รายงานการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะ เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

Design and development of smart weather alert system for support tourism in the area of Sikao, Trang

ภูมินทร์ อินทร์แป้น Pumin Inpan

นเรศ ขวัญทอง Naras Kwanthong

ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์ Sawannarat Apaipong

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปี พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์นเรศ ขวัญทอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ตลอดจนคณาจารย์ บุคลากร สาขาวิศวกรรมและสาขาเทคโนโลยวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ที่คอยช่วยเหลือแนะนำการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนงานวิจัย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ที่ให้การสนับสนุนทำให้วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณท่าเรือหาดปากเมง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ที่ให้ความร่วมมือในการอนุเคราะห์สถานที่ในการติดตั้งระบบ และนักศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญ คุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิจัยนี้เป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ภูมินทร์ อินทร์แป้น
นเรศ ขวัญทอง
ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์
มกราคม 2564

การออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะ เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

ภูมินทร์ อินทร์แป้น[1] นเรศ ขวัญทอง[2] และศวรรณรัศม์ อภัยพงค์[3]

บทคัดย่อ

สภาพอากาศในพื้นที่ หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรัง มีความแปรปรวนตลอดเวลา ทำให้เกิดผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและเศรษฐกิจของชุมชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยว เพื่อเผยแพร่ข้อมูลสภาพอากาศแบบเรียลไทม์ เช่น ภาพถ่าย อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น ทุกๆ 30 นาที สำหรับประกอบการตัดสินใจในการเดินทางมาท่องเที่ยว การพัฒนาระบบใช้บอร์ด Arduino ควบคุมเซนเซอร์ และส่งข้อมูลผ่านบอร์ด Raspberry Pi โดยเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโทรศัพท์ 3G/4G และส่งข้อมูลไปเก็บในระบบคลาวด์ สำหรับการแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน Grafana และแสดงข้อมูลแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line) ระบบได้ออกแบบให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ จากการทดสอบระบบบริเวณท่าเรือปากเมง โดยการเก็บข้อมูลระยะเวลา 15 วัน พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูล 91.80 % โดยความผิดพลาดเกิดจากการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และมีประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูล 96.60 % ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดตามปกติของเซนเซอร์

คำสำคัญ : สภาพอากาศ, เซนเซอร์, พลังงานแสงอาทิตย์

[1,2,3] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

Design and development of smart weather alert system for support tourism in the area of Sikao, Trang

Pumin Inpan[1] Naras kwanthong[2] and Sawannarat Apaipong[3]

Abstract

Weather conditions in the Pak Meng Beach area, Sikao District, Trang Province fluctuate all the time, causing an impact on tourism and the economy of the community.Therefore, the research team has designed and developed a smart weather alert system to support tourism for publish real-time weather information such as photographs, temperature, humidity, wind speed, etc. every 30 minutes for travel decisions. The development of the system uses an Arduino to control the sensors and transmits data through the Raspberry Pi by connecting 3G/4G network and sending the data to the cloud storage. For display via the Grafana web application and notification information through the Line application. The system is designed to use solar energy, System was tested in the Pak Meng Pier by collecting data for a period of 15 days. It was determined that the data collection efficiency was about 91.80 %, which was caused by an error of internet connection and it has an efficiency of data accuracy was about 96.60 %, which is normal sensor error.

Keywords : Weather, Sensor, Solar Energy

[1,2,3] Faculty of Engineering and Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อ ภาษาไทย ข
บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญภาพ ช
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของการวิจัย 1
1.2 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือสมมุติฐาน 2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย 5
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย
2.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ 6
2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับความต้องการ 10
2.3 การพัฒนาระบบ 15
2.4 ติดตั้ง ทดลองใช้ แก้ไขปรับปรุงระบบ 28
2.5 สรุปผลการวิจัย 29
บทที่ 3 ผลการวิจัย
3.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือน 30
สภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง
3.2 ผลการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศ 35
3.3 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการแจ้งเตือน 41
สภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 42

4.2 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย 42

4.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 42

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	แฟ้มข้อมูลสภาพอากาศ (airsensor)	13
ตารางที่ 3.1	การประเมินประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของระบบ	41
ตารางที่ 3.2	การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์	41

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1	ภาพรวมของระบบ	3
ภาพที่ 1.2	การใช้เทคโนโลยี Internet ส่งข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูล	4
ภาพที่ 2.1	แอปพลิเคชันไลน์	7
ภาพที่ 2.2	Grafana Dashboard	8
ภาพที่ 2.3	หาดปากเมง	8
ภาพที่ 2.4	หาดปากเมง	9
ภาพที่ 2.5	แผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram) แสดงปัญหาของการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยว	10
ภาพที่ 2.6	แผนภาพกระบวนการรับรู้ข้อมูลสภาพอากาศและการตัดสินใจเดินทาง	11
ภาพที่ 2.7	วงจรการทำงานของระบบ	12
ภาพที่ 2.8	สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของระบบ	13
ภาพที่ 2.9	หน้าจอหลักแสดงการเข้าสู่ระบบ	14
ภาพที่ 2.10	หน้าจอแสดงข้อมูลสภาพอากาศ	15
ภาพที่ 2.11	เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น AM 2305	16
ภาพที่ 2.12	เซนเซอร์วัดความกดอากาศ BMP 280	16
ภาพที่ 2.13	เซนเซอร์วัดแสง GY 49	17
ภาพที่ 2.14	เซนเซอร์วัดความเร็วลม	17
ภาพที่ 2.15	เซนเซอร์วัดทิศทางลม	18
ภาพที่ 2.16	เซนเซอร์วัดน้ำฝน	18
ภาพที่ 2.17	เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน	19
ภาพที่ 2.18	เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง วัดคุณภาพอากาศ PM2.5	19
ภาพที่ 2.19	ภาพรวมการทำงานของระบบ	20
ภาพที่ 2.20	ภาพรวมของระบบในการควบคุมเซนเซอร์ต่างๆ	21
ภาพที่ 2.21	แผงโซลล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์	23
ภาพที่ 2.22	เครื่องทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950	25
ภาพที่ 2.23	การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย True	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.24	การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย DTAC	26
ภาพที่ 2.25	การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย AIS	27
ภาพที่ 2.26	การวางแผนการติดตั้งระบบ	28
ภาพที่ 3.1	โมเดลจำลองโครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านหน้า	30
ภาพที่ 3.2	โมเดลจำลองโครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านข้าง	31
ภาพที่ 3.3	โครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านหน้า	32
ภาพที่ 3.4	โครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านข้าง	32
ภาพที่ 3.5	แผงวงจรก่อนการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหน้า)	33
ภาพที่ 3.6	แผงวงจรก่อนการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหลัง)	34
ภาพที่ 3.7	แผงวงจรหลังการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหน้า)	34
ภาพที่ 3.8	แสดงข้อมูลภาพ และ ข้อความ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	35
ภาพที่ 3.9	กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	36
ภาพที่ 3.10	กราฟแสดงข้อมูลความชื้นผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	36
ภาพที่ 3.11	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	37
ภาพที่ 3.12	กราฟแสดงข้อมูลทิศทางลมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	37
ภาพที่ 3.13	กราฟแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	38
ภาพที่ 3.14	กราฟแสดงข้อมูลความเข้มแสงผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	38
ภาพที่ 3.15	กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ (PM) ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	39
ภาพที่ 3.16	QR-CODE สำหรับเข้ากลุ่มเพื่อรับข้อมูลสภาพอากาศ	39
ภาพที่ 3.17	การแสดงข้อมูลสภาพอากาศผ่านแอปพลิเคชันไลน์	40

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของการวิจัย

ปัจจุบันการท่องเที่ยวถือเป็นรายได้หลักของประเทศ ซึ่งมีผลต่อรายได้ของประชากรในประเทศ และเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญ รัฐบาลจึงมีนโยบายต่างๆ เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในรูปแบบต่างๆ เช่น การท่องเที่ยวในเมืองหลัก เมืองรอง เป็นต้น ซึ่งจังหวัดตรังเป็น 1 ใน 55 จังหวัด ที่รัฐบาลได้ประกาศสนับสนุนให้เป็นเมืองรองสำหรับการท่องเที่ยว เพื่อให้ประชาชนที่มาท่องเที่ยวสามารถใช้ใบเสร็จเพื่อลดหย่อนภาษีได้ ซึ่งเป็นโอกาศดีที่จะช่วยส่งเสริมทำให้ อ.สิเกา จ.ตรัง กลายเป็นที่รู้จัก และเป็นที่นิยมในการท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้นในอนาคต แหล่งท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมของ อ.สิเกา จ.ตรัง เช่น หาดปากเมง หาดเจ้าไหม หาดหยงหลิง หาดราชมงคล เป็นต้น

แต่เนื่องด้วยสภาพภูมิประเทศของ อ.สิเกา จ.ตรัง ตั้งอยู่ในพื้นที่ชายทะเล จึงมีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น ฝนตก พายุ ฝนฟ้าคะนอง เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับธุรกิจการท่องเที่ยว เนื่องจากปัญหาดังกล่าว ทำให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจยากลำบากเพื่อเดินทางมาท่องเที่ยวในสถานที่ต่างๆ ของพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ทำให้ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน ที่เป็นช่วงฤดูมรสุม มีนักท่องเที่ยวเดินทางมายัง อ.สิเกา จ.ตรัง น้อยลง มีผลกระทบทำให้สภาพเศรฐกิจซบเซา ทั้งผู้ประกอบการท่องเที่ยว และชาวบ้านในพื้นที่ขาดรายได้หลัก ซึ่งในความเป็นจริง ในช่วงเดือนดังกล่าว ไม่ได้มีสภาพอากาศที่ย่ำแย่ตลอดเวลา แต่นักท่องเที่ยวไม่กล้าตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวเนื่องจากไม่มั่นใจในสภาพกาศในพื้นที่

ดังนั้นทีมนักวิจัยจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศในแหล่งท่องเที่ยวของ อ.สิเกา จ.ตรัง เพื่อช่วยในการตรวจสอบและตัดสินใจในการเดินทางสำหรับนักท่องเที่ยว โดยการแสดงข้อมูลสภาพอากาศด้วยภาพถ่ายจริง ในแต่ละช่วงเวลา พร้อมทั้งให้ข้อมูลด้านสภาพอากาศอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งหากระบบดังกล่าวสามารถช่วยให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวมากขึ้น สภาพเศรษฐกิจโดยรวมของ อ.สิเกา จ.ตรัง ก็จะดีขึ้นตามไปด้วย

1.2 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือสมมุติฐาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย โดยมีหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 การแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศ

ปัจจุบันการการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศมีการแจ้งเตือนจากหน่วยงานภาครัฐ คือ กรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561) โดยการแจ้งเตือนเป็นในรูปแบบเว็บไซต์ และหนังสือประกาศ โดยการระบุพื้นที่ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ โดยการพยากรณ์ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งมีความแม่นยำในระดับหนึ่ง แต่ไม่สามารถบอกได้ถึงระดับพื้นที่เล็กๆ ทำให้เกิดข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปตัดสินใจได้ เช่น การประกาศแจ้งเตือนฝนตกโดยระบุเป็นพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ซึ่งมีขนากพื้นที่หลายตารางกิโลเมตร แต่ในความเป็นจริงฝนตกแค่บางพื้นที่ของ อ.สิเกา ไม่ได้ตกในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว ทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดแก่ประชาชนนักท่องเที่ยว เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยา ไม่มีตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์เก็บข้อมูลในระดับพื้นที่ขนาดเล็ก หรือ การเก็บข้อมูลภาพถ่ายในพื้นที่ต่างๆ ทำให้ข้อมูลการพยากรณ์ในบางครั้งก็ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวโดยรวม

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวคิดในการนำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ภาพถ่ายจากสถานที่จริง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการเดินทางมาท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ที่ อ.สิเกา จ.ตรัง เช่น หาดปากเมง หาดเจ้าไหม หาดราชมงคล เป็นต้น

