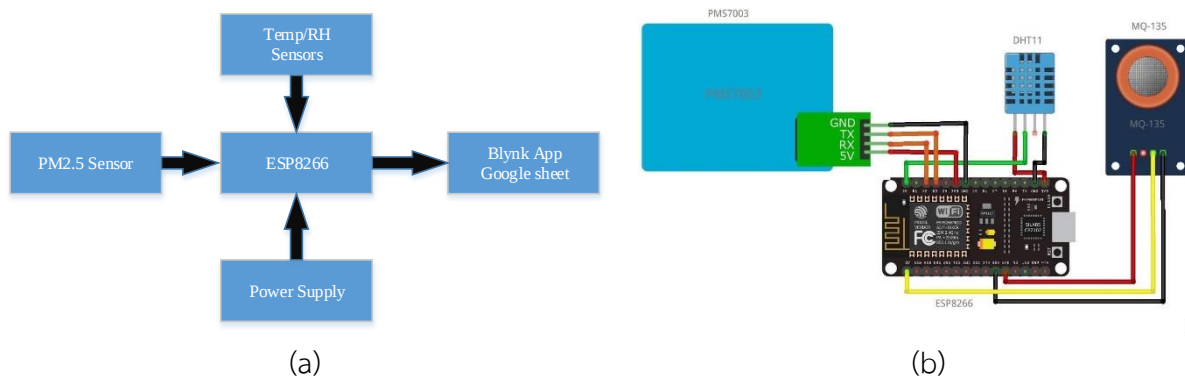
การออกแบบและสร้างสถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT แสดงผลบน Google Data Studio แบ่งออก 2 ส่วนประกอบหลัก การออกแบบสร้างสถานีวัดฯ และขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.1 การออกแบบสร้างสถานีวัดฯ

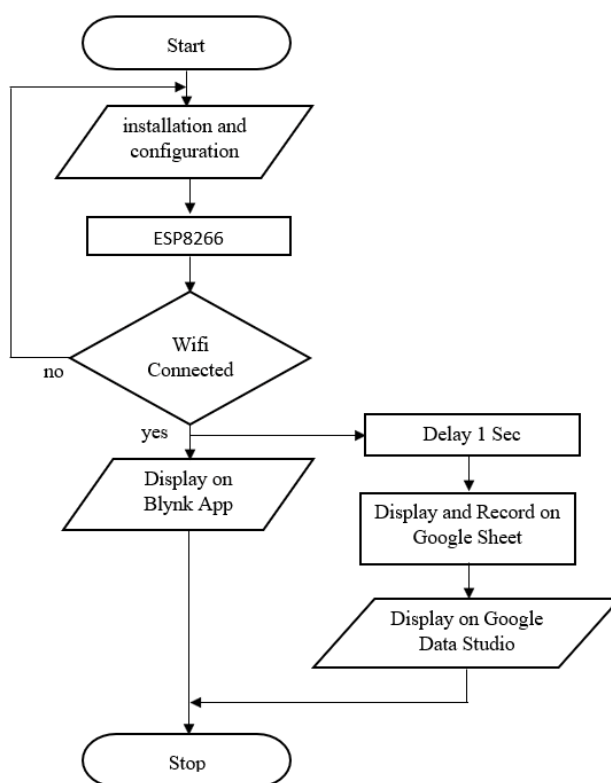
สำหรับการออกแบบและสร้างต้นแบบสถานีวัดฝุ่น PM2.5 จะใช้อุปกรณ์ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ประกอบด้วยอุปกรณ์อุปกรณ์ ดังนี้ Node MCU ESP8266 แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้าง IoT ที่ประกอบไปด้วย Development Kit และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ภาพที่ 6(a) และในภาพที่ 6 (b) แสดงการต่ออุปกรณ์ที่นำเสนอในงานวิจัย มีรายละเอียด การเชื่อมต่อดังนี้ การเชื่อมต่อ MQ-135 กับ ESP8266 มีลักษณะการต่อสายสีเหลืองต่อเข้ากับขา A0 ของ ESP8266 และขา A0 ของ MQ-135 สายสีดำต่อเข้ากับขา GND ของ ESP8266 และขา - ของ MQ-135 และสายสีแดงต่อเข้ากับ ขา 3v3 ของ ESP8266 และขา + ของ MQ-135 การเชื่อมต่อ DHT11 กับ ESP8266 มีลักษณะการต่อสาย สีเขียวต่อเข้ากับ ขา D0 ของ ESP8266 และขา data ของ DHT11 สายสีดำต่อเข้ากับ ขา GND ของ ESP8266 และขา - ของ DHT11 สายสีแดงต่อเข้ากับ ขา 3v3 ของ ESP8266 และขา + ของ DHT11 และการต่อ ESP8266 กับ PMS7003 สายสีส้มต่อเข้ากับ ขา D2 ของ ESP8266 และขา RX ของ PMS7003 สายสีเหลืองต่อเข้ากับ ขา D3 ของ ESP8266 และขา TX ของ PMS7003 สายสีดำต่อเข้ากับ ขา GND ของ ESP8266 และขา GND ของ PMS7003 สายสีแดงต่อเข้ากับ ขา 3v3 ของ ESP8266 และขา 5v ของ PMS7003 และเมื่อทำการต่ออุปกรณ์ของ ต้นแบบสถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT แสดงผลบน Google Data Studio ซึ่งมีลำดับ การทำงานของระบบ ดังแสดงภาพที่ 7 และระบบการแสดงผลของสถานีที่นำเสนอดัง ภาพที่ 8 ตามลำดับ

