

อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

นายยุทธินันท์ ยอดเงิน

นายติณณภพ สุวรรณหงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (คอมพิวเตอร์)

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2563

Dust, Humidity, and Temperature Measuring Device and Result-Displaying Website

Mr. Yutthinun Yodngen

Mr. Tinnapob Suwannahong

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements For the Bachelor's Degree of Engineering in
Electronics Engineering Technology (Computer)
Department of Electronics Engineering Technology
College of Industrial Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

2020

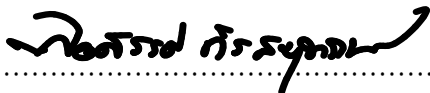
หัวข้อปริญญานิพนธ์ : อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์
โดย : นายยุทธินันท์ ยอดเงิน
นายดิณณภพ สุวรรณหงษ์
ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ดร.เลอสรณ์ กิรสมุทรานนท์
สาขาวิชา : เทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (คอมพิวเตอร์)
ภาควิชา : เทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา : 2563

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อนุมัติให้
นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ดำรงเกียรติ แซ่ลิ้ม)

..... กรรมการ
(ดร.เลอสรณ์ กิรสมุทรานนท์)

..... กรรมการ
(ดร.พลกฤษณ์ วงษ์สันติสุข)

Project Title : Dust, Humidity, and Temperature Measuring Device and Result-Displaying
Website

By : Mr. Yutthinun Yodngen
Mr. Tinnapob Suwannahong

Project Advisor : Dr. Lerson Kirasamuthranon

Major Field : Electronics Engineering Technology (Computer)

Department : Electronics Engineering Technology

Academic Year : 2020


Accepted by the College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology
North Bangkok in Partial Fulfillment of the Requirements for the Bachelor's Degree of
Engineering.

..... Dean of College of Industrial Technology
(Assoc. Prof. Dr. Smith Songpiriyakij)

Project Committee

..... Chairperson
(Mr. Damrongkiat Lim)

..... Member
(Dr. Lerson Kirasamuthranon)

..... Member
(Dr. Phollakrit Wongsantisuk)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์ สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ดร.เลอสรณ์ กริสมุทธานนท์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการจัดทำปริญญานิพนธ์ และการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีเป็นอย่างสูง ซึ่งให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเป็นแรงผลักดัน และให้กำลังใจคอยสนับสนุนแก่ผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แขนงคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคหลาย ๆ อย่างเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณทุกท่านและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จแต่มิได้เอ่ยนามทุกท่าน มา ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ต้องขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่าน เป็นอย่างสูง ที่ได้ช่วยพิจารณาและให้คำแนะนำในการตรวจทานแก้ไข อนุมัติจน ปริญญานิพนธ์นี้ สำเร็จเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่ตั้งไว้ทุกประการ ซึ่งผู้จัดทำหวังว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ใช้งานอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

คณะผู้จัดทำ

อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

ยุทธินันท์ ยอดเงิน¹ คณิณภพ สุวรรณหงษ์² และ เลอสรณ์ กิรสมุทธานนท์³

บทคัดย่อ

โครงการปริญญานิพนธ์นี้เสนอการออกแบบ อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์ ที่พัฒนาด้วย NETPIE และ Node Red โดยจะให้บริการส่วนหลัก ๆ คือ หน้าเว็บแสดงผลสำหรับ ตรวจสอบค่าฝุ่นละออง ความชื้น และอุณหภูมิ และในส่วนการแจ้งเตือนค่าฝุ่นละอองเกินมาตรฐานผ่านทาง Line Notify และมีการเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล MySQL สำหรับค่าระดับฝุ่นละออง

จากผลการดำเนินงานในการใช้อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์ ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบระดับฝุ่นละออง อุณหภูมิ และ ความชื้น ได้ตลอดเวลา หรือมีการรับแจ้งเตือนเมื่อมีค่าฝุ่นละอองเกินมาตรฐานได้ทันที โดยระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ และ ขอบเขตของโครงการปริญญานิพนธ์ตามที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : NETPIE, Node-Red, MySQL, Arduino

^{1,2} นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹ ผู้ติดต่อ, อีเมล: s5803051623095@email.kmutnb.ac.th

³ อาจารย์ที่ปรึกษาภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Dust, Humidity, and Temperature Measuring Device and Result-Displaying Website.

Yutthinun Yodngen¹ Tinnapob Suwannahong² and Lerson Kirasamuthranon³

Abstract

This thesis aims to design a device that can measure dust, humidity, and temperature and display results onto websites developed with NETPIE and Node Red. The main service consists of the display of the result of dust, humidity, and temperature measurement and the notification through Line Notify if the measurement exceeds the standard. Furthermore, all the data will be collected in an archive of data on dust levels in MySQL.

The execution of the device shows that the device and the display can measure the level of dust, temperature, and humidity and promptly give a notification when there's any sign of exceeding beyond the given standard. The test ensures that the developed system can work according to the given objective and scope of work of the thesis.

Keywords : NETPIE, Node-Red, MySQL, Arduino

^{1,2}Student, Department of Electronics Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

¹ Corresponding author, E-mail: s5803051623095@email.kmutnb.ac.th

³Advisor, Department of Electronics Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศ ฝุ่นละออง ความชื้น หรือปัจจัยอื่น ๆ ส่งผลให้เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนเกิดมาจากมนุษย์เราทั้งสิ้น เช่น มลพิษจากฝุ่นละอองในอากาศที่มีหลากหลายไม่ว่าจะเป็น ละอองธัญพืช ไข้และเขม่าควัน โดยเกิดขึ้นทั้งจากแหล่งธรรมชาติ (เช่น เกือบทะเล) และที่มนุษย์สร้างขึ้นอย่าง ไอเสียรถยนต์และรถบรรทุกในเขตเมืองใหญ่และเขตอุตสาหกรรมที่มีการจราจร โรงงาน และงานก่อสร้างหนาแน่น มีแนวโน้มที่จะได้รับมลพิษจากฝุ่นละอองมากกว่า แต่เขตชนบทที่มีความเสี่ยงจาก ฝุ่นบนถนน มลพิษทางเกษตรกรรม และหมอกควันที่เกิดขึ้นเมื่อเกษตรกรเผาวัชพืชเพื่อเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูก ยิ่งฝุ่นละอองมี ขนาดเล็กลงเท่าใดก็ยิ่งเป็นอันตรายคุกคามต่อสุขภาพมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากสามารถสูดหายใจเข้าไป และมี ขนาดเล็กพอที่จะเข้าไปถึงปอดและทางเดินหายใจได้บางอนุภาคอาจจะเข้าไปถึงกระแสเลือดและไหลเวียนทั่วร่างกายของเราได้ในที่สุด ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับมนุษย์อย่างมาก โดยเฉพาะในเขตชุมชนมีคุณภาพอากาศที่แย่ลง เนื่องจากความหนาแน่นของประชากร ยานพาหนะ การก่อสร้าง และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้มลภาวะทางอากาศเสียมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น และมีความสนใจที่จะศึกษาสภาวะการณ์เพื่อหาสาเหตุหรือแจ้งเตือนล่วงหน้า โดยการทำอุปกรณ์ตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและบันทึกข้อมูล แสดงผลผ่านหน้าเว็บไซต์เมื่อทำอุปกรณ์นี้สำเร็จจะสามารถนำไปใช้วัดคุณภาพอากาศ

ตามเขตชุมชนและสถานที่ต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วไปปรับใช้สำหรับผู้ที่สนใจต่อไป

2. ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 NETPIE [1]

NETPIE เป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาโดยบริษัท NECTEC ให้บริการสำหรับ Internet of Things (IoT) โดย NETPIE เป็นระบบพื้นฐานที่อำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนา ซึ่งนักพัฒนาฮาร์ดแวร์สามารถพัฒนาอุปกรณ์ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องการติดตั้งดูแลระบบสื่อสาร ระบบเซิร์ฟเวอร์หรือฐานข้อมูลใด ๆ ในขณะเดียวกันแพลตฟอร์มนี้ยังช่วยให้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์เข้าถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ผ่านไลบรารีสำเร็จรูปที่แพลตฟอร์มเตรียมไว้ให้ ดังนั้นบริการแพลตฟอร์ม NETPIE จึงเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างนักพัฒนาฮาร์ดแวร์และนักพัฒนาซอฟต์แวร์

2.2 Node Js [2]

Node JS คือการเขียนโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ด้วยภาษา JavaScript เป็นเสมือนแพลตฟอร์มซึ่ง Node JS นั้นมีการประมวลผลที่รวดเร็ว ทำให้แอปพลิเคชันที่ใช้ Node JS นั้นสะดวก รวดเร็ว และที่สำคัญสามารถติดตั้งได้ง่ายพร้อมมีโมดูลต่าง ๆ ให้ใช้งานเช่น Node-Red ที่พัฒนาโดย Node Js

2.3 Node-Red [3]

Node-RED เป็นเครื่องมือในการพัฒนา IOT ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท IBM Emerging Technology และทีมงาน JS Foundation ลักษณะของ Node-RED จะเป็น Virtual Tool ซึ่งเชื่อมโยงฮาร์ดแวร์ Service