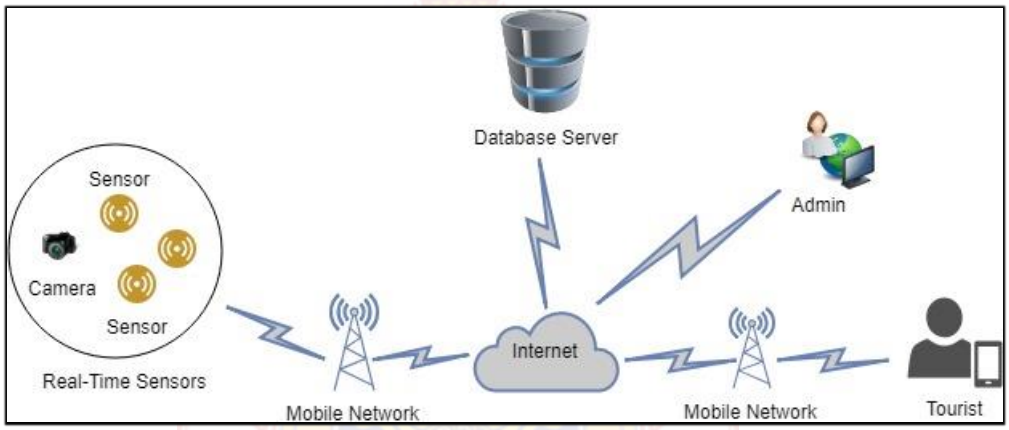
1.2.2 ไอโอที (IoT: Internet of Thing)

ปัจจุบันโลกของเรากำลังเข้าสู่ยุคของไอโอที (IoT: Internet of Thing) ซึ่งหมายถึงการที่อุปกรณ์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อและส่งข้อมูลถึงกันได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตต่างๆ มากยิ่งขึ้น (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร, 2562) เนื่องจากมนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารหรือสั่งควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ระบบต่างๆ สามารถพัฒนาก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีไอโอทีเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น เช่น Smart City หรือเมืองอัจฉริยะ หมายถึงเมืองที่มีการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้เพื่อทำให้คุณภาพ ของประชากรดีขึ้น เช่น การจัดการพลังงานไฟฟ้า ระบบจัดการน้ำ จัดการขยะ เป็นต้น (เอ็มซียู (ไทยแลนด์). 2559) โดยหลักการคือใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดข้อมูลที่ต้องการ แล้วส่งต่อข้อมูลไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอ หรือ เพื่อการวิเคราะห์และตัดสินใจต่างๆ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทำเทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการเพิ่มศักยภาพของการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง โดยข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ต่างๆ จะถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งนักท่องเที่ยว หรือประชาชนโดยทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนนี้ได้ทางเว็บไซต์ และสามารถแจ้งเตือนข้อมูลต่างๆ ผ่านระบบไลน์แอฟพลิเคชัน เพื่อความสะดวกในการติดตามสภาพภูมิอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว

1.2.3 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

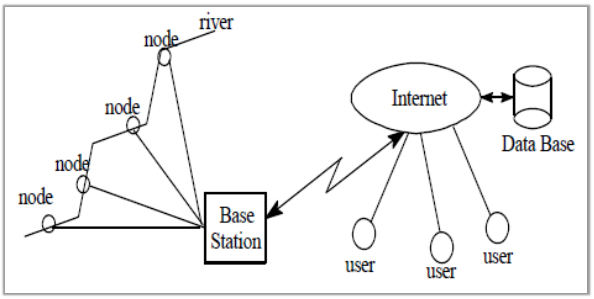
ภาพรวมทั้งหมดของระบบเป็นการใช้ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์เก็บข้อมูลแบบเวลาจริง (Real-Time) โดยเก็บข้อมูลภาพถ่าย อุณภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปเก็บยังฐานข้อมูล ส่วนผู้ใช้งานจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายช่องทาง เช่น ผ่านเว็บไซต์ แอปพลิเคชันไลน์ และ แอปพลิเคชั่นที่จะพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะ สามารถแสดงภาพรวมของระบบได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ภาพรวมของระบบ

1.2.4 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

1.2.4.1 Shuang-chun Yang (2010) ได้ทำการวิจัยออกแบบใช้ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network: WSN) ติดตามมลพิษทางน้ำในแม่น้ำฟูชุน (Fushun Reach River) โดยได้ใช้เทคโนโลยี Internet เข้ามาช่วยในการส่งข้อมูลกลับไปยังฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จึงเห็นได้ว่าเทคโนโลยี Internet สามารถเข้ามามีบทบาทในการออกแบบระบบการส่งข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลการติดตามคุณภาพน้ำได้จากอุปกรณ์ เซ็นเซอร์โหนดดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 การใช้เทคโนโลยี Internet ส่งข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูล
ที่มา : Shuang-chun Yang, Yi Pan (2010)

1.2.4.2 Muhamad Azman Miskam (2013) ได้ใช้ระบบ WSN ออกแบบให้ทำการติดตามอุณหภูมิและค่าออกซิเจน ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งในประเทศมาเลเซีย และทำการส่งข้อมูลกลับมายังสถานีแม่ข่ายผ่านสัญญาณคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz ได้ระยะทางไกลสุด 1.3 กิโลเมตร จึงเห็นได้ว่า สามารถนำระบบการส่งข้อมูลแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์เซนเซอร์ที่วัดคุณภาพน้ำ และสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะไกลอีกทั้งหากนำมาประยุกต์ร่วมกับเครือข่าย Internet ก็จะสามารถทำให้มีความยืดหยุ่นในการออกแบบระบบมากยิ่งขึ้น

1.2.4.3 Satish Babu (2013) ได้พัฒนาระบบการตรวจจับสภาพอากาศและพื้นดินโดยการใช้เซ็นเซอร์หลายๆ ตัว เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้น แล้วส่งผ่านข้อมูลไปยัง Raspberry Pi แล้วส่งข้อมูลไปเก็บไว้ยังระบบ Cloud ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับรู้ข้อมูลจากส่วนต่างๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาต่อเป็นแอพพลิเคชั่นอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์และทำนายผลผลิตทางการเกษตร การตรวจจับพฤติกรรมของสัตว์ป่า หรือ การเฝ้าระวังภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ เพื่อส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อไปเก็บยังดาตาเบสเซิร์ฟเวอร์ได้

1.2.4.4 Wang Jing (2015) ได้ใช้ระบบ WSN ในการสร้างระบบติดตามคุณภาพน้ำในแม่น้ำ Yangtze River โดยทำการเก็บข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และออกซิเจนในน้ำ และใช้ระบบ GPRS บนมือถือ ส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องแม่ข่าย ซึ่งจะเห็นได้ว่า สามารถใช้ระบบการส่งข้อมูลแบบไร้สายบนอุปกรณ์สื่อสารไร้สายช่วยในการส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องแม่ข่ายได้

1.2.4.5 ฐิติวรดา ฉัตรอุดมเกียรติและคณะ (2017) ได้ทำการพัฒนาระบบวิเคราะห์และแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบเวลาจริง โดยการใช้เทคโนโลยีไอโอที แต่ตัวตรวจวัดนั้นได้ใช้ระบบปฏิบัติการ Contiki ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการเปิดรูปแบบหนึ่งที่ใช้งานร่วมกับไอโอทีได้ (Contiki, 2560) ซึ่งแตกต่างจากในงานวิจัยนี้ที่จะใช้ระบบปฏิบัติการ Raspbian (Raspberry PI Foundation, 2014)

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

1.3.2 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศด้วยภาพถ่ายขณะเวลาจริง

1.3.3 เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศผ่านระบบไลน์แอปพลิเคชัน และเว็บไซต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ระบบที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการเดินทางมาท่องเที่ยวใน อ.สิเกา จ.ตรัง

1.4.2 ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบ เพื่อต่อยอดแก่สารธาณะ

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.5.1 ออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง จำนวน 1 ระบบ โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการตรวจวัด อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ปริมาณฝนตก และ ภาพถ่ายสภาพอากาศจริง

1.5.2 ออกแบบระบบการแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์และไลน์แอปพลิเคชัน

1.5.3 ระบบเซ็นเซอร์สามารถใช้งานร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3G

1.5.4 ติดตั้งระบบจริงในพื้นที่หาดปากเมง เพื่อเป็นระบบต้นแบบ

บทที่ 2
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยจำเป็นต้องมีการกำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัย เพื่อให้การทำงานมีทิศทางและบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้มีการกำหนดวิธีการดำเนินงานไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ
2. การวิเคราะห์และออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับความต้องการ
3. พัฒนาระบบ
4. ติดตั้ง ทดลองใช้ แก้ไขปรับปรุงระบบ
5. สรุปผลการวิจัย

2.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ

การศึกษาข้อมูลต่างๆ ก่อนที่จะทำงานวิจัย ส่งผลต่อความเป็นไปได้ และความสำเร็จของโครงการ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัย

1) ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาฐานข้อมูล เช่น การเลือกซอฟต์แวร์ในการพัฒนาฐานข้อมูล และการพัฒนารูปแบบรายงานเป็นต้น

2) ข้อมูลที่เกี่ยวกับการออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

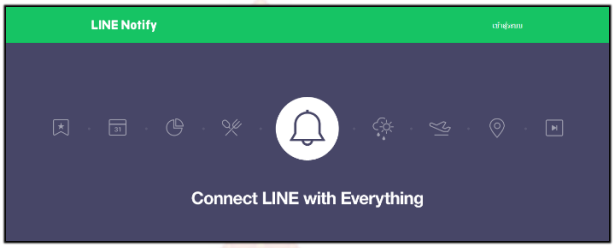
3) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการดำเนินการวิจัย

2.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและภาษาที่ใช้พัฒนา

1) ศึกษาการส่งข้อมูลผ่านระบบ Line Notify

เนื่องจากปัจจุบันแอปพลิเคชันไลน์ ได้รับความนิยมในการใช้งานเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจากข้อมูลในปีพ.ศ 2563 มีจำนวนบัญชีผู้ใช้งานแอปพลิเคชันไลน์ จำนวน 45 ล้านบัญชี (TWF Agency ,2563) เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ง่าย สามารถส่งข้อมูลต่างๆ เช่น ตัวอักษร รูปภาพ วิดีโอ ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง โดยการส่งข้อมูลภาพจริง และข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่หาดปากเมง ผ่านระบบไลน์ เพื่อให้ผู้ใช้กลุ่มต่างๆ ได้ทราบข้อมูลแบบเรียลไทม์ในช่วงเวลานั้นๆ กลุ่มผู้ใช้งานได้แก่ กลุ่มนักท่องเที่ยวที่ต้องการดูสภาพอากาศก่อนเดินทางมาท่องเที่ยว กลุ่มผู้ประกอบการธุระกิจท่องเที่ยว สามารถส่งข้อมูลต่างๆ ให้กลุ่มลูกค้าได้ตัดสินใจ เป็นต้น

การพัฒนาระบบในส่วนนี้ได้ใช้บริการของแอปพลิเคชันไลน์ ในส่วนบริการที่เรียกว่า Line Notify (LINE Corporation, 2564) เป็นบริการที่บริษัท Line ได้เตรียมไว้ให้ในรูปแบบของ API ให้กับผู้ใช้งานหรือ นักพัฒนาระบบต่างๆ สามารถนำไปใช้ต่อยอด พัฒนาระบบสำหรับส่งข้อความหรือ รูปภาพ การแจ้งเตือนเข้าไปยัง กลุ่ม หรือบัญชีส่วนตัวของผู้ใช้งาน โดยเป็นบริการที่ใช้งานได้ฟรี ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แอปพลิเคชันไลน์

2) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แบ่งออกเป็นสองส่วนกล่าวคือ ส่วนโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเซนเซอร์โดย Arduino จะใช้ภาษา C/C++ (อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์, 2564) ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเขียนโปรแกรมแกรมภายในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล Arduino

อีกส่วนหนึ่งที่มีการพัฒนาโปรแกรมคือ ส่วนที่ใช้ในการควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับการส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันไลน์ และฐานข้อมูลที่อยู่ในระบบคลาวด์ ในส่วนนี้ได้ใช้ภาษา Python (heruku, 2564) ในการพัฒนาระบบ ซึ่งภาษา Python กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายในทุกๆ ระบบปฏิบัติการ

3) การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกราฟานา (Grafana)

คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ Open Source Dashboard ที่ชื่อว่า กราฟานา (Grafana) (Grafana Labs, 2564) เนื่องจากเป็นเครื่องมือฟรี ที่ใช้สำหรับการสร้าง Dashboard เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ จุดเด่นของกราฟาน่าคือ มีความยืดหยุ่น ในการใช้งาน มีฟังก์ชันการทำงานหลากหลาย รองรับแหล่งข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ สามารถแสดงผลข้อมูลได้หลากหลาย เช่น กราฟ รูปภาพ ตัวเลข เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีระบบการจัดการผู้ใช้งานภายในตัวของระบบกราฟาน่าเอง ทำให้สะดวก มีความปลอดภัยต่อระบบโดยรวม กราฟาน่ามีสัญลักษ์ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 Grafana Dashboard