3.2 ขั้นตอนการทดสอบสถานีวัด PM_{2.5} สำหรับโรงเรียนต้นแบบ

สำหรับการทดลองนี้จะทำการทดลองความสามารถของตัวเซ็นเซอร์แต่ละชนิดโดยทำการเปรียบเทียบผล ความแตกต่างของ ฝุ่น PM2.5 CO และอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เปรียบเทียบกับข้อมูลผลการวัดของ www.air4thai.com [19] ผลการวัดค่าฝุ่น PM2.5 จาก Dust sensor module ของสถานีวัดคุณภาพอากาศ มา เปรียบเทียบกับ www.air4thai.com โดยทำการทดลองวัดเปรียบเทียบผลวัดจำนวน 6 ครั้ง ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ทำการวัดจำนวน 6 วัน โดยวัดจากสถานีวัดสภาพอากาศ ค่าฝุ่น PM2.5 คำนวณร้อยละความแตกต่างระหว่าง ผลการวัดจาก Dust sensor module กับผลวัดของ www.air4thai.com และติดตั้งพื้นที่ตัวอย่างเก็บข้อมูล ระยะเวลา กันยายน 2564 จนถึง กุมภาพันธ์ 2565 ตามลำดับ



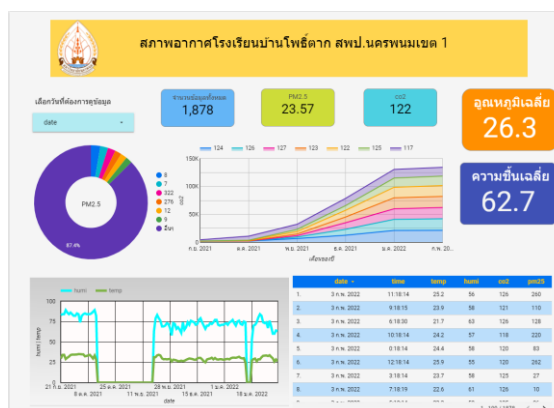
ภาพที่ 6 สถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT แสดงผลบน Google Data Studio
(a) แผนภาพส่วนประกอบของระบบ และ (b) วงจรการต่ออุปกรณ์ตามที่น่าเสนอ



ภาพที่ 7 ผังการทำงานของโปรแกรมของสถานีวัด PM2.5 สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT
แสดงผลบน Google Data Studio



(a)



(b)

ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงผลของสถานีวัด PM2.5 (a) แสดงบน App Blynk และ (b) แสดงผลบน Google Data Studio

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการวัดฝุ่น PM2.5

ผลการวัดค่าฝุ่น PM2.5 ของพื้นที่ต้นแบบ ผลของการวัดค่าฝุ่น PM2.5 จาก Dust sensor module ของสถานีวัดคุณภาพอากาศ ผลวัดครั้งที่ 1 ถึง 6 เท่ากับ 64 64 64 64 86 และ 86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ตามตารางที่ 1 และค่าฝุ่น PM2.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างผลการวัดจาก Dust sensor module กับผลวัดของ www.air4thai.com พบว่าผลวัดครั้งที่ 1 ถึง 6 ร้อยละ 39.06 26.56 23.43 14.06 13.95 และ 12.72 ค่าเฉลี่ยร้อยละความแตกต่างของปริมาณฝุ่น PM2.5 เท่ากับ ร้อยละ 21.63 ตามลำดับ