และ Application Programming Interface (API) ต่าง ๆ เข้าด้วยกันในลักษณะ Flow-Base ซึ่งฮาร์ดแวร์ เซอร์วิส หรือ API ต่าง ๆ ที่อยู่ใน Flow จะถูกแสดงผล ในรูปแบบ Node โดย Node แต่ละ Node จะทำงานได้ด้วยตัวเอง ทำให้ผู้พัฒนา Application ไม่ต้องเขียน Code ให้ยุ่งยาก

2.4 Structured query language (SQL) [4]

Structured query language (SQL) คือภาษาที่ใช้ในการเขียน โปรแกรมเพื่อจัดการกับฐานข้อมูล โดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด สามารถใช้คำสั่ง SQL กับฐานข้อมูลชนิดใดชนิดหนึ่งและคำสั่งงานเดียวกันเมื่อส่งงานผ่านระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้เราสามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดชนิดหนึ่งโดยไม่ยึดติดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูลซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่ง ซึ่ง SQL สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

1. Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ
2. Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล
3. Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
4. Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลออกไป

2.5 เซนเซอร์ตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศ (Dust Sensor) [5]

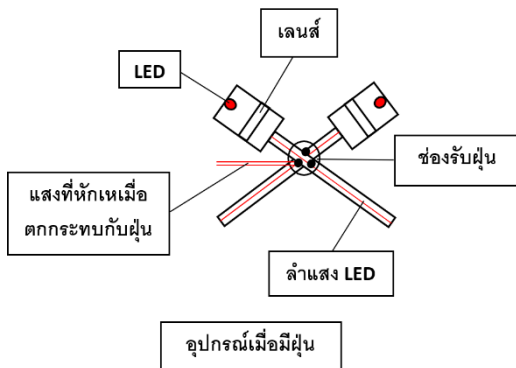
เซนเซอร์ตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศ ให้ค่าที่ได้ออกมาเป็นดิจิทัล หลักการทำงานของตัวเครื่องจะเป็นกล่องขนาดเล็กที่มีช่องตรงกลาง ภายในเครื่องจะมีอุปกรณ์ปล่อยแสง LED และอุปกรณ์ตรวจจับค่าการสะท้อนแสงถูกวางไว้ให้ลำแสงของทั้งอุปกรณ์ปล่อยแสง LED และอุปกรณ์ตรวจจับค่าการสะท้อนแสงตัดกันดังรูปที่ 1 เมื่อมีฝุ่นละอองตกเข้าไปภายในช่องก็จะทำให้ค่าการสะท้อนของแสงที่วัดได้เปลี่ยนไป เนื่องจากฝุ่นละอองทำให้แสงหักเห เอาต์พุตที่ได้เป็นระบบดิจิทัลคือความเข้มข้นของมวลในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีสองตัวเลือกสำหรับเอาต์พุตดิจิทัลคือ

1. พาสซีฟ เริ่มต้นจะทำงานหลังจากเปิดเครื่อง ในวิธีนี้เซนเซอร์จะส่งข้อมูลแบบอนุกรมไปยังโฮสต์โดยอัตโนมัติ

2. แอกทีฟ จะแบ่งออกเป็นสองแบบ คือแบบเสถียรและแบบรวดเร็ว ถ้าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นมีขนาดเล็กเซนเซอร์จะทำงานในโหมดเสถียรโดยใช้เวลา 2.3 วินาทีและถ้าการเปลี่ยนแปลงมีขนาดใหญ่เซนเซอร์จะเปลี่ยนเป็นแบบรวดเร็วโดยอัตโนมัติด้วยช่วงเวลา 200 ~ 800 มิลลิวินาที ตามความเข้มข้นของมวล

การวัดปริมาณของฝุ่นละอองสามารถวัดได้ด้วยการสะท้อนของแสงในอุปกรณ์ หากแสงภายในของอุปกรณ์น้อยปริมาณฝุ่นละอองจะมีจำนวนมาก และแสงภายในของอุปกรณ์มากปริมาณฝุ่นละอองจะมีจำนวนน้อย เซนเซอร์ตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศสามารถวัดควันรูป แบ่งฝุ่นได้ โดยเซนเซอร์

ตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศมีลักษณะดังรูป
ที่ 2



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับควันและ
ฝุ่นละอองในอากาศเมื่อมีฝุ่น



รูปที่ 2 เซนเซอร์สำหรับตรวจจับควันและฝุ่นละออง
ในอากาศ

2.6 เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Humidity Sensor) [6]

เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
คืออุปกรณ์สำหรับวัดอัตราส่วนมวลไอน้ำในอากาศ
เทียบกับมวลไอน้ำสูงสุดที่อุณหภูมิเดียวกัน มีหน่วย
เป็น %RH เอาต์พุตที่ได้คือสัญญาณดิจิทัลผ่านบัส 1
สาย โดยข้อมูลที่ได้นั้นทั้งหมดคือ 40 บิต แบ่งเป็น 16 บิต
สำหรับค่าความชื้น 16 บิตสำหรับค่าอุณหภูมิ และ 8

บิตสำหรับตรวจสอบผลรวมก่อนที่จะแปลงเป็น%RH
และ องศาเซลเซียส

เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ได้หลายด้าน
ทางการเกษตร สามารถนำไปใช้สำหรับระบบควบคุม
ความชื้นในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ เช่น โรงเรือน
เลี้ยงไก่ ทางการแพทย์ เซนเซอร์วัดความชื้นความเร็ว
สูง นอกจากจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุม
ความชื้นในงานอุตสาหกรรมแล้ว ในทางการแพทย์ยัง
สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมความชื้น
ในระบบหายใจของผู้ป่วย หรือใช้ในการเก็บข้อมูล
ความชื้นในลมหายใจเพื่อประโยชน์ในการ
วินิจฉัยโรคได้ โดยเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและ
ความชื้นสัมพัทธ์มีลักษณะดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น
สัมพัทธ์

2.7 Node-MCU [7]

Node MCU คือบอร์ดที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi
ได้ สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ภายใน
บอร์ดของ Node MCU ประกอบไปด้วยไมโครคอน
โทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้ พร้อมอุปกรณ์
อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น พอร์ต micro USB

สำหรับจ่ายไฟ อัปโหลดโปรแกรม ชิพสำหรับ
อัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB ชิพแปลง
แรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
เป็นต้น

2.8 Line Notify [8]

LINE Notify คือบริการที่สามารถรับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ LINE Notify สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย

2.9 การพยากรณ์

การพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองในปัจจุบันยังไม่มีวิธีที่สามารถพยากรณ์ระบุได้อย่างชัดเจนแน่นอน เนื่องจากมีตัวแปรหลายอย่างที่ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศเปลี่ยนแปลงโดยมีสาเหตุมาจากมนุษย์ เช่นการจราจรหรือภาคอุตสาหกรรม โดยควันที่เกิดจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุหลักที่ปล่อยฝุ่นละออง หรือเกิดจากโรงงานที่ปล่อยควันออกมาทำให้เกิดฝุ่นละอองในอากาศจำนวนมาก อีกทั้งสาเหตุจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่าโดยการเผาไหม้ของไฟนั้นทำให้เกิดหมอกควันที่เป็นโทษต่อร่างกาย เป็นต้น ในที่นี้ได้พยายามหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับปริมาณต่าง ๆ เช่น ช่วงเวลา อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ปริมาณฝุ่นในวันก่อนหน้า เป็นต้น หากพบความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับปริมาณต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถนำมาพยากรณ์เหตุการณ์หมอกฝุ่นได้

3. วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.ส่วนเว็บไซต์ 2.ส่วนอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละออง จากการศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละออง จนถึงการนำไปใช้งาน คณะผู้จัดทำจึงได้นำทฤษฎีความรู้มาทำอุปกรณ์ตรวจจับและวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.2 การออกแบบอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แดงผลผ่านเว็บไซต์

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

3.4 พัฒนาและจัดทำอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แดงผลผ่านเว็บไซต์

3.5 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

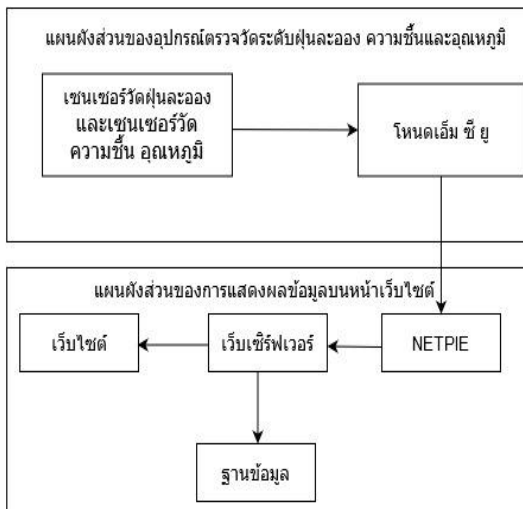
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ได้แสดงไว้ในทฤษฎีบทที่ 2 ประกอบไปด้วยข้อมูล ทางด้านการศึกษาเกี่ยวกับภาษา HTML, NETPIE Node Js, Node Red, my SQL และหลักการทำงานของ Dust Sensor, Temperature & Humidity Sensor, Node-MCU ในลำดับถัดมาทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ การออกแบบระบบของอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความหนาแน่นฝุ่นละอองที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น เมื่อได้ข้อมูลที่รวบรวมตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้ว จึงนำมา