2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ที่ใช้พัฒนา

1) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น AM 2305

2) เซนเซอร์วัดความกดอากาศ BMP 280

3) เซนเซอร์วัดแสง GY 49

4) เซนเซอร์วัดความเร็วลม

5) เซนเซอร์วัดทิศทางลม

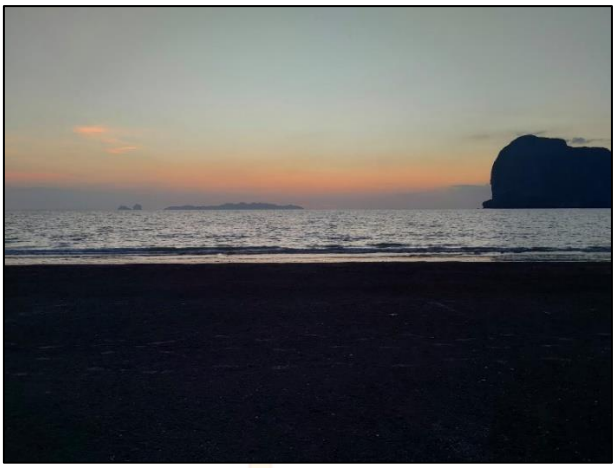
6) เซนเซอร์วัดน้ำฝน

7) เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

8) เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง วัดคุณภาพอากาศ PM 2.5

2.1.4 ข้อมูลเชิงพื้นที่ งานวิจัยชิ้นนี้เลือกพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย คือ พื้นที่บริเวณชายหาดปากเมง ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวของอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เป็นสถานที่ที่มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวเป็นจำนวนไม่น้อย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่จะนำระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ไปติดตั้งไว้ ซึ่งนักวิจัยต้องสภาพรอบๆ พื้นที่ ว่าสามารถเอื้ออำนวยต่อการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งหรือไหม สิ่งที่ต้องพิจารณา เช่น ระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ต การขออนุญาติการให้ใช้พื้นที่ ข้อมูลสภาพโดยรอบของแหล่งท่องเที่ยว แสดงดังภาพที่ 2.3 และ ภาพที่ 2.4

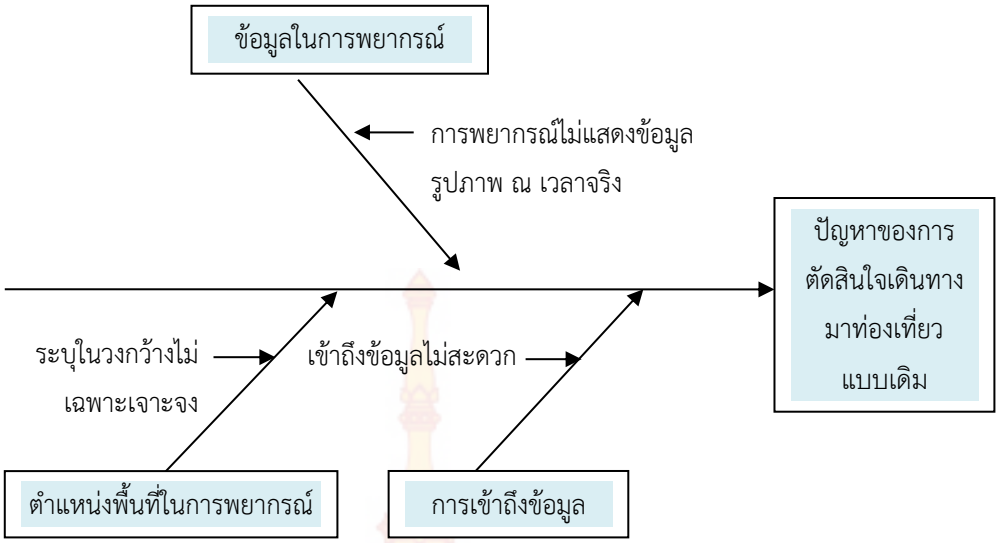
ภาพที่ 2.3 หาดปากเมง



ภาพที่ 2.4 หาดปากเมง

2.1.5 ศึกษาวิเคราะห์ปัญหา

สภาพภูมิประเทศของ อ.สิเกา จ.ตรัง ตั้งอยู่ในพื้นที่ชายทะเล จึงมีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น ฝนตก พายุ ฝนฟ้าคะนอง เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับธุรกิจการท่องเที่ยว เนื่องจากปัญหาดังกล่าว ทำให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจยากลำบากเพื่อเดินทางมาท่องเที่ยวในสถานที่ต่างๆ ของพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ทำให้ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน ที่เป็นช่วงฤดูมรสุม มีนักท่องเที่ยวเดินทางมายัง อ.สิเกา จ.ตรัง น้อยลง มีผลกระทบทำให้สภาพเศรษฐกิจซบเซา ทั้งผู้ประกอบการท่องเที่ยว และชาวบ้านในพื้นที่ขาดรายได้หลัก ซึ่งในความเป็นจริง ในช่วงเดือนดังกล่าว ไม่ได้มีสภาพอากาศที่ย่ำแย่ตลอดเวลา แต่นักท่องเที่ยวไม่กล้าตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวเนื่องจากไม่มั่นใจในสภาพกาศในพื้นที่ ดังนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลสภาพอากาศจริง ณ เวลาปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยว สรุปปัญหาต่างๆ ได้ ดังภาพประกอบที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram) แสดงปัญหาของการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยว

2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับความต้องการ

2.2.1 การวิเคราะห์ระบบ

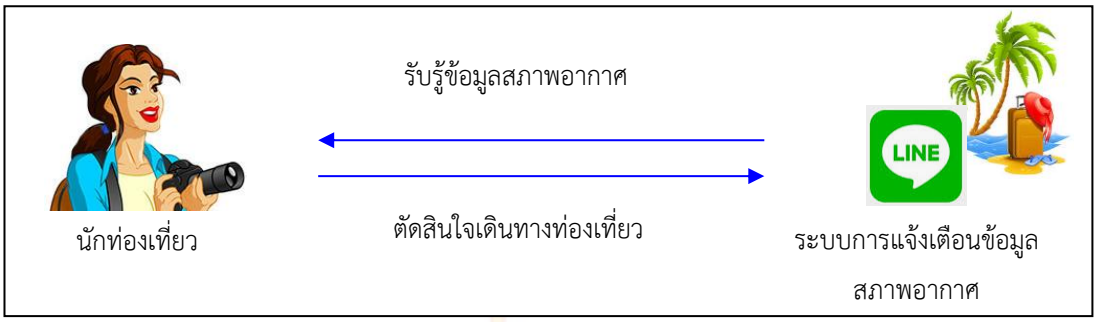
จากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย โดยให้ระบบมีความสามารถดังนี้

1) สามารถตรวจวัด อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ปริมาณฝนตก และ ภาพถ่ายสภาพอากาศจริง

2) สามารถส่งข้อมูลสภาพอากาศจริง ณ เวลาปัจจุบัน ไปยังแอปพลิเคชันเครือข่ายสังคมออนไลน์ ไลน์แอปพลิเคชัน (Line) และผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้รับทราบข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยว ในพื้นที่ หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรัง

3) ระบบเซ็นเซอร์สามารถใช้งานร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3G

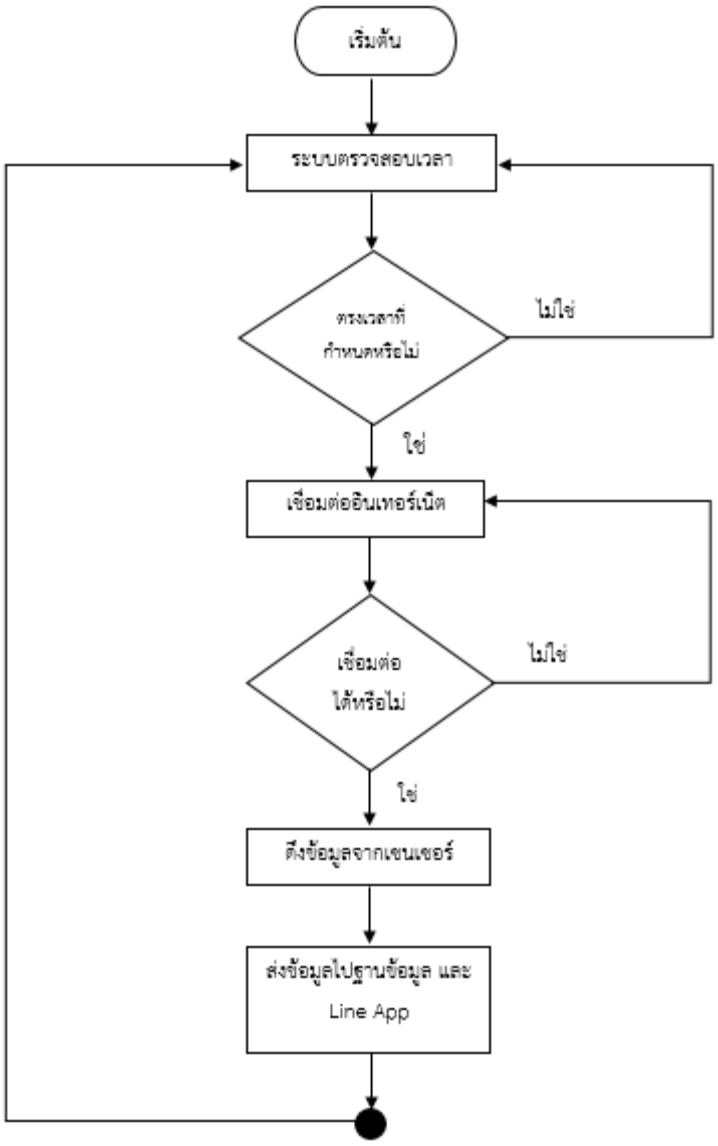
โดยระบบนี้จะถ่ายภาพสภาพอากาศทุกๆ 30 นาที แล้วส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล และส่งไปยัง ไลน์แอปพลิเคชัน (Line) และผ่านเว็บไซต์ โดยผู้ที่ติดตามหน้าเพจ หรือ นักท่องเที่ยวที่สนใจจะได้รับข้อมูลทันทีเมื่อมีการอัพเดทข้อมูล ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถเผยแพร่ข้อมูลต่อไปยังผู้ใช้อื่นได้อย่างสะดวกและแพร่หลาย ทำให้เป็นช่องทางหนึ่งในการส่งเสริมการตลาดทางด้านการท่องเที่ยวอีกทางหนึ่งด้วย โดยสามารถจำลองกระบวนการรับรู้ข้อมูลสภาพอากาศและการตัดสินใจเดินทางของนักท่องเที่ยวได้ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 แผนภาพกระบวนการรับรู้ข้อมูลสภาพอากาศและการตัดสินใจเดินทาง

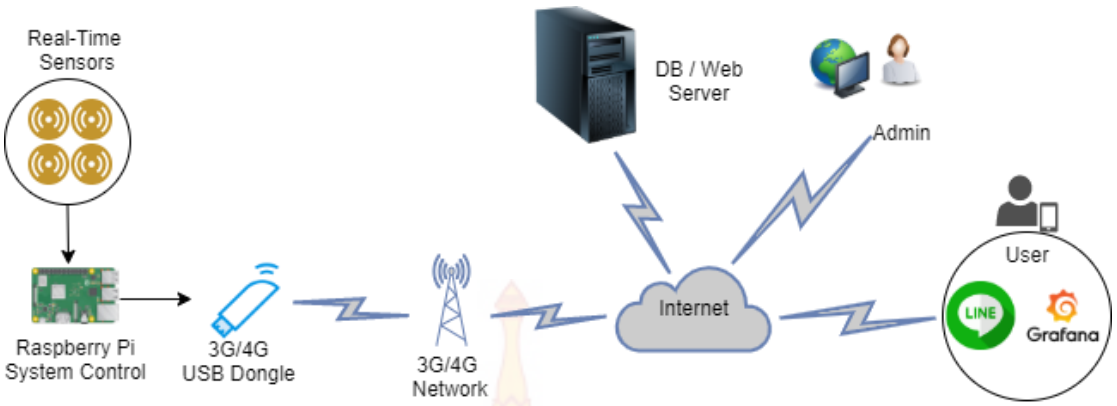
2.2.2 การออกแบบระบบ

1) ผังงานของระบบ จากการวิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดด้านต่างๆ แล้ว จึงได้ออกแบบระบบการจัดเก็บข้อมูลภูมิอากาศ และภาพ ด้วยอุปกรณ์ควบคุมที่ได้ติดตั้งโปรแกรมและอุปกรณ์ถ่ายภาพ โดยเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) เพื่อความสะดวกในการติดตั้งระบบ เนื่องจากบริเวณที่ติดตั้งระบบไม่สามารถเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบใช้สายหรือไวไฟ (WIFI) ได้ หลักการทำงานของระบบ จะเก็บข้อมูลภูมิอากาศและถ่ายภาพตามระยะเวลาที่กำหนด และจะอัพโหลดข้อมูลต่างๆโดยอัตโนมัติ ไปแสดงผลยังไลน์แอปพลิเคชัน (Line) และผ่านเว็บไซต์ โดยสามารถเขียนอธิบายวงจรการทำงานของระบบในรูปแบบของผังงาน ได้ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 วงจรการทำงานของระบบ

2) รูปแบบสถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของระบบ สามารถอธิบายการทำงานของระบบได้ดังนี้ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจะถูกเก็บด้วยเซนเซอร์ และภาพจะถูกถ่ายด้วยอุปกรณ์ควบคุมกล้องแบบอัตโนมัติ ตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งควบคุมด้วย Raspberry Pi จากนั้นส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยผ่านอินเทอร์เน็ต จากนั้นนักท่องเที่ยวสามารถดูข้อมูลสภาพอากาศและตรวจสอบการพยากรณ์อากาศ ผ่านไลน์แอปพลิเคชัน (Line) และเว็บไซต์ได้จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น PC Smart Phone Notebook เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของระบบ

3) การออกแบบโครงสร้างของระบบฐานข้อมูล

จากการวิเคราะห์ในส่วนของการทำงานของระบบ ระบบสามารถจัดการกับข้อมูลต่างๆ คือ ข้อมูลผู้ดูแลระบบ และข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งแสดงออกมาเป็นตารางพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แฟ้มข้อมูลสภาพอากาศ (airsensor)

ลำดับ	ชื่อ	ประเภท	ขนาด	ความหมาย	หมายเหตุ
1	Id	Int	11	รหัส	PK
2	Temp	float	-	ค่าอุณหภูมิ	
3	Humid	float	-	ค่าความชื้น	
4	Pressure	float	-	ค่าความกดอากาศ	
5	Pm1	Int	11	ค่าฝุ่นละอองในอากาศ PM1	
6	Pm10	Int	11	ค่าฝุ่นละอองในอากาศ PM10	
7	Pm2_5	Int	11	ค่าฝุ่นละอองในอากาศ PM2.5	
8	Rain_data	Int	11	ค่าปริมาณน้ำฝน	
9	Lux	float	-	ค่าปริมาณแสง	
10	Windspeed	Int	11	ค่าความเร็วลม	
11	Winddiretion	Int	11	ค่าทิศทางลม	
12	Raindrop	Int	11	การตรวจจับฝน	

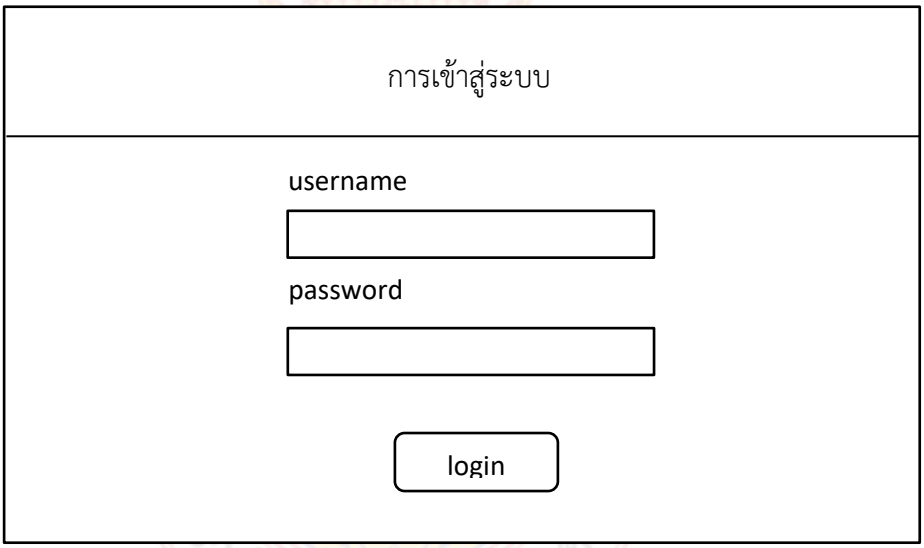
ตารางที่ 2.1 แฟ้มข้อมูลสภาพอากาศ (airsensor) (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	ประเภท	ขนาด	ความหมาย	หมายเหตุ
13	Img	varchar	100	รูปภาพ	
14	time	datetime		วันเวลา	

4) การออกแบบหน้าจอโปรแกรม

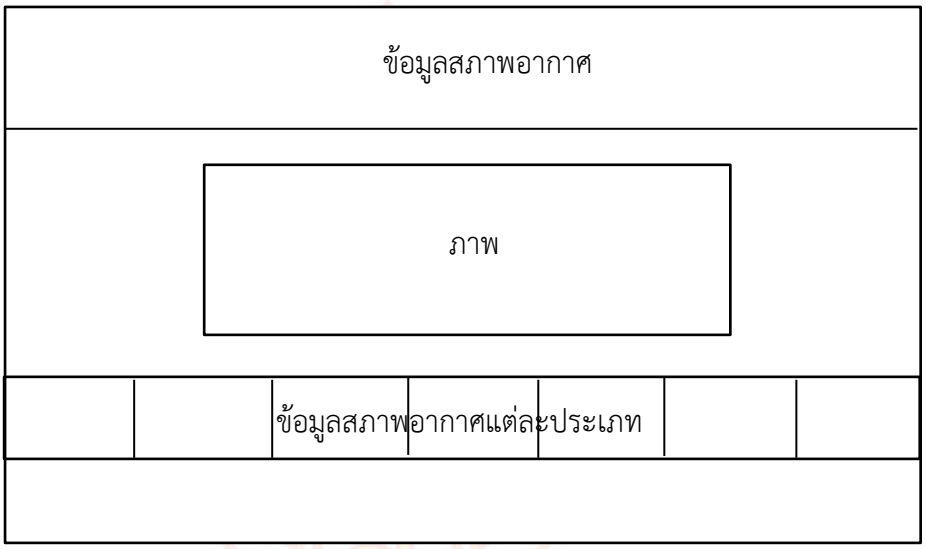
การออกแบบหน้าเพจต่างๆของเว็บแอปพลิเคชัน โดยออกแบบดังนี้

- หน้าเข้าสู่ระบบ เพื่อความปลอดภัยของระบบก่อนที่ผู้ใช้จะเข้าไปดูข้อมูลจำเป็นต้องใส่ username และ password ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 หน้าจอหลักแสดงการเข้าสู่ระบบ

- หน้าแสดงข้อมูลสภาพอากาศ หน้านี้จะแสดงภาพของสถานที่ท่องเที่ยว ณ เวลาจริง และ แสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศในลักษณะต่างๆ ข้อมูลจะเป็นตัวเลขง่ายต่อการใช้งาน พร้อมทั้งแสดงกราฟเปรียบเทียบ ออกแบบหน้าจอดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 หน้าจอแสดงข้อมูลสภาพอากาศ

2.3 การพัฒนาระบบ

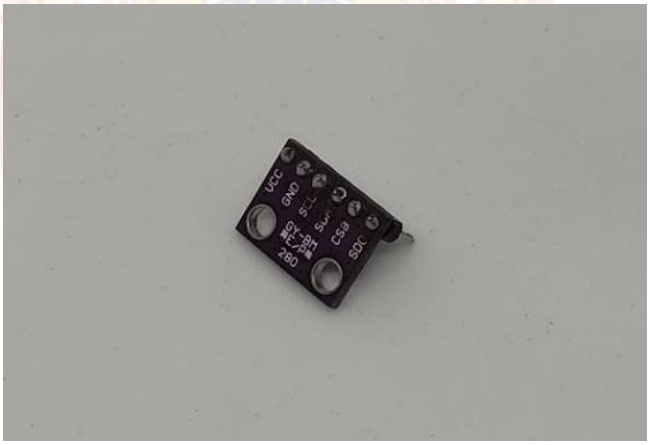
เมื่อได้ออกแบบระบบเสร็จสิ้นแล้วจะเป็นในส่วนของการพัฒนาระบบ พัฒนาในรูปแบบ responsive website เพื่อให้รองรับการใช้งานในอุปกรณ์ที่หลากหลายแฟลตฟอร์ม พร้อมทั้งมีระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูล และเพื่อให้สะดวกในการจัดการกับข้อมูล โดยระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง มีกระบวนการในการพัฒนา 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการเตรียมอุปกรณ์ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ส่วนของการเตรียมอุปกรณ์

1) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น AM 2305

ภาพที่ 2.11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น AM 2305

2) เซนเซอร์วัดความกดอากาศ BMP 280



ภาพที่ 2.12 เซนเซอร์วัดความกดอากาศ BMP 280

3) เซนเซอร์วัดแสง GY 49

ภาพที่ 2.13 เซนเซอร์วัดแสง GY 49

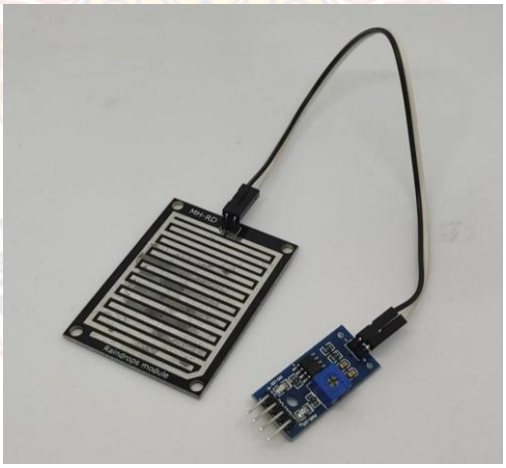
4) เซนเซอร์วัดความเร็วลม

ภาพที่ 2.14 เซนเซอร์วัดความเร็วลม

5) เซนเซอร์วัดทิศทางลม

ภาพที่ 2.15 เซนเซอร์วัดทิศทางลม

6) เซนเซอร์วัดน้ำฝน

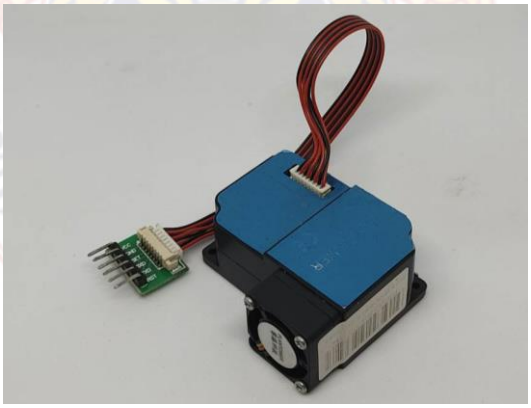


ภาพที่ 2.16 เซนเซอร์วัดน้ำฝน

7) เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

ภาพที่ 2.17 เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

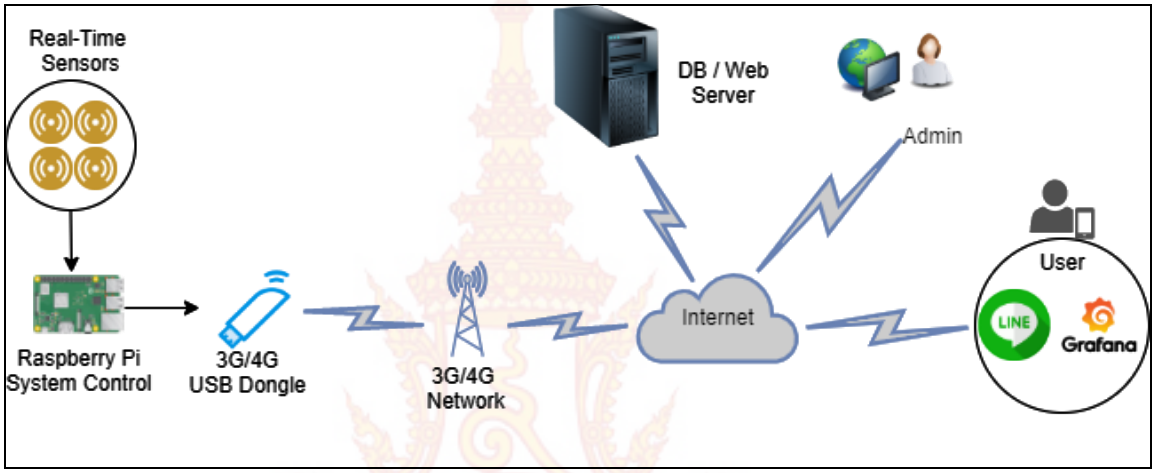
8) เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง วัดคุณภาพอากาศ PM2.5