4.2 ผลการวัดของของอุณหภูมิและความชื้น

ผลการทดลองนี้จะทำการทดลองโดยการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จาก DHT11 Sensor Module มาเปรียบเทียบกับ www.air4thai.com ผลการวัดทดสอบเครื่องวัดตามตารางที่ 2 ผลการวัดพบว่า สถานีวัดที่วัดได้จำนวน 6 ครั้ง ผลของอุณหภูมิ เท่ากับ 33 40 40 36 35 และ 34 องศา ตามลำดับ ผลการวัด ความชื้นสัมพัทธ์ของสถานีวัดต้นแบบ เท่ากับร้อยละ 40 30 31 31 33 และ 43 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบ ร้อยละความแตกต่างของการวัดด้วยสถานีวัดต้นแบบและการอ่านบน www.air4thai.com มีค่าความแตกต่างตามจำนวนครั้งในการวัดดังนี้ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเปรียบเทียบร้อยละ 2.94 17.64 17.64 5.88 2.94 และ 2.85 และค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.31 ตามลำดับ และ ร้อยละความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 6.97 30.23 27.90 27.90 23.25 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.37 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการวัดการวัดค่าฝุ่น PM2.5 และร้อยละความแตกต่างที่นำเสนอ

จำนวนครั้งที่	สถานีวัดสภาพอากาศ PM 2.5 (ug/m ³)	www.air4thai.com ฝุ่น PM 2.5 (ug/m ³)	ร้อยละความแตกต่างของผล การวัด PM2.5 (%)
1	39	64	39.06
2	47	64	26.56
3	49	64	23.43
4	55	64	14.06
5	74	86	13.95
6	75	86	12.72
ค่าเฉลี่ย			21.63

ตารางที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

จำนวนครั้ง	สถานีวัดสภาพอากาศ		www.air4thai.com		ร้อยละความแตกต่าง ของการวัด (%)	
	อุณหภูมิ (องศา)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (องศา)	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (%)	ความชื้น (%)
1	33	40	34	43	2.94	6.97
2	40	30	34	43	17.64	30.23
3	40	31	34	43	17.64	27.90
4	36	31	34	43	5.88	27.90
5	35	33	34	43	2.94	23.25
6	34	43	35	43	2.85	0
ค่าเฉลี่ย					8.31	19.37

4.3 ผลการวัดของ CO

ผลการวัด CO พบว่าปริมาณความเข้มข้นของ CO เท่ากับ 128 127 127 126 124 126 ppm และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126.3 ppm ตามตารางที่ 3 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบค่าความแตกต่างของผลการวัด พบว่าร้อยละ 14.06 11.02 5.51 5.56 4.84 11.11 และค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.68 ตามลำดับ และต่อไปจะนำเสนอผลการวัดของระบบที่นำเสนอโดยผลวัดตั้งแต่วันที่ 21 กันยายน 2564 จนกระทั่ง 20 กุมภาพันธ์ 2565 ณ โรงเรียน

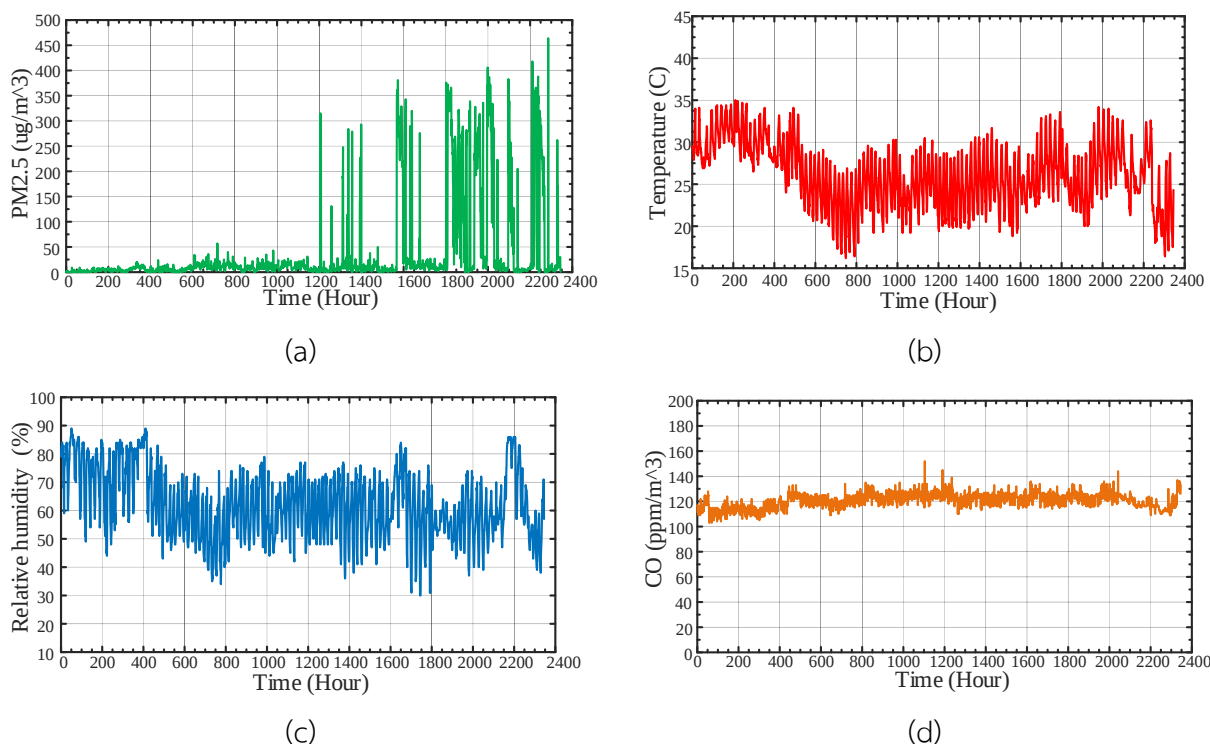
ต้นแบบที่นำเสนอ ติดตั้งระบบวัด PM_{2.5} สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT แสดงผลบน Google Data Studio