ออกแบบ โครงสร้างการทำงาน และพัฒนาระบบในการดำเนินการจัดทำอุปกรณ์ในแต่ละส่วน ตามแผนการ ดำเนินงาน และทำการทดสอบระบบโดยรวมเมื่อ จัดทำเสร็จสมบูรณ์ เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือข้อปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม และทำการสรุปผลการทำงานของระบบ

3.2 การออกแบบอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

3.2.1 การออกแบบการเชื่อมต่อของระบบจากการศึกษาวิเคราะห์ระบบการทำงานของอุปกรณ์ ตรวจจับและวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ให้เหมาะสมเพื่อการใช้งานที่สะดวกสบายและเมื่อเกิดปัญหาแก้ไขได้สะดวก โดยทางผู้จัดทำได้มีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของตัวอุปกรณ์วัดค่าฝุ่นละอองและส่วนของการแสดงผลผ่านเว็บไซต์



รูปที่ 4 ผังการทำงานของอุปกรณ์วัดฝุ่นละออง ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

จากรูปที่ 4 เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดฝุ่นละออง ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์เสร็จ โดยมีเซนเซอร์รับค่าสภาพอากาศเข้ามา 2 ประเภทคือ เซนเซอร์วัดระดับความหนาแน่นฝุ่นละอองในอากาศ และ เซนเซอร์ วัดค่าระดับความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ ที่ถูกเขียนโปรแกรมอ่านค่าโดยบอร์ด Arduino เมื่อ เซนเซอร์วัดค่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ตัว Arduino จะทำการส่งค่าที่รับมาไปยัง ESP-32 เพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูล และส่งค่าที่รับมาขึ้นไปแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

เนื่องจากอุปกรณ์วัดฝุ่นละออง ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์ โดยเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล SQL โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3

ตารางที่ 1 โครงสร้างตาราง dust สำหรับเก็บค่าฝุ่น

ชื่อฟิลด์	ประเภทข้อมูล	รายละเอียด
dust_id	Integer	Primary key
value	Float	ค่าความชื้น
dust_date	Timestamp	วันที่เก็บค่าความชื้น
epoch	Bigint	ตัวเลขที่ใช้บอกเวลา

ตารางที่ 2 โครงสร้างตาราง humid สำหรับเก็บค่าความชื้น

ชื่อฟิลด์	ประเภทข้อมูล	รายละเอียด
humid_id	Integer	Primary key

ชื่อฟิลด์	ประเภทข้อมูล	รายละเอียด
value	Float	ค่าความชื้น
humid_date	Timestamp	วันที่เก็บค่าความชื้น
epoch	Bigint	ตัวเลขที่ใช้บอกเวลา

ตารางที่ 3 โครงสร้างตาราง temp สำหรับเก็บค่าความชื้น

ชื่อฟิลด์	ประเภทข้อมูล	รายละเอียด
temp_id	Integer	Primary key
value	Float	ค่าอุณหภูมิ
temp_date	Timestamp	วันที่เก็บค่าอุณหภูมิ
epoch	Bigint	ตัวเลขที่ใช้บอกเวลา

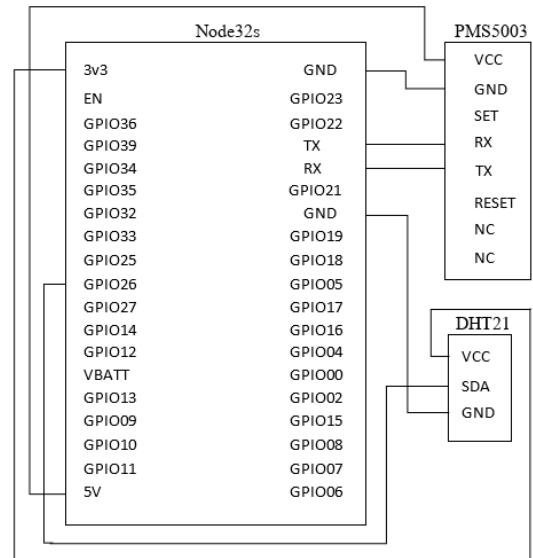
3.4 พัฒนาและจัดทำอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์

การจัดทำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1.การจัดทำตัวอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ 2.การจัดทำเว็บแอปพลิเคชัน

3.4.1 การจัดทำตัวอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ

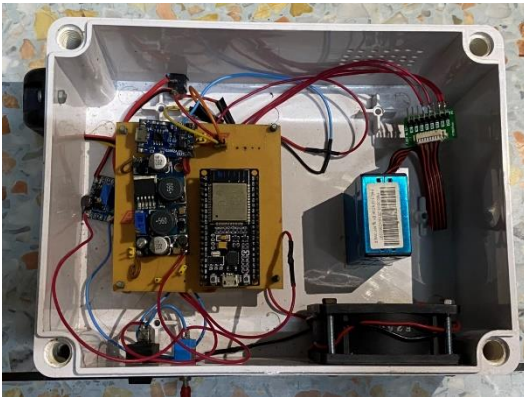
ประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย WiFi เป็นตัวควบคุมวงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์ แยกการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการควบคุมอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ และส่วนการส่งระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ ไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลผ่านเว็บไซต์และเก็บข้อมูลลง

บนฐานข้อมูลโดยการเชื่อมต่อต่าง ๆ ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไปดังรูปที่ 5

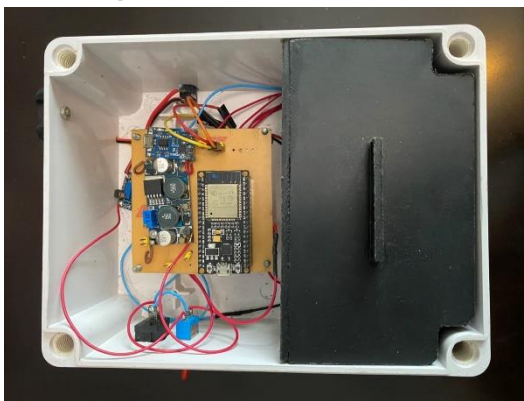


รูปที่ 5 แผนภาพวงจรไฟฟ้าของ Node MCU

เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เรียบร้อยแล้วจึงนำอุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งในกล่องอุปกรณ์ประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์สำหรับตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศ พัดลม แบตเตอรี่ ดังรูปที่ 6 เพื่อไม่ให้ฝุ่นที่พัดลมดูดเข้ามาในกล่องอุปกรณ์กระจายไปทั่วกล่องจึงได้นำแผ่นไม้มาปิดกันไว้ดังรูปที่ 7 และนำเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมผัสติดตั้งไว้ด้านนอกของกล่องเพื่อให้อุณหภูมิและความชื้นได้ดีกว่าด้านในกล่องอุปกรณ์ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 6 รูปภาพในกล่องอุปกรณ์



รูปที่ 7 รูปภาพในกล่องอุปกรณ์โดยมีแผ่นไม้มากั้นฝุ่น
ละออง



รูปที่ 8 รูปเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

3.4.2 การจัดทำเว็บแอปพลิเคชัน

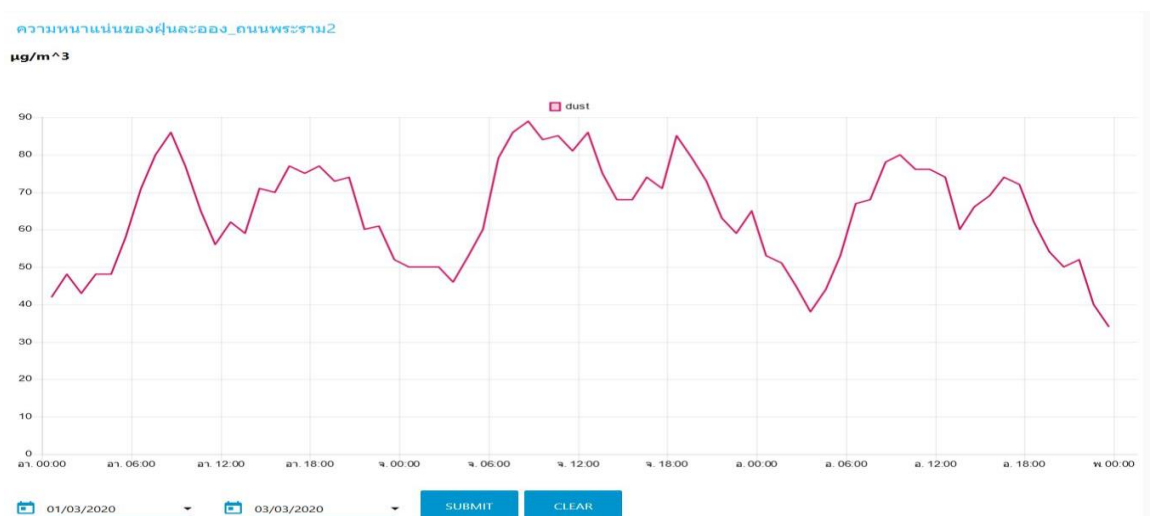
การบันทึกข้อมูล ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์ แอปพลิเคชันสำหรับแสดงข้อมูลและระบบฐานข้อมูล ใช้ Node.js ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ Node-red ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและคอนฟิก Node-red ให้สำหรับรับข้อมูลที่ส่งมาจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงผลข้อมูลระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ ข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล ใช้ MySQL เป็นตัวจัดการฐานข้อมูล