ภาพที่ 2.18 เซ็นเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง วัดคุณภาพอากาศ PM2.5

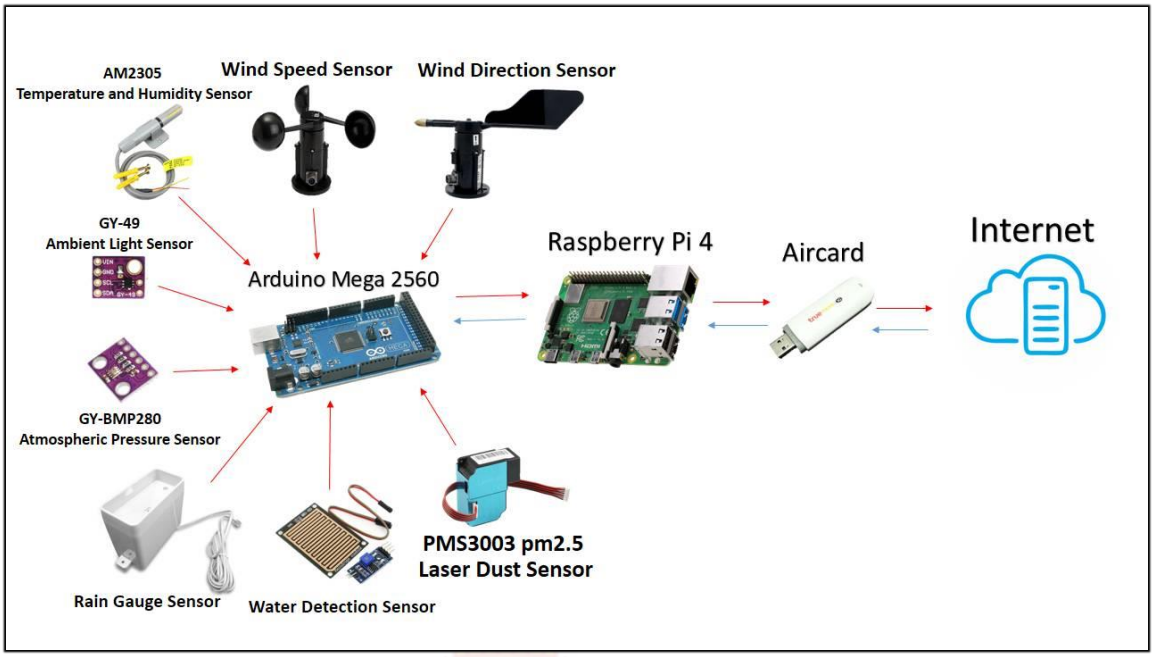
2.3.2 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

ภาพรวมของระบบ เป็นการเก็บค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ โดยการการควบคุมการทำงานของระบบผ่าน Raspberry Pi ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายโทรศัพท์ 3G/4G เพื่อส่งผ่านข้อมูลไปเก็บยังระบบคลาวด์ โดยสามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของ ภาพ ตัวเลข และกราฟ ผ่านเว็บบราวส์เซอร์ และส่งข้อมูลต่างๆแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์แอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 ภาพรวมการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบสามารถแยกออกเป็นระบบย่อยๆ ดังนี้ 1) ระบบการควบคุมอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ 2) ระบบการถ่ายภาพแบบเรียลไทม์ 3) การส่งข้อมูลไปเก็บในระบบคลาวด์ 4) การแจ้งข้อมูลผ่านไลน์แอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถอธิบายภาพรวมของระบบในการควบคุมเซนเซอร์ต่างๆ ได้ดังภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 ภาพรวมของระบบในการควบคุมเซนเซอร์ต่างๆ

1) ระบบการควบคุมอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ

การควบคุมอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ในระบบที่พัฒนาขึ้นนั้น ได้พัฒนาระบบโดยการใช้ Arduino Mega 2560 เพื่อเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ต่างๆ ดังนี้ Wind Direction Sensor (เซ็นเซอร์วัดทิศทางลม), Wind Speed Sensor (เซนเซอร์วัดความเร็วลม), AM2305 Temperature and Humidity Sensor (เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ/ความชื้น), GY-49 Ambient Light Sensor (เซนเซอร์วัดแสง), GY-BMP280 sensor (เซนเซอร์วัดความดันบรรยากาศ), Rain Gauge Sensor (เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน), Water Detection Sensor (เซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำฝน), PM 2.5 Sensor (เซนเซอร์วัดฝุ่น) โดยใช้ภาษา C++ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเพื่อดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ทุกๆ 30 นาที หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลผ่านไปยัง Raspberry Pi เพื่อส่งต่อไปยังระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล สำหรับแสดงผลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันกราฟานา (Grafana) (Grafana,2018)

2) ระบบการถ่ายภาพแบบเรียลไทม์

ระบบการถ่ายภาพแบบเรียลไทม์นั้น ใช้กล้อง Raspberry Pi Camera ซึ่งเป็นกล้องเฉพาะที่ใช้กับบอร์ดคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi โดยใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายภาพ โดยจะทำการถ่ายภาพทุกๆ 30 นาที แล้วทำการส่งข้อมูลต่อไปยังระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาพสำหรับแสดงผลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันกราฟานา (Grafana) และส่งข้อมูลผ่านระบบไลน์แอปพลิเคชัน เพื่อให้ให้ผู้ใช้งานได้เห็นภาพถ่ายจริงในแต่ละช่วงเวลา

3) การส่งข้อมูลไปเก็บในระบบคลาวด์

ระบบนี้ได้พัฒนาให้มีการจัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบคลาวด์ เพื่อความสะดวกในการใช้เก็บข้อมูล ทำให้ความสะดวกในการดูแลระบบ เนื่องจากผู้พัฒนาระบบไม่ต้องดูแลในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายสูง ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน นอกจากนั้นการใช้ระบบคลาวด์ยังมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนประสิทธิภาพของเซิร์ฟเวอร์ได้ตามความต้องการ ในส่วนนี้บอร์ดคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi จะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย 3G/4G เพื่อส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่บนระบบคลาวด์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆ สำหรับแสดงผลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันกราฟานา (Grafana)

4) การแจ้งข้อมูลผ่านไลน์แอปพลิเคชัน

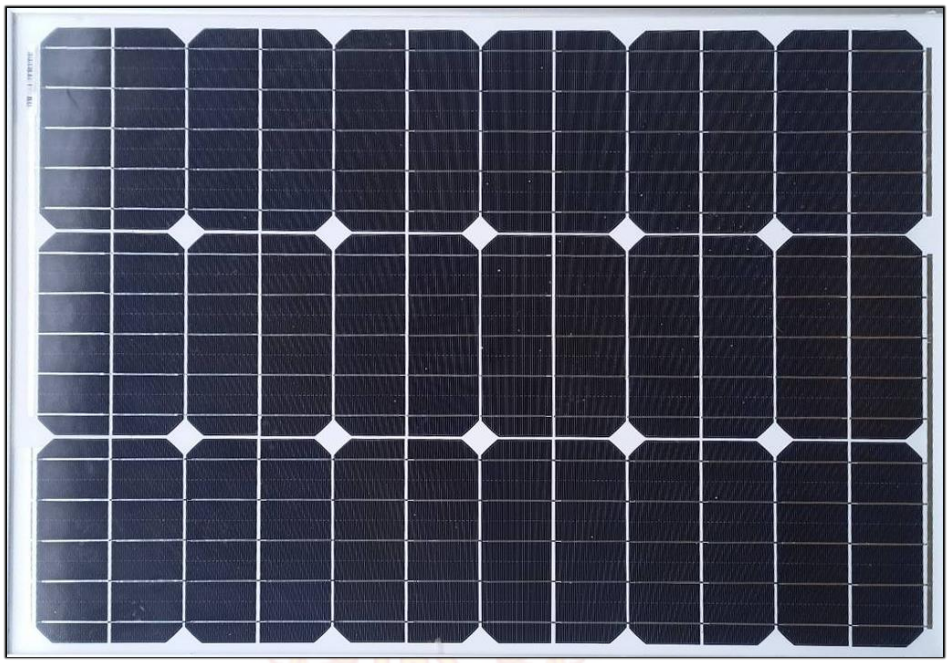
ในส่วนนี้จะเป็นการควบคุมการทำงานโดย บอร์ดคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi ซึ่งทำหน้าที่ส่งทั้งข้อมูลภาพและข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ ผ่านระบบเครือข่าย 3G/4G เพื่อส่งข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาไปยังแอปพลิเคชันไลน์ โดยผ่านเซอร์วิส Line Notify (Line Notify, 2020) ทำให้ผู้ใช้งานที่อยู่ในกลุ่มสามารถรับทราบข้อมูลภาพถ่ายจริง และข้อมูลสภาพอากาศได้ในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากแอปพลิเคชันไลน์ เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นการช่วยโปรโมทการท่องเที่ยวได้อีกทางหนึ่งด้วย เมื่อมีการแชร์รูปภาพออกไปสู่สาธารณะ

2.3.3 การพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์

เนื่องจากระบบที่พัฒนามีความมุ่งหวังให้มีความสะดวกในการติดตั้ง หรือ เคลื่อนย้ายจุดได้ จึงได้มีการออกแบบระบบการใช้พลังงานของระบบ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อไม่ต้องพึ่งพาการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายปกติ ซึ่งจำเป็นต้องมีการลากสายไฟมียังจุดติดตั้งระบบ นอกจากไม่สะดวกแล้ว ยังดูเป็นการไม่สวยงามหากในอนาคตจะนำไปติดตั้งในพื้นที่ที่มีการเดินทางท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาระบบโดยการแหล่งพลังงานทดแทน ที่สะอาด ปลอดภัย ลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย จากการศึกษาข้อมูลด้านการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่จังหวัดตรังนั้นพบว่ามีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากมีความเข้มแสง ทั้งปี เฉลี่ย18.32 MJ/m2-day (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน,2559) การพัฒนาระบบนี้จึงเห็นว่าการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง ที่จะเป็นระบบต้นแบบในการพัฒนาระบบอื่นๆ ต่อไปในอนาคตอีกด้วย

แผงโซล่าเซลล์ที่เลือกใช้ในการพัฒนาระบบนี้ ได้เลือกใช้ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) ซึ่งเป็นแผงโซล่าเซลล์ที่ผลิตจากผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง ข้อดีของโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ คือ มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเทียบกับพื้นที่ของแผงโซล่าเซลล์ และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าแผงชนิดอื่นเมื่ออยู่ในสภาวะแสงน้อย เนื่องจากผลิตจากซิลิคอนที่มีคุณภาพสูงที่สุด และมีระยะเวลาในการใช้ที่ยาวนานโดย

เฉลี่ยประมาณ 25 ปี โดยลักษณะที่สังเกตได้ง่ายของแผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ คือ แต่ละเซลล์จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้ง 4 มุม และมีสีดำ หรือสีเข้ม กว่าแผงโซล่าเซลล์ชนิดอื่นๆ มีลักษณะดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 แผงโซลล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

1) การคำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบ

ชุดพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงโซล่าเซลล์ (solar cell panel) เครื่องควบคุมการชาร์จและการจ่ายไฟ(solar charger) และ แบตเตอรี่ (battery) ซึ่งการคำนวณขนาดของแผงโซล่าเซลล์และขนาดแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้า ต้องมีความเหมาะสมกับระยะเวลาการใช้งานของระบบ ขนาดของแบตเตอรี่ และการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งระบบ โดยสามารถใช้สูตรคำนวณต่างๆ (นครินทร์,2559) ได้ดังนี้