ตารางที่ 3 ผลวัดปริมาณความเข้มข้นของ CO

จำนวนครั้ง	สถานีวัดสภาพอากาศ (ppm)	http://www.air4thai.com/ (ppm)	ร้อยละความแตกต่างของ การวัด (%)
1	128	110	14.06
2	127	113	11.02
3	127	120	5.51
4	126	119	5.56
5	124	118	4.84
6	126	112	11.11
ค่าเฉลี่ย	126.3	115.33	8.68

4.4 ผลการวัด PM_{2.5} สำหรับโรงเรียนต้นแบบด้วยระบบ IoT แสดงผลบน Google Data Studio

ผลการวัดตั้งแต่วันที่ 21 กันยายน 2564 จนถึง 20 กุมภาพันธ์ 2565 บันทึกผลการวัดทุก ๆ 1 ชั่วโมงตามลำดับ ผลการวัดผลการวัดที่ได้จากสถานีวัดต้นแบบที่นำเสนอติดตั้งที่โรงเรียนต้นแบบ ผลการวัดพบว่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} ค่าต่ำสุด เท่ากับ 0 ug/m³ ค่าสูงสุดเท่ากับ 464 ug/m³ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.88 ug/m³ ดังแสดงในภาพที่ 9 (a) ตามลำดับ ผลการวัดพบว่าอุณหภูมิ ณ พื้นที่ต้นแบบ อุณหภูมิค่าต่ำสุด เท่ากับ 10.2 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุดเท่ากับ 35.20 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.21 ดังแสดงในภาพที่ 9 (b) ผลการวัดความชื้นสัมพัทธ์ ค่าต่ำสุดเท่ากับ ร้อยละ 29.5 ค่าสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 89.2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 60.35 ดังแสดงในภาพที่ 9 (c) และผลวัดความเข้มข้นของปริมาณ CO พบว่าค่าต่ำสุดเท่ากับ 110 ppm/m³ ค่าสูงสุดเท่ากับ 158 ppm/m³ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122 ppm/m³ ดังแสดงภาพที่ 9 (d) ตามลำดับ



ภาพที่ 9 ผลวัดของสถานีวัด (a) PM2.5 (b) อุณหภูมิ (c) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ (d) CO

จากผลการวัดที่ได้จากสถานีวัดต้นแบบที่นำเสนอติดตั้งที่โรงเรียนต้นแบบ ซึ่งทำการวัดและรายงานผล 1 เดือน ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นของแต่ละวัน โดยรายงานผลบันทึกในส่วน Google sheet สำหรับการเก็บข้อมูลผลวัด PM2.5 ประกอบให้โรงเรียนต้นแบบได้นำเสนอข้อมูลปริมาณ PM2.5 ส่งเสริมให้ลดการเผาในพื้นที่ ผลการวัด CO อยู่ระหว่าง 150 – 182 ppm ซึ่งอยู่ระดับที่ดี ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของปริมาณ CO ที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์ต่อการทำงานในสภาพแวดล้อมปิด จากสถานีวัดต้นแบบที่นำเสนอติดตั้งที่โรงเรียนต้นแบบ ซึ่งทำการวัดและซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นของแต่ละวัน โดยรายงานผลบันทึกในส่วน Google sheet สำหรับการเก็บข้อมูลผลวัด PM2.5 ฐานข้อมูลผลวัดที่ได้เพื่อนำมาประกอบข้อมูล พิจารณาการลดปริมาณฝุ่น PM2.5 ซึ่งปัจจุบันระบบทำการทดสอบ เนื่องจากว่าช่วงที่ทำการวัดเป็นฤดูฝน ปริมาณฝุ่น PM2.5 เกิดขึ้นยังไม่ครอบคลุมทุกฤดู

5. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและติดตั้งสถานีวัดคุณภาพอากาศ PM2.5 ด้วย ESP8266 ร่วมกับระบบตัวรับรู้ ที่นำเสนอ ซึ่งผลการการศึกษาผลวัดพบว่าการวัดฝุ่น PM2.5 ร้อยละความแตกต่างของผลวัดค่าฝุ่น PM2.5 เท่ากับ 39.06 26.56 23.43 14.06 13.95 และ 12.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และผลการวัดที่บันทึก

Google sheet สำหรับการเก็บข้อมูลผลวัด PM2.5 เท่ากับ 4-11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 33 40 40 36 35 และ 34 องศา และความชื้นสัมพัทธ์แนวโน้มนั้นเหมือนกัน และผลการวัด CO เท่ากับ 120 132 123 142 162 140 ppm และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.5 ppm ผลการทดสอบและเปรียบเทียบแนวโน้มที่ทิศทางเดียวกัน ผลการวิจัยเป็นการต่อยอดให้โรงเรียนต้นแบบกำหนดแผน นโยบายในการให้ลดปริมาณฝุ่น PM2.5 ในช่วงฤดูหนาวและแล้งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ ทนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนานักวิจัย กองทุนวิจัยและนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 กลุ่มนักวิจัยรุ่นกลาง ตามสัญญาเลขที่ MR15/2564 และผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพธิ์ตาก ตำบลโพธิ์ตาก ในการอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย

อ้างอิง

- [1] B. Zou, Q. Pu, M. Bilal, Q. Weng, L. Zhai and J. E. Nichol, "High-Resolution Satellite Mapping of Fine Particulates Based on Geographically Weighted Regression," in IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 13, no. 4, pp. 495-499, April 2016, doi: 10.1109/LGRS.2016.2520480.
- [2] Y. Gao et al., "Mosaic: A low-cost mobile sensing system for urban air quality monitoring," IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications, 2016, pp. 1-9, doi: 10.1109/INFOCOM.2016.7524478.
- [3] S. Kumar and A. Jasuja, "Air quality monitoring system based on IoT using Raspberry Pi," 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), 2017, pp. 1341-1346, doi: 10.1109/CCAA.2017.8230005.
- [4] Y. Hu, G. Dai, J. Fan, Y. Wu and H. Zhang, "BlueAer: A fine-grained urban PM2.5 3D monitoring system using mobile sensing," IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications, 2016, pp. 1-9, doi: 10.1109/INFOCOM.2016.7524479.
- [5] P. Das, S. Ghosh, S. Chatterjee and S. De, "Energy Harvesting-enabled 5G Advanced Air Pollution Monitoring Device," 2020 IEEE 3rd 5G World Forum (5GWF), 2020, pp. 218-223, doi: 10.1109/5GWF49715.2020.9221330.

(Research article)
Journal of Engineering Technology Access

[6] A. Kumar, M. Kumari and H. Gupta, "Design and Analysis of IoT based Air Quality Monitoring System," 2020 International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC), 2020, pp. 242-245, doi: 10.1109/PARC49193.2020.236600.

[7] S. K. Jha et al., "Domain Adaptation-Based Deep Calibration of Low-Cost PM_{2.5} Sensors," in IEEE Sensors Journal, vol. 21, no. 22, pp. 25941-25949, 15 Nov.15, 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3118454.

[8] J. Yun and J. Woo, "IoT-Enabled Particulate Matter Monitoring and Forecasting Method Based on Cluster Analysis," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 9, pp. 7380-7393, 1 May1, 2021, doi: 10.1109/JIOT.2020.3038862.

[9] M. G. A. Mapili, K. A. D. Rodriguez and J. T. Sese, "Smart Air Filtration System Using IoT and Kalman Filter Algorithm for Indoor Air Quality and Plant Monitoring," 2021 IEEE 11th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), 2021, pp. 309-314, doi: 10.1109/ICSET53708.2021.9612560.