การแสดงค่าของฝุ่นละอองในอากาศความชื้น และอุณหภูมิมีเมนูสำหรับเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ โดยสามารถกำหนดวันที่สำหรับเรียกดูข้อมูลย้อนหลังดังรูปที่ 9 โดยรูปที่ 9 จะเลือกดูปริมาณฝุ่นละอองย้อนหลังของวันที่ 1 มีนาคม 2563 ข้อมูลจะแสดงปริมาณของฝุ่นละอองต่อหนึ่งชั่วโมงดังรูปที่ 10 โดยรูปที่ 10 จะแสดงปริมาณฝุ่นละอองย้อนหลังของวันที่ 1 มีนาคม 2563

กรุณาเลือกวันที่

อา.	จ.	อ.	พ.	พ.จ.	ศ.	ส.
มี.ค. 2020 >						
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
เม.ย. 2020 >			1	2	3	4

รูปที่ 9 เมนูสำหรับกำหนดวันที่สำหรับเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง



รูปที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลย้อนหลังความหนาแน่นของฝุ่นละออง

3.5 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

อุปกรณ์แสดงผลการทดสอบผ่านเว็บไซต์โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นการยืนยันว่าระบบสามารถตรวจจับปริมาณฝุ่นละออง ความชื้น และอุณหภูมิในอากาศได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ และนำข้อมูลที่ได้มาทำการแสดงค่าและประเมินหาข้อผิดพลาดเพื่อใช้ในการปรับปรุงตัวอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

3.5.1 การทดสอบโดยคณะผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลมาออกแบบระบบ และได้ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้โดยมุ่งเน้นให้สามารถทำตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำโครงการ เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการทดสอบ โดยการทดสอบของคณะผู้จัดทำทดสอบเป็นอันดับแรกนี้ ในกรณีที่เกิดข้อบกพร่องจะทำให้คณะผู้จัดทำสามารถทำการแก้ไขได้ทันที มีขั้นตอนดังนี้

3.5.1.1 ทำการทดสอบการทำงานเซนเซอร์รับค่าฝุ่นละออง ความชื้น และ อุณหภูมิ ว่าสามารถอ่านค่าได้ตามต้องการ

3.5.1.2 ทำการทดสอบการทำงานการแสดงผลผ่านเว็บไซต์ การพยากรณ์ และแจ้งเตือนผ่านทาง Line Notify

3.5.1.3 ทำการทดสอบโดยรวมว่า ส่วนของการแสดงผลว่าสามารถทำการเชื่อมต่อเพื่อ รับ-ส่ง ข้อมูลกับส่วนของอุปกรณ์ได้หรือไม่

3.5.2 การทดสอบโดยผู้ใช้งาน

โดยการให้ผู้ใช้งานได้ทำการใช้งานอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศว่าอุปกรณ์ที่ทางคณะผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นมานั้น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้หรือไม่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.2.1 การทดสอบโดยผู้ใช้งาน เพื่อเป็นการจำลองการใช้งานจริง โดยคณะผู้จัดทำจะทำการสังเกตการณ์การทดสอบของผู้ใช้งาน เพื่อทำการจดบันทึกผล หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริง ที่มีต่ออุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ

4. ผลการทดลอง

จากการดำเนินงานจัดทำอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้นและอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์โดยทดลองการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
1.การทำงานของตัวอุปกรณ์ 2.การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

4.1 การทำงานของตัวอุปกรณ์

4.1.1 การวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ

หลักการทำงานคือพัดลมจะพัดฝุ่นละอองเข้ามาในกล่องอุปกรณ์เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับควันและฝุ่นละอองในอากาศสามารถตรวจจับฝุ่นละอองดังรูปที่ 11 โดยเมื่อมีฝุ่นละอองเข้าไปในช่องภายในอุปกรณ์ภายในเครื่องจะมีอุปกรณ์ปล่อยแสง LED และอุปกรณ์ตรวจจับค่าการสะท้อนแสงถูกวางไว้ให้ลำแสงของทั้งอุปกรณ์ปล่อยแสง LED และอุปกรณ์ตรวจจับค่าการสะท้อนแสงตัดกัน เมื่อมีฝุ่นละอองตกเข้าไปภายในช่องก็จะทำให้ค่าการสะท้อนของแสงที่วัดได้เปลี่ยน เนื่องจากฝุ่นไปทำให้แสงหักเห โดยค่าที่

ได้ออกมาเป็นแบบดิจิทัลและแสดงผลผ่านเว็บไซต์ดัง
รูปที่ 12



รูปที่ 11 พัฒนและเซนเซอร์ตรวจจับควันและฝุ่น
ละออง

Density of dust



รูปที่ 12 ตัวอย่างค่าฝุ่นที่แสดงผลผ่านเว็บไซต์

4.1.2 การวัดความชื้นและอุณหภูมิ

เซนเซอร์สามารถวัดความชื้นและอุณหภูมิได้ถูก
ติดตั้งไว้ที่ส่วนนอกของกล่องอุปกรณ์เพื่อวัดความชื้น
และอุณหภูมิได้ดีกว่าภายในกล่องอุปกรณ์โดย
เซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิเชื่อมต่อสัญญาณ
เพียงเส้นเดียวแบบสองทิศทาง ใช้แรงดันไฟในช่วง
3.3 โวลต์ ถึง 5.2 โวลต์ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้

ในช่วง -40 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส และ
ความละเอียดในการวัดอุณหภูมิความชื้นคือ 0.5 องศา
เซลเซียส และ 0.1%RH และมีความแม่นยำ ± 0.5
องศาเซลเซียส และ $\pm 3\%RH$ ตามลำดับ ในการอ่าน
ข้อมูลแต่ละครั้ง จะอ่านข้อมูลทั้งหมด 40 บิต แบ่งเป็น
16 บิตสำหรับค่าความชื้น 16 บิตสำหรับค่าอุณหภูมิ
และ 8 บิตสำหรับตรวจสอบผลรวมเพื่อดูว่าอ่านค่าได้
ถูกต้องหรือไม่ โดย Arduino Sketch อ่านค่าจาก
เซนเซอร์ดังกล่าวแล้วนำข้อมูลมาแสดงผลผ่าน
เว็บไซต์ดังตัวอย่างในรูปที่ 13 และ 14 ตามลำดับ โดย
รูปที่ 13 คือค่าความชื้นมีหน่วยเป็น %RH ส่วนรูปที่
14 คือค่าอุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

Humidity



รูปที่ 13 ตัวอย่างค่าความชื้นที่แสดงผลผ่านเว็บไซต์

Temperature



รูปที่ 14 ตัวอย่างค่าอุณหภูมิที่แสดงผลผ่านเว็บไซต์

4.1.3 มีสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟและสวิตช์เปิด-ปิดอุปกรณ์

ผู้ใช้สามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ได้จากปลั๊กไฟหรือแบตเตอรี่โดยสับคันโยกสีแดง โยกขึ้นเป็นการใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ โยกลงเป็นการใช้แหล่งจ่ายไฟจากปลั๊กไฟ และเปิด-ปิดอุปกรณ์โดยกดที่สวิตช์สีดำดังรูปที่ 15

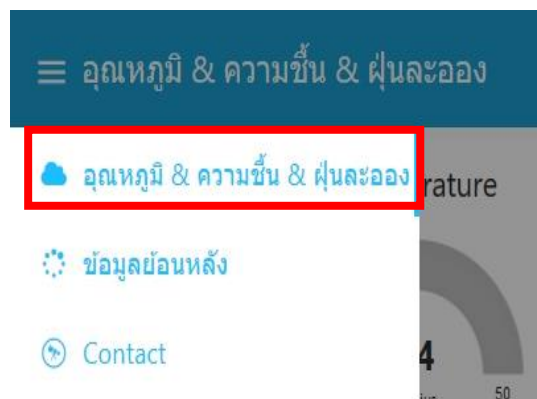


รูปที่ 15 สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟและสวิตช์เปิด-ปิดอุปกรณ์