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า W ที่ต้องการใช้ต่อวัน (มีหน่วยเป็น Wh) สามารถคำนวณได้จาก ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้า (P) ของอุปกรณ์แต่ละตัว มีหน่วยเป็นวัตต์ (watt) คูณด้วยจำนวนชั่วโมง (t) ที่ใช้พลังงานต่อวันมีหน่วยเป็นชั่วโมง(hour) ดังสมการที่ 1 ระบบที่พัฒนามีการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง จากการคำนวณจึงพบว่าระบบต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 475.68 วัตต์-ชั่วโมง (Wh)

$$W = \sum(Pxt) \qquad (1)$$

การคำนวณหาค่าความจุของแบตเตอร์รี่ C มีหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) คำนวณได้จากสมการ จำานวนพลังงานไฟฟ้า W ที่ใช้ต่อวัน คูณด้วยจำนวนวันที่ต้องการใช้งานโดยไม่มีแสงอาทิตย์ (D, day of autonomy) มีหน่วยเป็นวัน ทั้งหมดหารด้วยจำนวนค่าแรงดันไฟฟ้า V ของระบบ มีหน่วยเป็นโวลท์ (V) คูณด้วยค่าระดับความลึกการคายประจุ DOD มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการที่ 2 จากการคำนวณต้องใช้แบตเตอร์รี่ขนาด 100 แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah)

$$C = \frac{W x D}{V x DOD} \qquad (2)$$

$$C = \frac{475.68 \text{ x } 2}{12 \text{ x } 0.8}$$

$$C = 99.1 \text{ Ah}$$

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P ของแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมกับระบบมีหน่วยเป็นวัตต์ คำนวณได้จากสมการ พลังงานไฟฟ้า W ที่ใช้ต่อวัน มีหน่วยวัตต์-ชั่วโมง หารด้วยจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ในแต่ละวัน ts มีหน่วยเป็นชั่วโมง ดังสมการที่ 3 จากการคำนวณขนาดแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมกับระบบมีขนาด 100 วัตต์

$$P = \frac{W}{ts} \qquad (3)$$

$$P = \frac{475.68}{5}$$

$$P = 95.14 \text{ Watt}$$

2.3.4 การใช้งานร่วมกับระบบเครือข่ายสามจี (3G)

1) การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ต

การออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง จำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลจากระบบเซนเซอร์ต่างๆ ส่งไปยังระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยังระบบฐานข้อมูล และ ผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ ทั้งเว็บบราวเซอร์ และ ไลน์แอปพลิเคชัน ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบสามารถไปติดตั้ง และใช้งานได้

ในทุกๆ สถานที่ โดยไม่จำเป็นในใช้การสื่อสารข้อมูลผ่านสายสัญญาณต่างๆ เพื่อความสะดวกและสวยงาม ในการติดตั้งใช้งาน จึงได้ออกแบบระบบการสื่อสารข้อมูลให้ส่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี หรือสี่จี (3G/4G) ดังนั้นก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบในพื้นที่เป้าหมาย จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบสัญญาณในบริเวณนั้น ว่ามีความแข็งแรงของสัญญาณมากน้อยเพียงใด จะมีผลให้การสื่อสารข้อมูลติดขัดหรือไม่

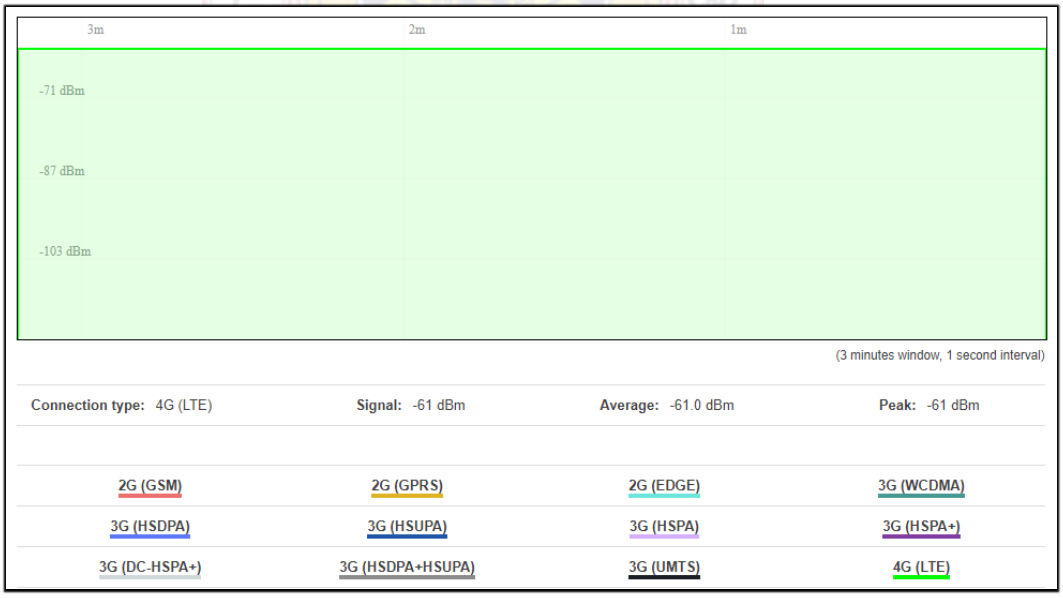
พื้นที่เป้าหมายในการติดตั้งระบบ เป็นพื้นที่บริเวณท่าเรือปากเมง ซึ่งเป็นพื้นที่ทางด้านการท่องเที่ยว จึงมีการให้บริการสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์จากผู้ให้บริการหลายผู้ให้บริการ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยใช้ค่าระดับกำลังส่ง (transmitted power levels) (Brzozek, C., Zeleke, B.M., Abramson, M.J. et al., 2564) ในการอ้างอิง ซึ่งได้ทำการทดสอบด้วยเครื่องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950 (https://teltonika-networks.com) ดังภาพที่ 2.22

ภาพที่ 2.22 เครื่องทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950

โดยได้ทำการทดสอบความแข็งแรงของสัญญาณอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการจำนวน 3 เครือข่าย คือ เครือข่ายทรู (True), เครือข่ายดีแทค (DTAC), และ เครือข่ายเอไอเอส (AIS) ต่างๆ ดังภาพที่ 2.23 - ภาพที่ 2.25

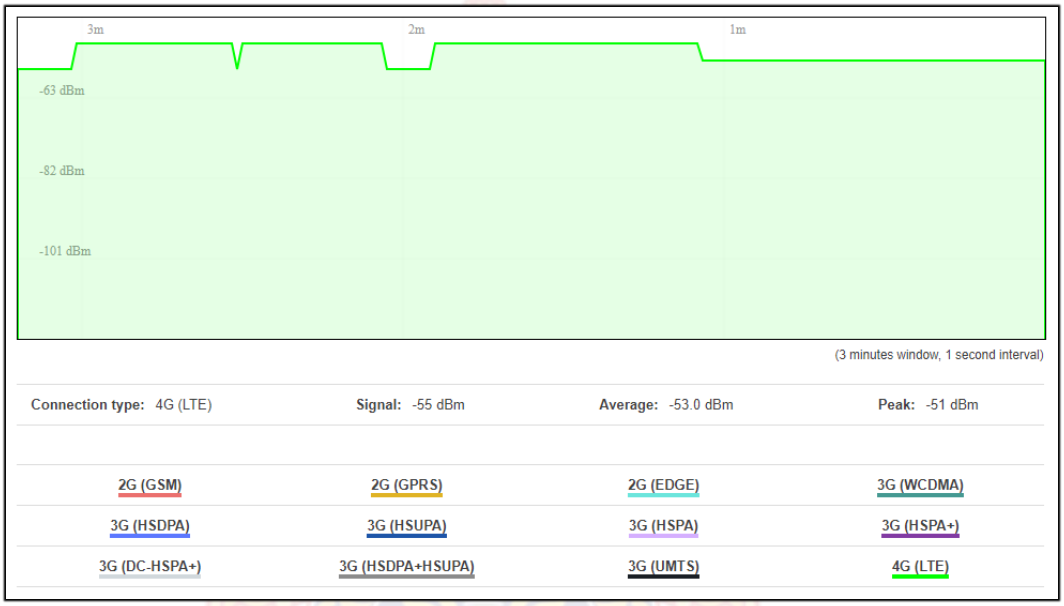
ภาพที่ 2.23 การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย True

จากภาพที่ 2.23 เป็นการทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการเครือข่าย True ด้วยเครื่องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950 โดยสุ่มทดสอบวัดสัญญาณเป็นช่วงๆ ครั้งละประมาณ 30 นาที พบว่าสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีระดับค่า RSSI เฉลี่ยที่ -65.0 dBm ซึ่งแสดงว่าระดับสัญญาณมีความเสถียร โดยอ้างอิงจากระดับค่า RSSI (Brzozek, C., Zeleke, B.M., Abramson, M.J. et al., 2564) มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายด้วยเทคโนโลยี 4G (LTE) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ดีสุด และเสถียรสุดในตอนนี้ สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปในพื้นที่ หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรัง ดังภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย DTAC

จากภาพที่ 2.24 เป็นการทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการเครือข่าย DTAC ด้วยเครื่องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950 โดยสุ่มทดสอบวัดสัญญาณเป็นช่วงๆ ครั้งละประมาณ 30 นาที พบว่าสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีระดับค่า RSSI เฉลี่ยที่ -61.0 dBm ซึ่งแสดงว่าระดับสัญญาณมีความเสถียร โดยอ้างอิงจากระดับค่า RSSI (Brzozek, C., Zeleke, B.M., Abramson, M.J. et al., 2564) มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายด้วยเทคโนโลยี 4G (LTE) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ดีสุด และเสถียรสุดในตอนนี้ สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปในพื้นที่ หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรัง ดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 การทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตเครือข่าย AIS

จากภาพที่ 2.25 เป็นการทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการเครือข่าย AIS ด้วยเครื่องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950 โดยสุ่มทดสอบวัดสัญญาณเป็นช่วงๆ ครั้งละประมาณ 30 นาที พบว่าสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีระดับค่า RSSI เฉลี่ยที่ -53.0 dBm ซึ่งแสดงว่าระดับสัญญาณมีความเสถียร โดยอ้างอิงจากระดับ RSSI (Brzozek, C., Zeleke, B.M., Abramson, M.J. et al., 2564) มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายด้วยเทคโนโลยี 4G(LTE) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ดีสุด และเสถียรสุดในตอนนี้ สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปในพื้นที่ หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรัง

สรุปผลการทดสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการทั้ง 3 เครือข่าย คือ เครือข่ายทรู (True), เครือข่ายดีแทค (DTAC), และ เครือข่ายเอไอเอส (AIS) โดยใช้เครื่องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต ยี่ห้อ TELTONIKA รุ่น RUT950 โดยสุ่มทดสอบวัดสัญญาณเป็นช่วงๆ ครั้งละประมาณ 30 นาที และใช้การอ้างอิงค่าระดับ Received Signal Strength Indicator (RSSI) เพื่อบอกระดับ

ความเสถียรของสัญญาณอินเทอร์เน็ต พบว่า ค่าระดับ RSSI >= -65.0 dBm ซึ่งหมายความว่าทุกเครือข่ายในบริเวณพื้นที่ท่าเรือปากเมง มีความเสถียร สามารถใช้เครือข่ายไหนก็ได้สำหรับการติดตั้งระบบ ซึ่งในการติดตั้งจริงคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้เครือข่าย True เพื่อทำการทดลองใช้งานในระยะยาวเพื่อดูผลการใช้งานของระบบทั้งหมดในระยะต่อไป

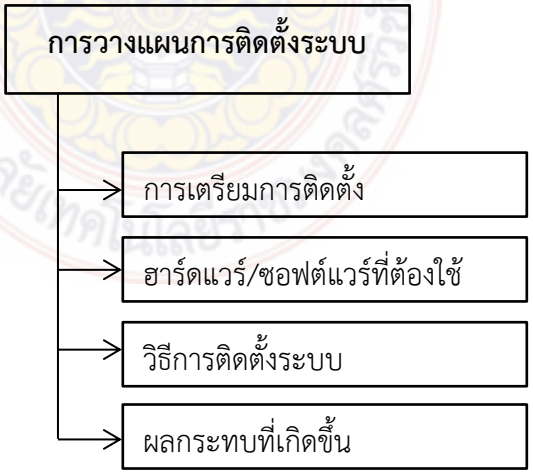
2.4 ติดตั้ง ทดลองใช้ แก้ไขปรับปรุงระบบ

2.4.1 การทดสอบระบบ เมื่อพัฒนาระบบเสร็จแล้วจะทำการทดสอบระบบ จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้มั่นใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ถูกต้อง สมบูรณ์ หากทดสอบแล้วพบข้อผิดพลาดก็จะทำการแก้ไขให้ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่จะทดสอบระดับโปรแกรม ว่าสามารถใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งความผิดพลาดที่สามารถพบได้ในระดับนี้มีหลากหลายรูปแบบ เช่น

- ความผิดพลาดของขั้นตอนวิธี (Algorithm Error)
- ความผิดพลาดทางด้านการคำนวณ (Computation Error)
- ความผิดพลาดจากการที่ระบบทำงานเกินความสามารถที่กำหนดไว้ (Boundary Error)
- ความผิดพลาดด้านไวยากรณ์ (Syntax Error)
- ความผิดพลาดด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง (Hardware and Software Error)

เป็นต้น

2.4.2 การติดตั้งระบบ นำระบบที่ได้พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วมาติดตั้งเพื่อใช้งาน ซึ่งจะติดตั้งในบริเวณพื้นที่หาดปากเมง เพื่อเป็นระบบต้นแบบ ในการติดตั้งในผู้วิจัยต้องทำการวางแผนการติดตั้งก่อนเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานน้อยที่สุด ซึ่งพิจารณาดังภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 การวางแผนการติดตั้งระบบ