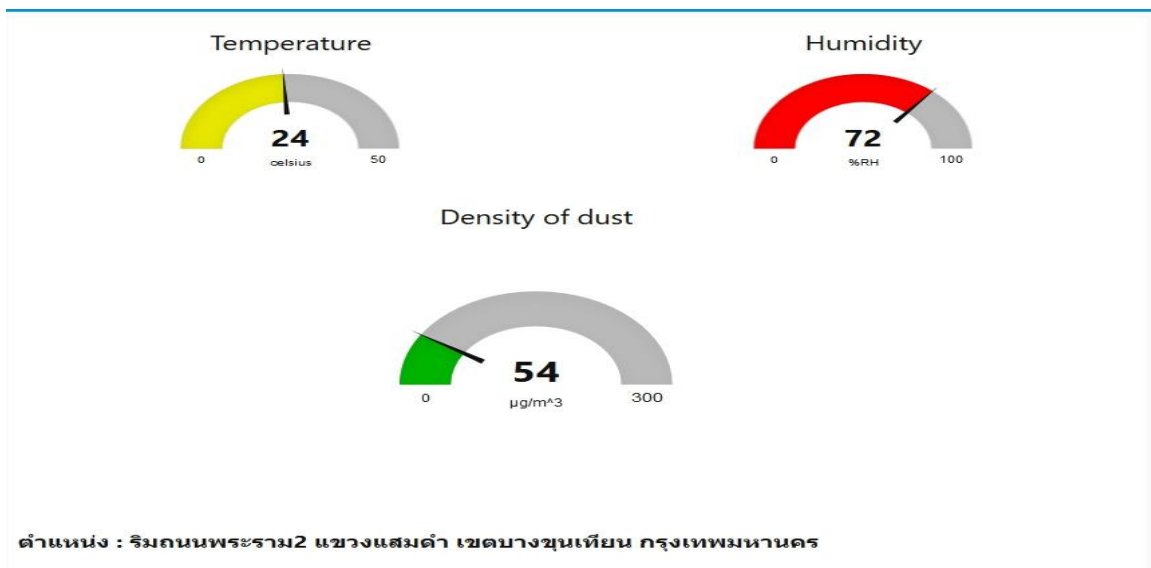
4.2 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

4.2.1 อุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองสามารถแสดงค่าได้จากเมนูทางด้านซ้าย โดยจะแสดงข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละออง ณ ชั่วโมงนั้น ๆ ดังรูปที่ 16 - 18 โดยรูปที่ 16 คือเลือกหัวข้ออุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองจากจากเมนูด้านซ้าย รูปที่ 17 คือค่าอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองเครื่องที่ 1 ริมถนนพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียนกรุงเทพมหานครและรูปที่ 18 คือค่าอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองเครื่องที่ 2 ริมถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ค่าที่ได้สามารถนำมาเทียบกับตารางดัชนี

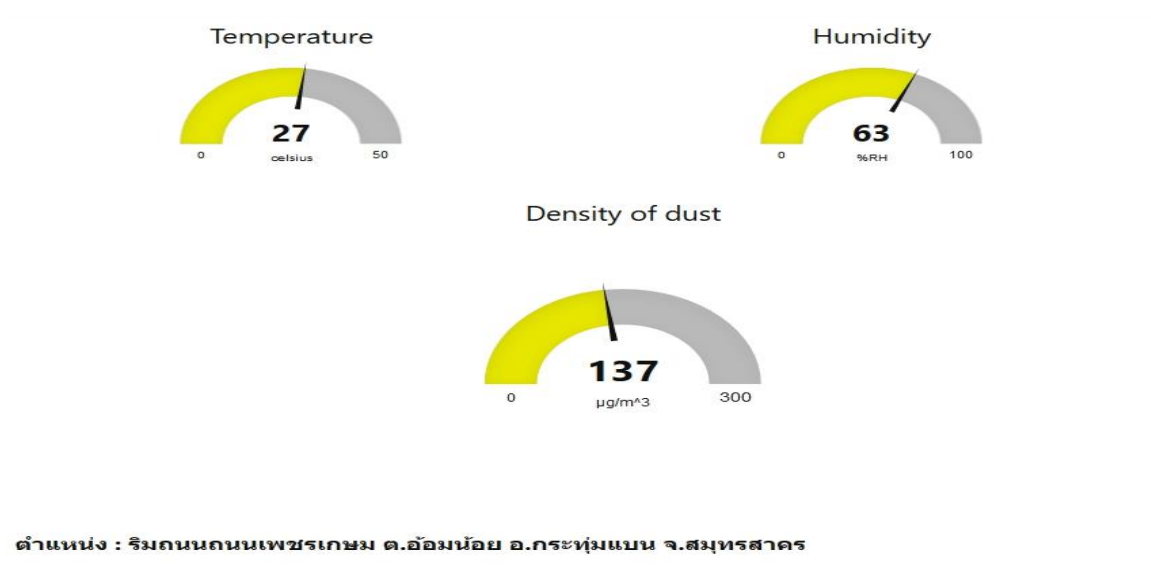
คุณภาพอากาศ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพอากาศ ณ ชั่วโมงนั้น ๆ ดังตารางที่ 4 ตัวอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองจะถูกติดตั้งออกเป็น 2 จุดคือจุดที่ 1 ริมถนนพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 19 เนื่องจากริมถนนพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร มีการทำถนนพระราม 2 ทางผู้จัดทำจึงคิดว่าปริมาณฝุ่นละอองหนาแน่นพอสมควรและจุดที่ 2 ถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ดังรูปที่ 20 เนื่องจากเป็นถนนเส้นหลักที่ประชาชนใช้สัญจรอาจทำให้ปริมาณฝุ่นละอองหนาแน่นพอสมควร



รูปที่ 16 เลือกหัวข้อข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองจากเมนูด้านซ้าย



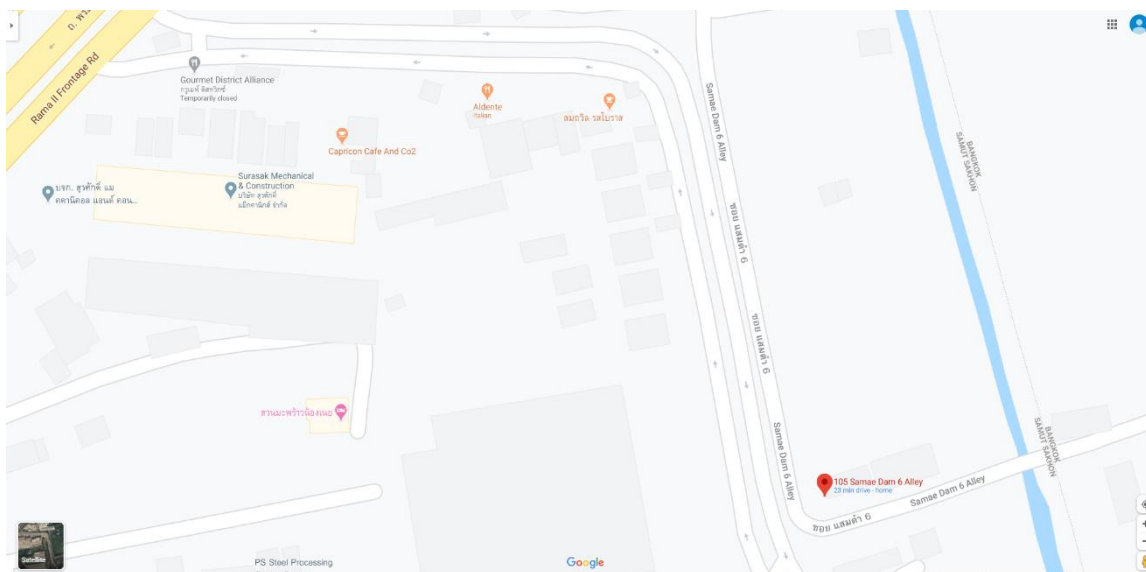
รูปที่ 17 หน้าแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองเครื่องที่ 1 ริมถนนพระราม 2
แขวงสามด้า เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 18 หน้าแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองเครื่องที่ 2 ริมถนนเพชรเกษม
ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร

ตารางที่ 4 ตารางดัชนีคุณภาพอากาศ

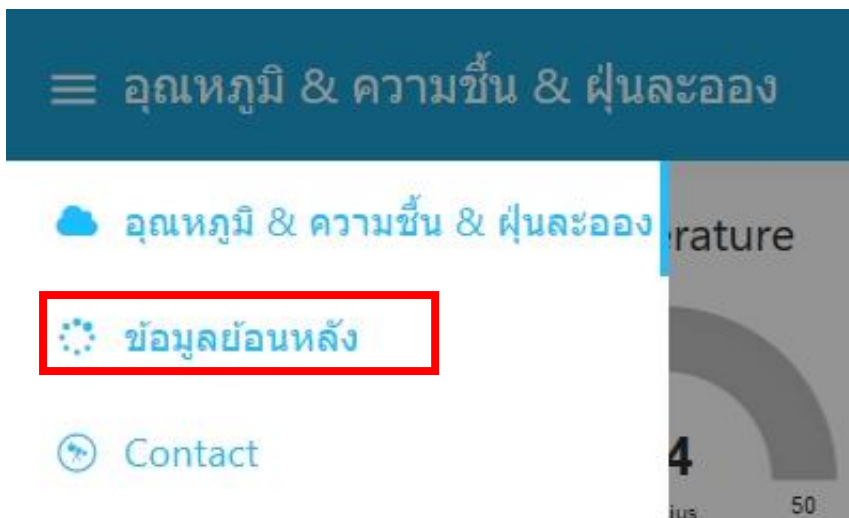
AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	แนวทางการป้องกันผลกระทบ
0-50	คุณภาพดี	ฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	เหลือง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก	ส้ม	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังกายนอกอาคาร
มากกว่า 300	อันตราย	แดง	บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ในอาคาร



รูปที่ 19 ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์จุดที่ 1 ริมถนนพระราม 2 แขวงสามตำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร



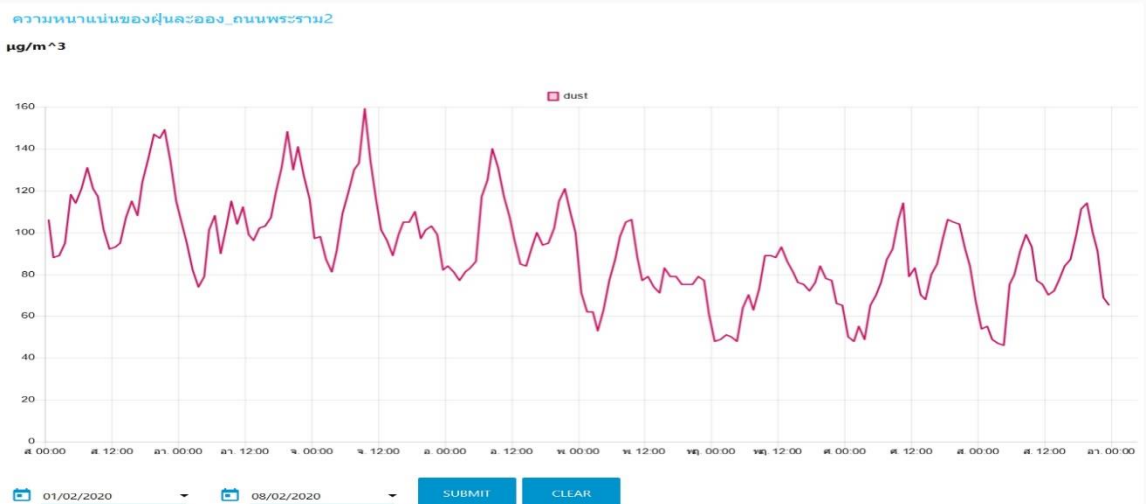
ค่าอุณหภูมิต่ำ ความชื้น และฝุ่นละอองจะสามารถดูข้อมูลย้อนหลังจากเมนูทางด้านซ้ายโดยเลือกที่หัวข้อข้อมูลย้อนหลัง ดังรูปที่ 20 ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกวัน เดือน ปี ที่ต้องการเริ่มต้นดูข้อมูลย้อนหลัง และสิ้นสุดวันที่ต้องการดูข้อมูลย้อนหลัง ตัวอย่างเช่นวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563 โดยข้อมูลจะแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟ ดังรูปที่ 21-26 โดยรูปที่ 21 คือการเลือกหัวข้อข้อมูลย้อนหลังจากเมนูด้านซ้าย โดยรูปที่ 22 คือเลือกดูข้อมูลย้อนหลังของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563 โดยรูปที่ 23 คือข้อมูลย้อนหลังแสดงความหนาแน่นของฝุ่นละอองตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563 ที่ริมพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โดยรูปที่ 24 คือข้อมูลย้อนหลังแสดงความหนาแน่นของฝุ่นละอองตั้งแต่วันที่ 11 ธันวาคม 2562 ถึง 18 ธันวาคม 2562 ริมถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร โดยรูปที่ 25 คือข้อมูลย้อนหลังแสดงความชื้นและอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563 ที่ริมถนนพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โดยรูปที่ 26 คือข้อมูลย้อนหลังแสดงความชื้นและอุณหภูมิตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563 ที่ริมถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร



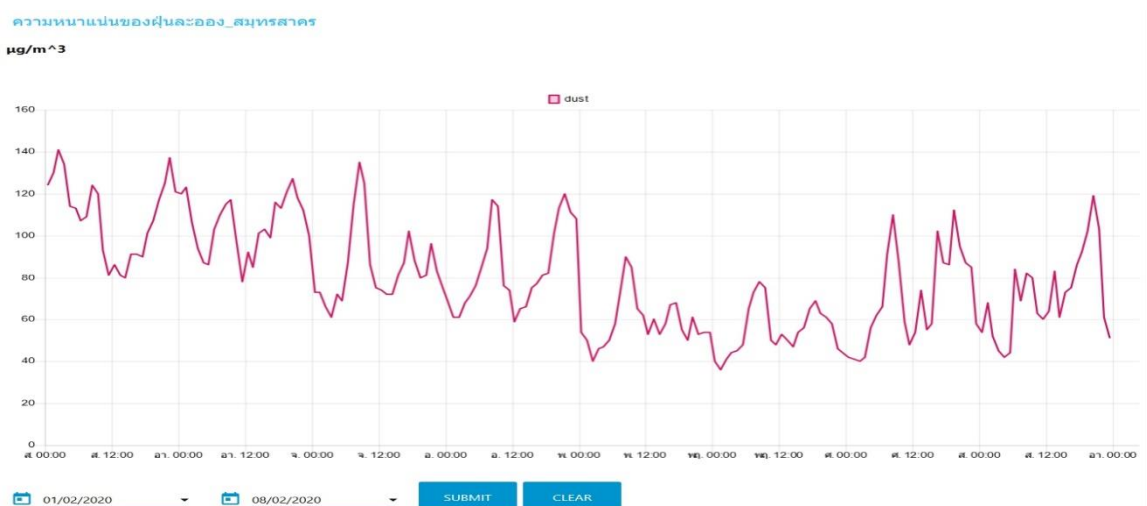
รูปที่ 21 เลือกหัวข้อข้อมูลย้อนหลังจากเมนูด้านซ้าย



รูปที่ 22 เลือกดูข้อมูลย้อนหลังของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2563

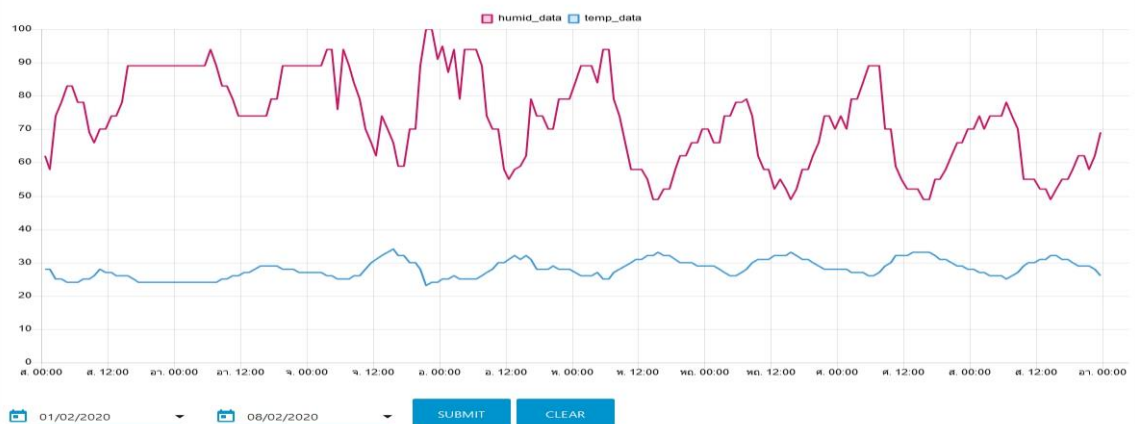


รูปที่ 23 ตัวอย่างแสดงความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่ริมถนนพระราม 2 แขวงสามค่า เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 24 ตัวอย่างแสดงความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่ริมถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร

ความชื้น&อุณหภูมิ_ถนนพระราม2



รูปที่ 25 ตัวอย่างแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิที่ริมถนนพระราม 2 แขวงสามค่า เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

ความชื้น&อุณหภูมิ_สมุทรสาคร

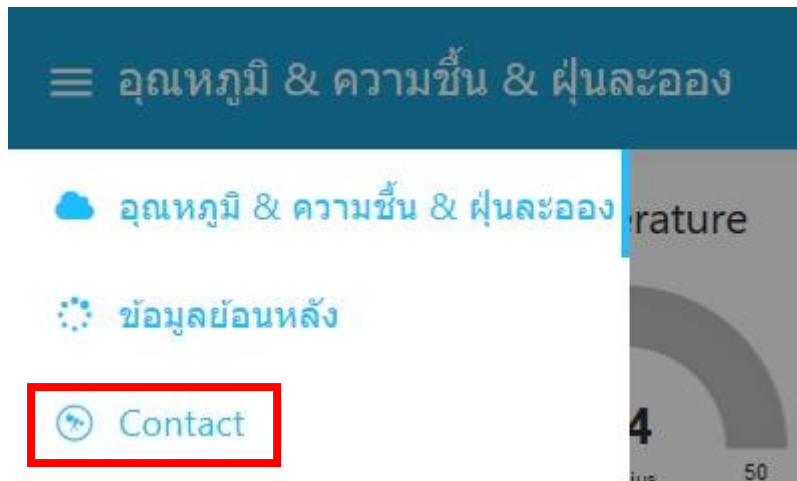


รูปที่ 26 ตัวอย่างแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิที่ริมถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร

4.2.3 การรับข้อมูลแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์

สำหรับผู้ที่ใช้สนใจรับการแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านทางไลน์สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดโดยเลือกหัวข้อ Contact ทางเมนูทางด้านซ้าย ดังรูปที่ 27-28 โดยการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์จะแจ้งเตือนเมื่อค่าฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดดังต่อไปนี้ 1.ค่าฝุ่นละอองมากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะส่งข้อความว่าควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายภายนอกอาคารบุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุไม่ควรทำกิจกรรมกลางแจ้งเป็นเวลานานดัง

รูปที่ 29 2.ค่าฝุ่นละอองมากกว่า 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะส่งข้อความว่าควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรกำจัดการออกกำลังกายภายนอกอาคารดังรูปที่ 30 3.ค่าฝุ่นละอองมากกว่า 300 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะส่งข้อความว่าควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรอยู่ในอาคารดังรูปที่ 31



รูปที่ 27 หัวข้อ Contact จากเมนูด้านซ้าย



รูปที่ 28 คิวอาร์โค้ดสำหรับผู้ที่ต้องการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์



รูปที่ 29 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์เมื่อค่าฝุ่นละอองมากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 30 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์เมื่อค่าฝุ่นละอองมากกว่า 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 31 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์เมื่อค่าฝุ่นละอองมากกว่า 300 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

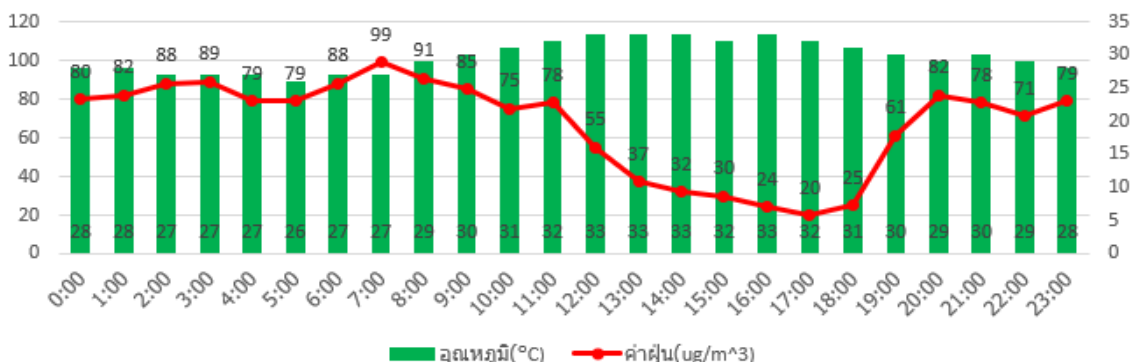
4.2.5 การพยากรณ์

การพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองในปัจจุบันยังไม่มีวิธีที่สามารถพยากรณ์ระยะปูได้อย่างชัดเจนเนื่องจากมีตัวแปรหลายอย่างที่ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศเปลี่ยนแปลง ในที่นี้ได้พยายามหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับปริมาณต่าง ๆ 6 ขั้นตอน ได้แก่

4.2.5.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับอุณหภูมิ

เมื่อนำปริมาณฝุ่นละอองมาหาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแล้วดังรูปที่ 32 โดยกราฟเส้นสีแดงคือค่าฝุ่นในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กราฟแท่งสีเขียวคือค่าอุณหภูมิในหน่วยของศาเซลเซียส หลังจากดูกราฟแล้วกราฟไม่มีแนวโน้มที่จะสามารถคาดเดาได้ว่าเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนจะทำให้ค่าปริมาณของฝุ่นเปลี่ยนไปได้อย่างชัดเจน

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าอุณหภูมิ
ของวันที่ 31 ธันวาคม 2562

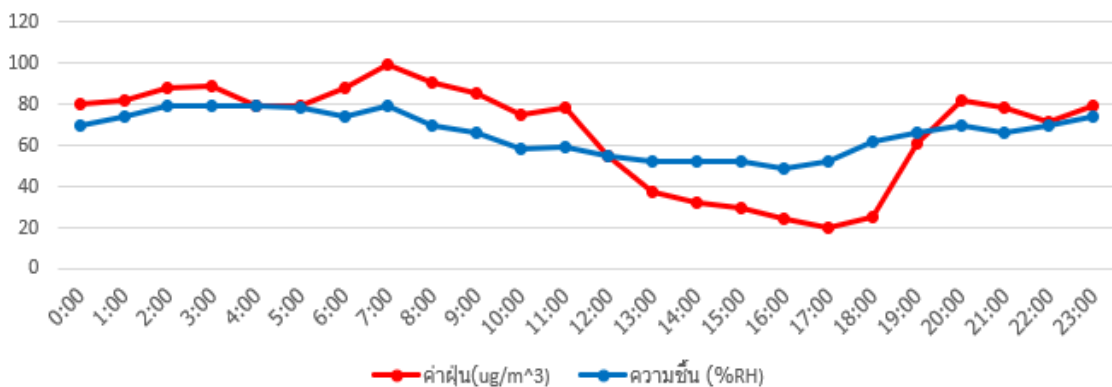


รูปที่ 32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับอุณหภูมิ

4.2.5.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความชื้น

เมื่อนำปริมาณฝุ่นละอองมาหาความสัมพันธ์กับค่าความชื้นดังรูปที่ 33 โดยกราฟเส้นสีแดงคือค่าฝุ่นในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กราฟเส้นสีฟ้าคือค่าความชื้นในหน่วย %RH หลังจากดูกราฟพบว่าค่าความชื้นไม่สามารถพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้ของวันถัดไปได้

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความชื้น
ของวันที่ 31 ธันวาคม 2562

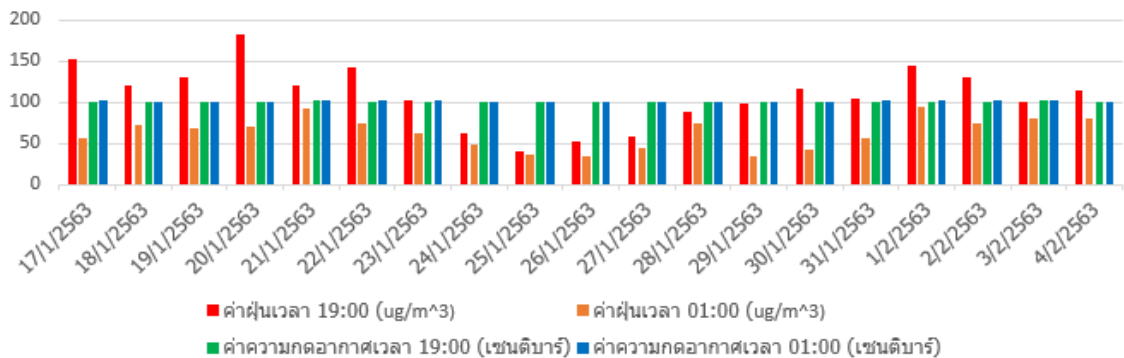


รูปที่ 33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความชื้น

4.2.5.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความกดอากาศ

เมื่อนำปริมาณฝุ่นละอองมาหาความสัมพันธ์กับค่าความกดอากาศดังรูปที่ 34 ในที่นี้ได้ยกตัวอย่างมาในช่วงวันที่ 17 มกราคม 2563 ถึงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2563 โดยกราฟแท่งสีแดงคือค่าฝุ่นเวลา 19.00 น. ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กราฟแท่งสีส้มคือค่าฝุ่นเวลา 01.00 น. ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กราฟแท่งสีเขียวคือค่าความกดอากาศเวลา 19.00 น. ในหน่วยเซนติบาร์ กราฟแท่งสีฟ้าคือค่าความกดอากาศเวลา 01.00 น. ในหน่วยเซนติบาร์ สาเหตุที่เลือกเวลา 19.00 น. และ 01.00 น. เพราะเมื่อดูข้อมูลในช่วงวันที่ 17 มกราคม 2563 ถึงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2563 แล้ว ปริมาณฝุ่นละอองจะมากที่สุดเวลา 19.00 น. และจะน้อยที่สุดเวลา 01.00 น. เมื่อดูข้อมูลจากกราฟพบว่าไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าความกดอากาศเป็นตัวคาดเดาปริมาณฝุ่นละอองได้

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความกดอากาศตั้งแต่
วันที่ 17 มกราคม 2563 ถึง วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2563

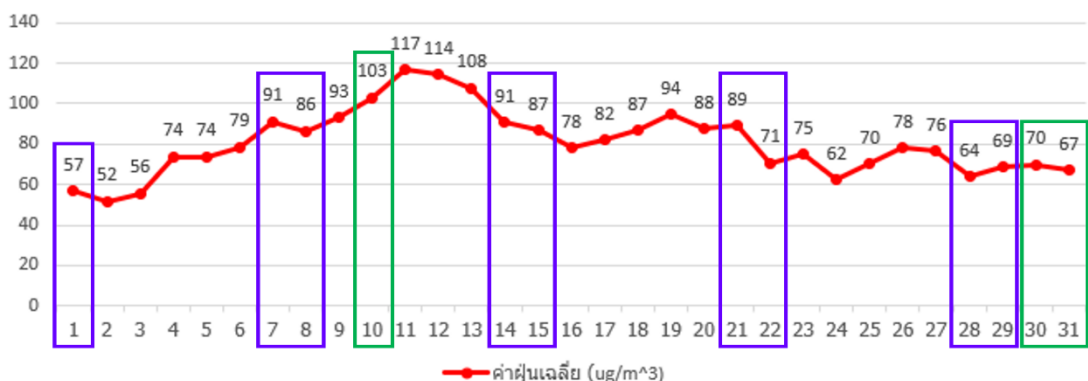


รูปที่ 34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับค่าความกดอากาศ

4.2.5.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันธรรมดา กับปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันธรรมดา กับปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์แล้วดังรูปที่ 35 โดยกราฟเส้นสีแดงคือค่าฝุ่นในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กรอบสีม่วงคือวันหยุดสุดสัปดาห์ และกรอบสีเขียวคือวันหยุดนักขัตฤกษ์ หลังจากที่ได้ข้อมูลแล้วสรุปได้ว่าการจราจรในวันธรรมดากับการจราจรในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์ส่งผลให้เกิดปริมาณฝุ่นละอองที่ใกล้เคียงกันทำให้ไม่สามารถพยากรณ์ปริมาณฝุ่นในวันต่อไปได้จากปริมาณฝุ่นในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์

กราฟค่าเฉลี่ยของฝุ่นในเดือนธันวาคม 2562

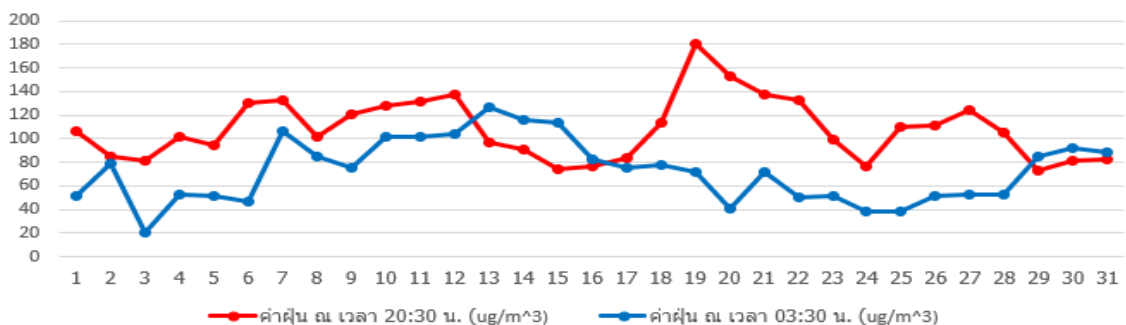


รูปที่ 35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันธรรมดา กับปริมาณฝุ่นละอองของการจราจรในวันหยุดสุดสัปดาห์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์

4.2.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 20.30 น. เทียบกับปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 03.30 น.

เมื่อนำปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 20.30 น. มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 03.30 น. แล้วดังรูปที่ 36 โดยกราฟเส้นสีแดงคือค่าฝุ่น ณ เวลา 20.30 น. ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กราฟเส้นสีฟ้าคือค่าฝุ่น ณ เวลา 03.30 น. ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สาเหตุที่เลือกเวลา 20.30 น. และ 03.30 น. เพราะเมื่อดูข้อมูลแล้วปริมาณฝุ่นละอองจะมากที่สุดเวลา 20.30 น. และจะน้อยที่สุดเวลา 03.30 น. สรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่าต่างกันมากเกินไปไม่สามารถนำมาพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองในวันต่อไปได้

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 20:30 น. เทียบกับปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 03:30 น. ของเดือนธันวาคม 2562

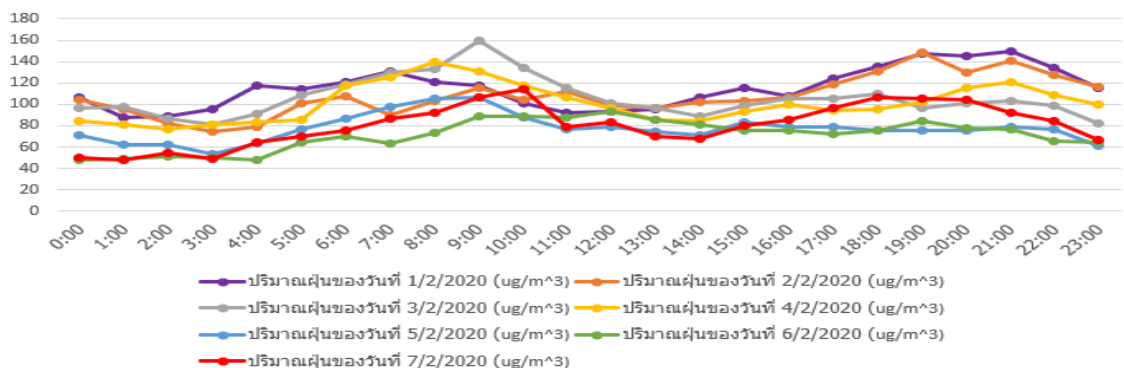


รูปที่ 36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 20.30 น. เทียบกับปริมาณฝุ่นละออง ณ เวลา 03.30 น.

4.2.5.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

โดยนำค่าของฝุ่นละอองมาหาความสัมพันธ์กับช่วงเวลาเดียวกันของทุกวันดังรูปที่ 37 โดยยกตัวอย่างมาในช่วงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 7 กุมภาพันธ์ 2563 เมื่อดูข้อมูลแล้วไม่สามารถคาดเดาปริมาณฝุ่นละอองในวันถัดไปได้ เนื่องจาก ณ เวลาเดียวกันปริมาณฝุ่นละอองมีปริมาณที่ต่างกันอาจเป็นเพราะมีปัจจัยแปรปรวนหลายอย่างที่ส่งผลทำให้ค่าฝุ่นละอองไม่เท่ากันในแต่ละวัน แต่ละช่วงเวลา

กราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 7 กุมภาพันธ์ 2563



รูปที่ 37 กราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับช่วงเวลา

สรุปได้ว่าจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับค่าที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าไม่สามารถพยากรณ์หรือคาดเดาปริมาณฝุ่นละอองล่วงหน้าได้ เนื่องจากทุก ๆ ปัจจัยเป็นปัจจัยแปรปรวนที่ควบคุมได้ยาก และทุก ๆ ปัจจัยมีผลทำให้ค่าฝุ่นเปลี่ยนแปลงไปได้ตลอดเวลา ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งทำให้ไม่สามารถพยากรณ์เหตุการณ์หมอกฝุ่นได้

5. สรุปผล

อุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ แสดงผลผ่านเว็บไซต์พื้นฐานของระบบแยกการพัฒนาเป็น 2 ส่วน 1. ส่วนของอุปกรณ์วัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิพัฒนาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ในการควบคุมการวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิและส่งข้อมูลไปยังเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาซีในการออกแบบโปรแกรมควบคุม 2. เว็บแอปพลิเคชัน พัฒนาโดยใช้ Node-red คอนฟิกเป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ภาษา JavaScript ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันและส่งข้อมูลไปบันทึกในฐานข้อมูล ซึ่งระบบฐานข้อมูลพัฒนาโดยใช้ MySQL เป็นตัวจัดการระบบฐานข้อมูล ในส่วนของการแจ้งเตือนผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันไลน์จะแจ้งเตือนให้ผู้ที่อยู่ในกลุ่มแอปพลิเคชันไลน์เมื่อค่าฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

จากการทดสอบระบบ ระบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ทั้งในส่วนของการวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิและเว็บแอปพลิเคชัน

ส่วนการพยากรณ์ไม่สามารถทำได้เนื่องจากพยายามหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับปริมาณต่าง ๆ เช่น ช่วงเวลา อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ปริมาณฝุ่นในวันก่อนหน้า ไม่มีความสัมพันธ์กันทำให้ไม่สามารถพยากรณ์เหตุการณ์หมอกฝุ่นได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ NETPIE [ออนไลน์]
แหล่งที่มา : http://203.159.154.241/innogoth/wp-content/uploads/2017/09/NETPIE-WS_v23.pdf
9 กันยายน 2562
- [2] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ NODE JS [ออนไลน์]
แหล่งที่มา : <http://www.glurgeek.com/education/node-js>
9 กันยายน 2562
- [3] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ NODE RED [ออนไลน์]
แหล่งที่มา : <http://www.themakerthailand.com/article/19/lesson-15-iot-5--node-red>
9 กันยายน 2562
- [4] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ SQL [ออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://mindphp.com/SQL.html>
9 กันยายน 2562
- [5] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ Dust Sensor [ออนไลน์]
แหล่งที่มา : <http://padchayapltc3.blogspot.com/2017/02/dust-sensor.html>

9 กันยายน 2562

[6] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ เซนเซอร์สำหรับวัด
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ [ออนไลน์]

แหล่งที่มา : [https://www.factomart.com/th/
factomartblog/principle-of-humidity-sensor/](https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-humidity-sensor/)

9 กันยายน 2562

[7] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ Node MCU ESP-8266
[ออนไลน์]

แหล่งที่มา : [http://embeddedsystem2558.wordpress
.com/esp8266-nodemcu-e/](http://embeddedsystem2558.wordpress.com/esp8266-nodemcu-e/)

9 กันยายน 2562

[8] พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ Line Notify [ออนไลน์]

แหล่งที่มา : [https://graphicbuffet.co.th/line-
notify-](https://graphicbuffet.co.th/line-notify-)

9 กันยายน 2562