2.5 สรุปผลการวิจัย

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จ ระบบก็จะทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นผู้วิจัยก็จะนำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์สรุปผล

บทที่ 3
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ได้ผลการวิจัยโดยแบ่งตามหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

3.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

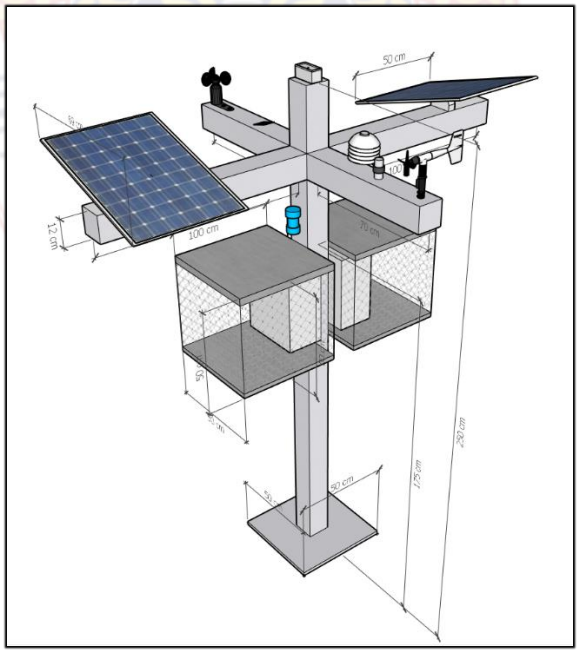
3.2 ผลการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศ

3.3 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

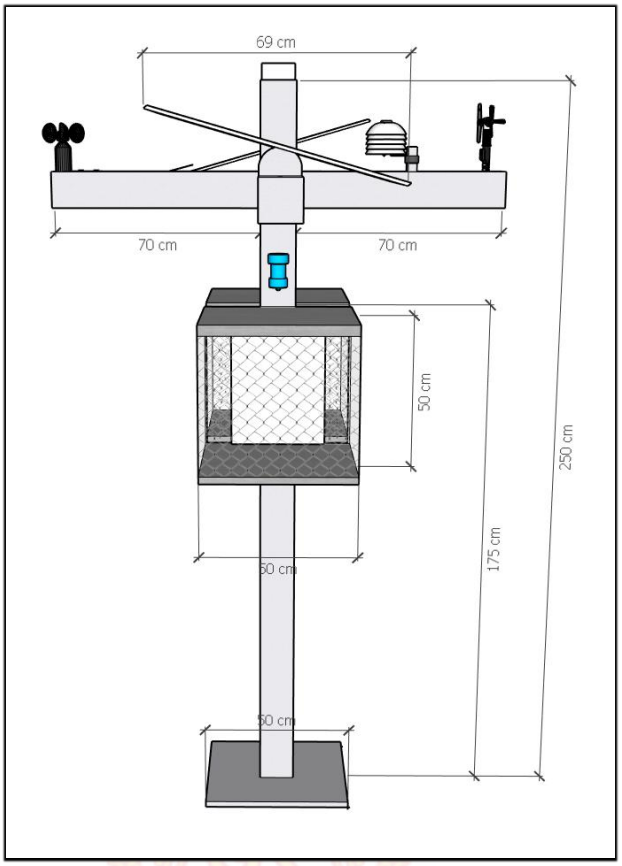
3.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

3.1.1 ผลการออกแบบโครงสร้างชุดตู้ควบคุมของระบบในรูปแบบภาพจำลองสามมิติ

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างชุดตู้ควบคุมของระบบในรูปแบบภาพจำลองสามมิติ เพื่อให้ได้มองเห็นลักษณะความเป็นไปได้ของลักษณะชุดตู้ควบคุมแบบเสมือนจริงมากที่สุดก่อนที่จะมีการทำอุปกรณ์จริง ซึ่งได้ออกแบบภาพจำลองสามมิติ ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ดังภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 โมเดลจำลองโครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านหน้า



ภาพที่ 3.2 โมเดลจำลองโครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านข้าง

3.1.2 ผลการออกแบบโครงสร้างชุดตู้ควบคุมของระบบของจริง

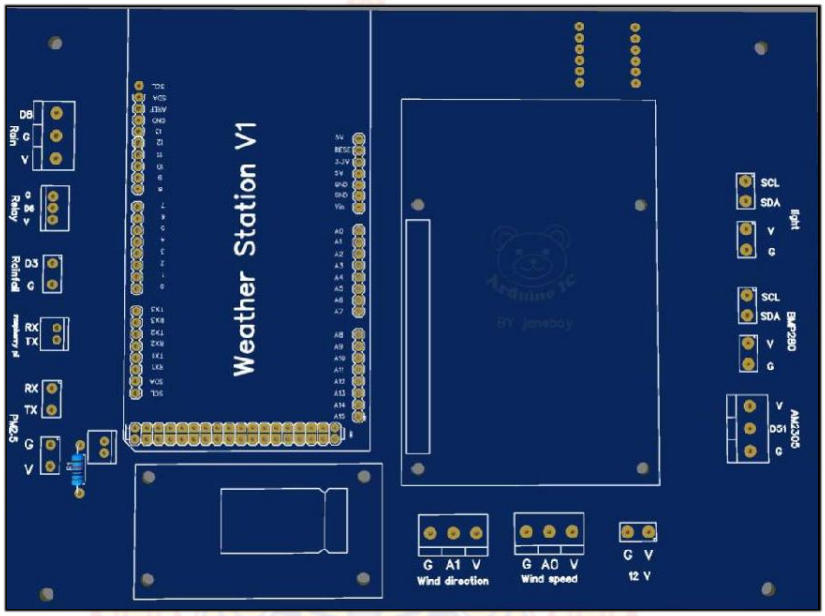
หลังจากคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างชุดตู้ควบคุมของระบบในรูปแบบภาพจำลองสามมิติ เพื่อให้ได้มองเห็นลักษณะความเป็นไปได้ของลักษณะชุดตู้ควบคุมแบบเสมือนจริงมากที่สุดแล้วนั้นก็ได้นำเนินการประกอบโครงสร้างชุดตู้ควบคุมของจริง ดังภาพที่ 3.3 และ ภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.3 โครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านหน้า

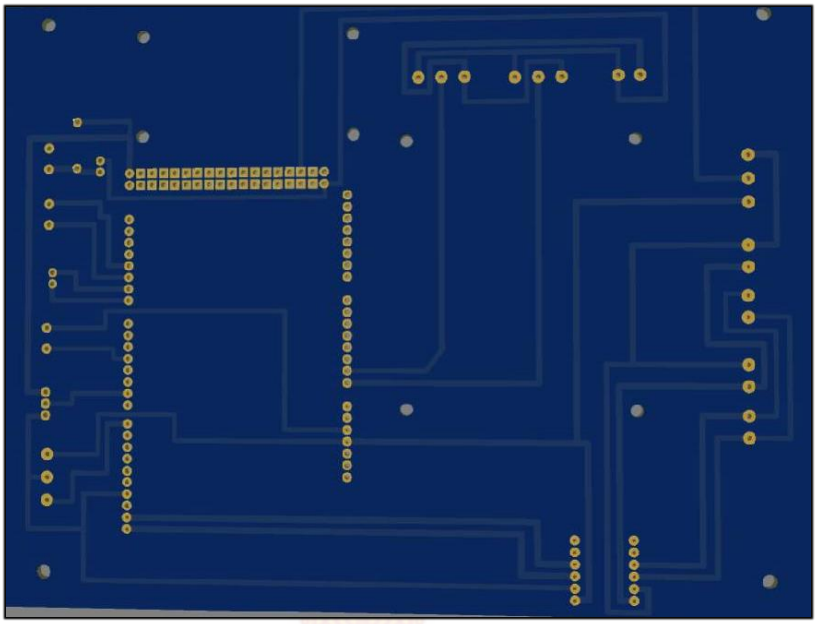
ภาพที่ 3.4 โครงสร้างชุดตู้ควบคุมด้านข้าง

3.1.3 ผลการออกแบบแผงวงจรควบตุมระบบ

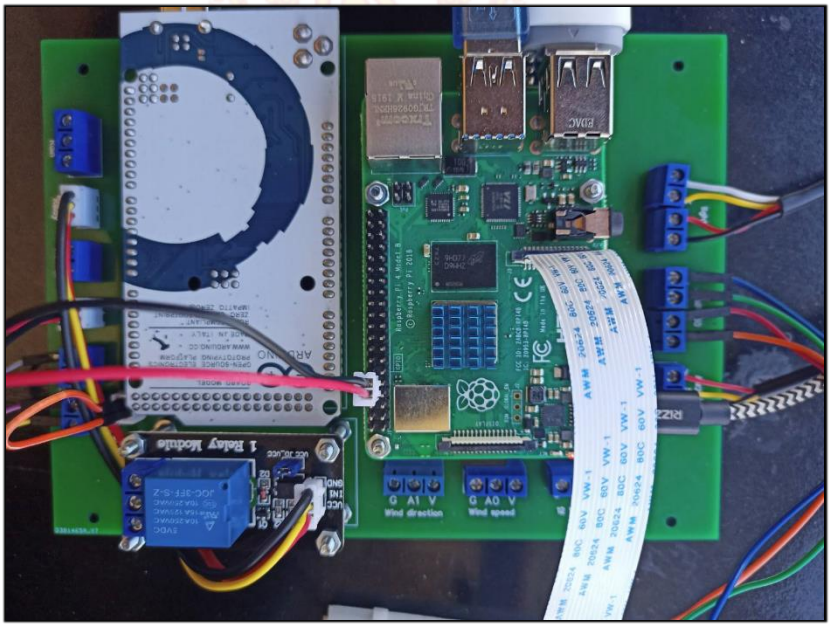
เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์เป็นจำนวนมาก ทำให้ทางคณะผู้วิจัยจำเป็นต้องออกแบบแผงวงจรเพื่อควบคุมอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ เพื่อทำให้ระบบมีความเสถียร และสะดวกในการติดตั้ง ดูแลรักษาอุปกรณ์ในอนาคต โดยแผงวงจรก่อนการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ มีลักษณะด้านหน้าและด้านหลัง ดังภาพที่ 3.5 และภาพที่ 3.6 และ ภาพแผงวงจรหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์แล้ว ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.5 แผงวงจรก่อนการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหน้า)



ภาพที่ 3.6 แผงวงจรก่อนการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหลัง)



ภาพที่ 3.7 แผงวงจรหลังการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ (ด้านหน้า)

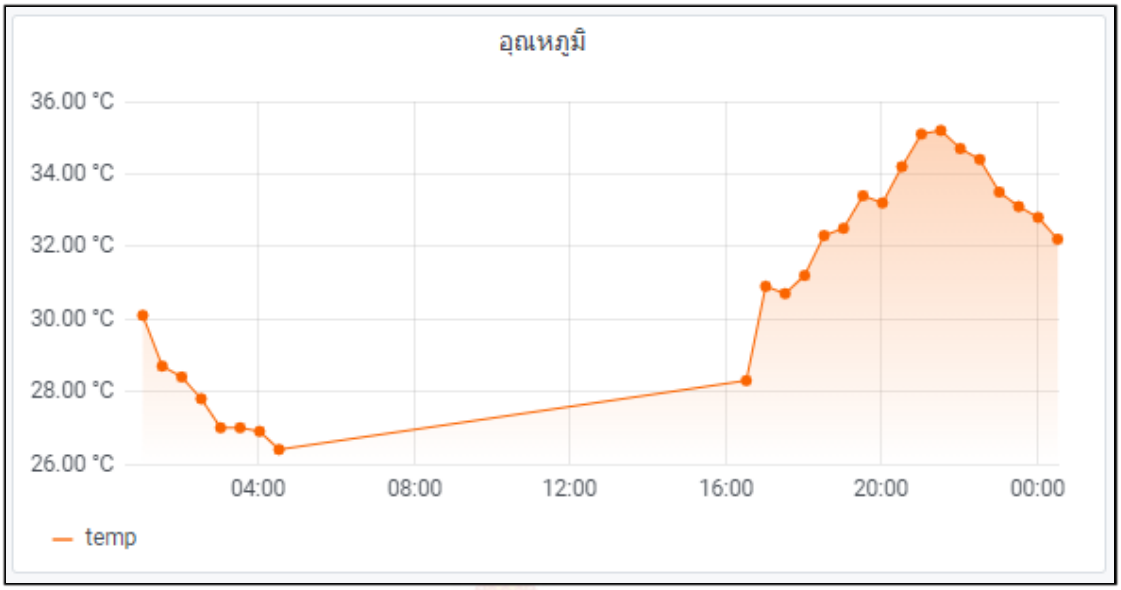
3.2 ผลการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศ

เมื่อนำอุปกรณ์ไปติดตั้งยังพื้นที่เป้าหมาย อุปกรณ์จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศต่างๆ ตามหน้าที่ของเซนเซอร์แต่ละชนิด โดยระบบจะส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลที่อยู่บนระบบคลาวด์ เพื่อสำหรับการดึงข้อมูลออกมาแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยแดชบอร์ดกราฟานา ขณะเดียวกันระบบก็ส่งข้อมูลไปแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ด้วย

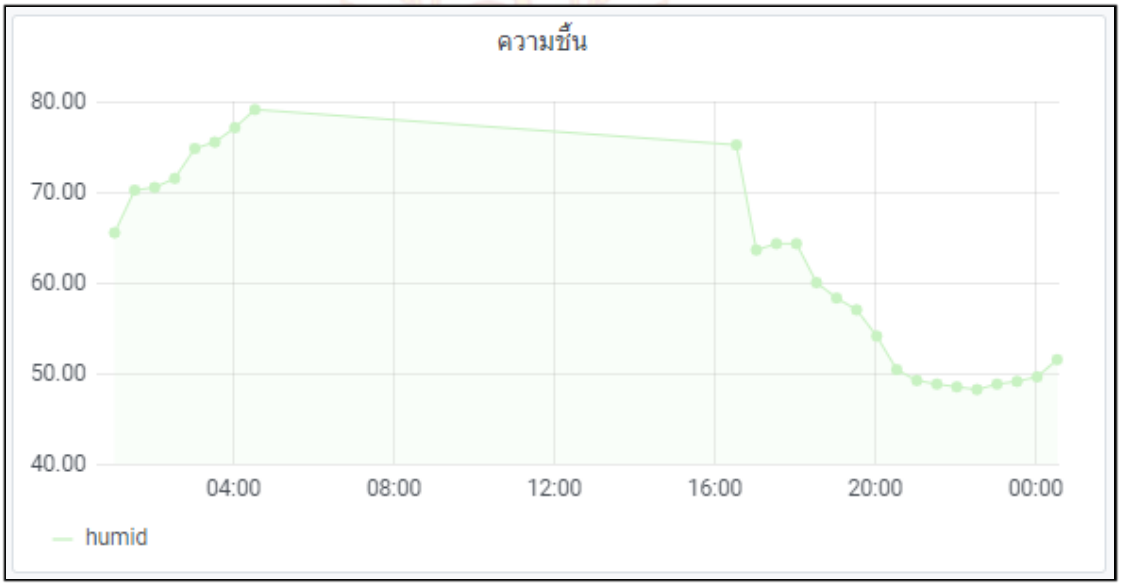
3.2.1 การแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยแดชบอร์ดกราฟานา

การแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยแดชบอร์ดกราฟานา นั้นได้ดึงข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลที่เก็บไว้บนระบบคลาวด์ โดยใช้จดโดเมนเนมชื่อ http://pakmeng-weather.com เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจดจำได้ง่าย และเพื่อความสะดวกและปลอดภัยจึงได้ใช้การนำเสอนข้อมูลต่างๆ เช่น รูปภาพ ตัวเลข และกราฟ ด้วยแดชบอร์ดกราฟานา ซึ่งสามารถดูข้อมูลได้ทั้งแบบปัจจุบันและข้อมูลย้อนหลัง โดยสามารถเข้าดูข้อมูลผ่านทาง http://pakmeng-weather.com:3000 โดยผู้ใช้งานทั่วไปต้องกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเพื่อความปลอดภัยของระบบ โดยมีผลการแสดงข้อมูลตัวอย่าง ดังภาพที่ 3.8 - ภาพที่ 3.15

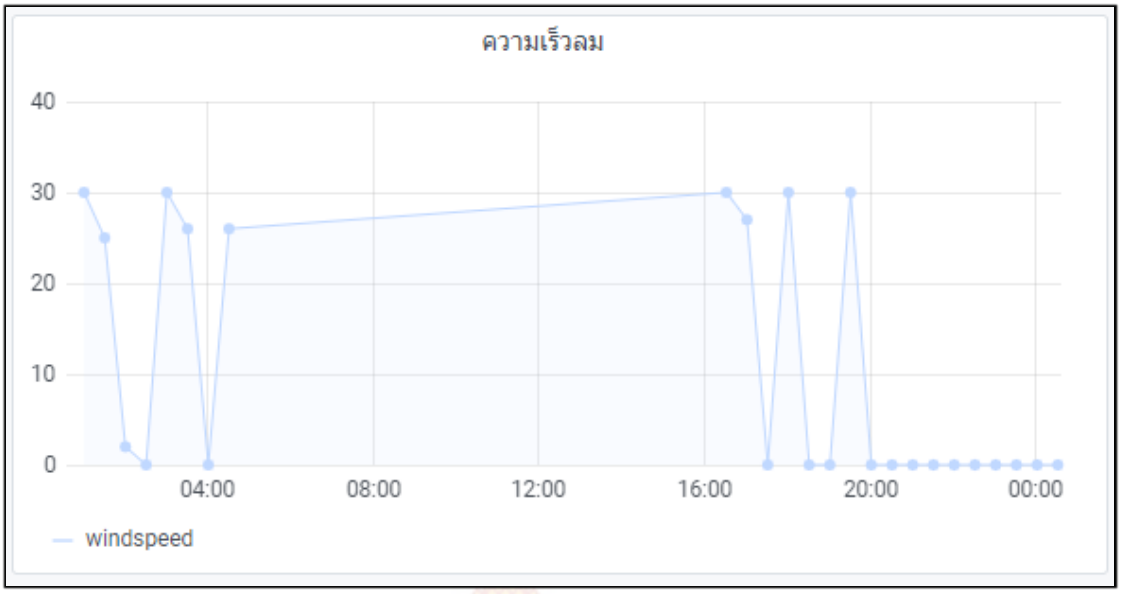
ภาพที่ 3.8 ข้อมูลภาพ และ ข้อความ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



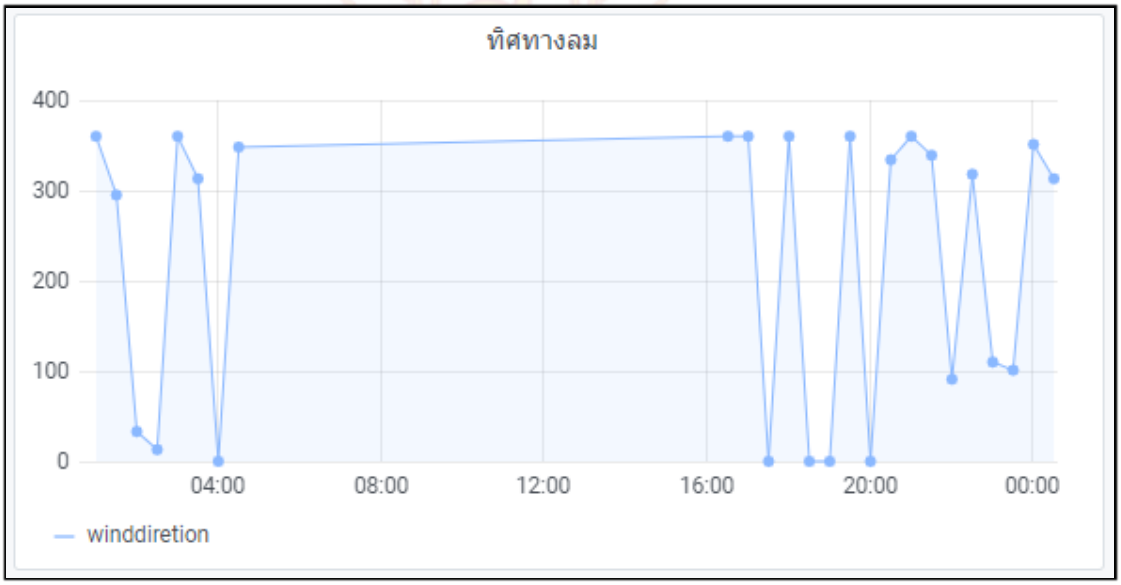
ภาพที่ 3.9 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



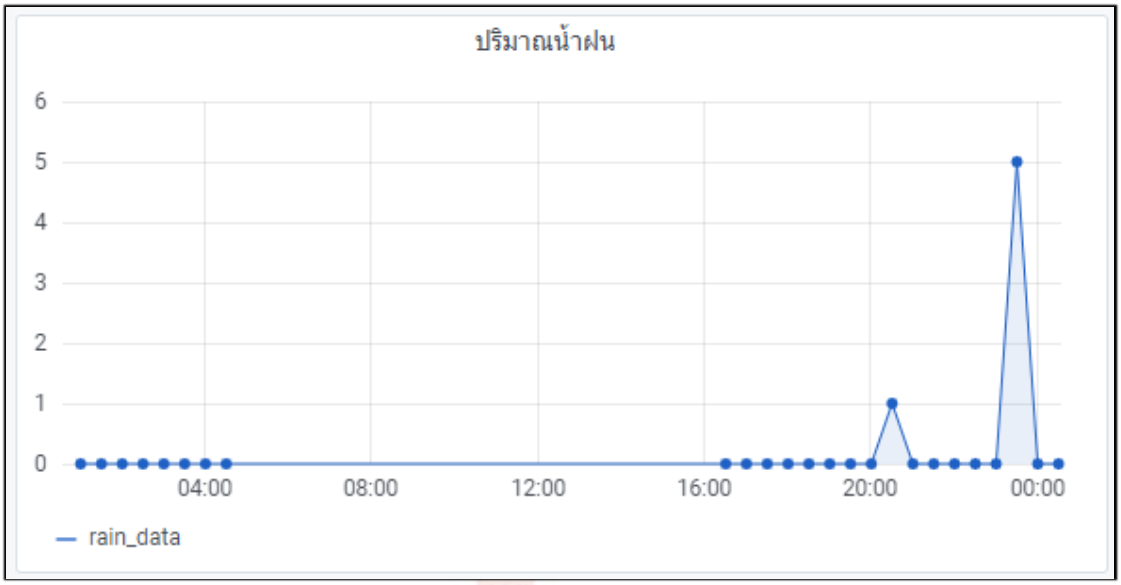
ภาพที่ 3.10 กราฟแสดงข้อมูลความชื้นผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



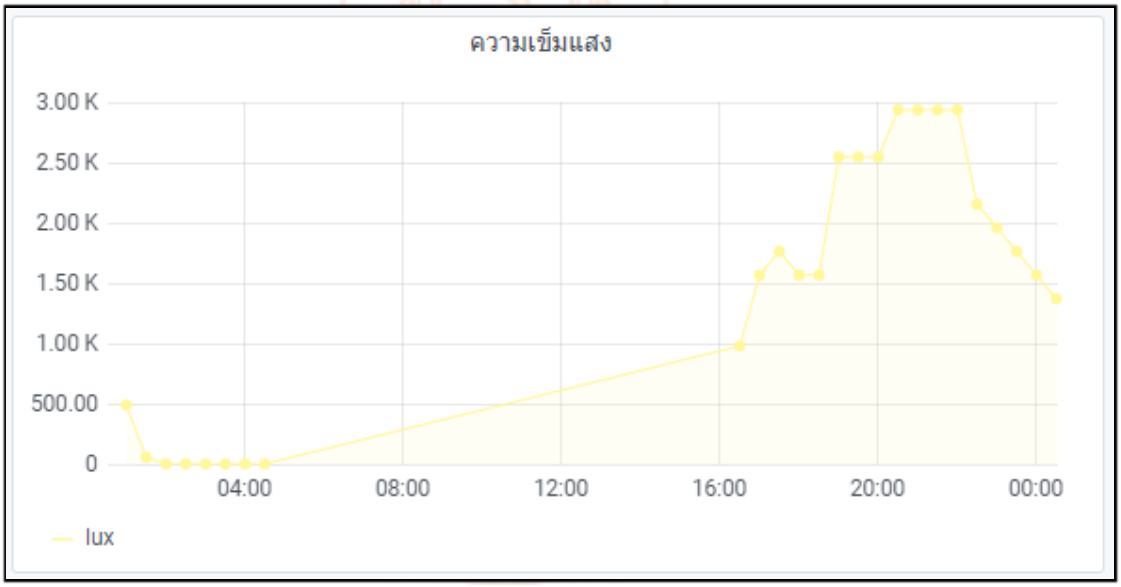
ภาพที่ 3.11 กราฟแสดงข้อมูลความเร็มลมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



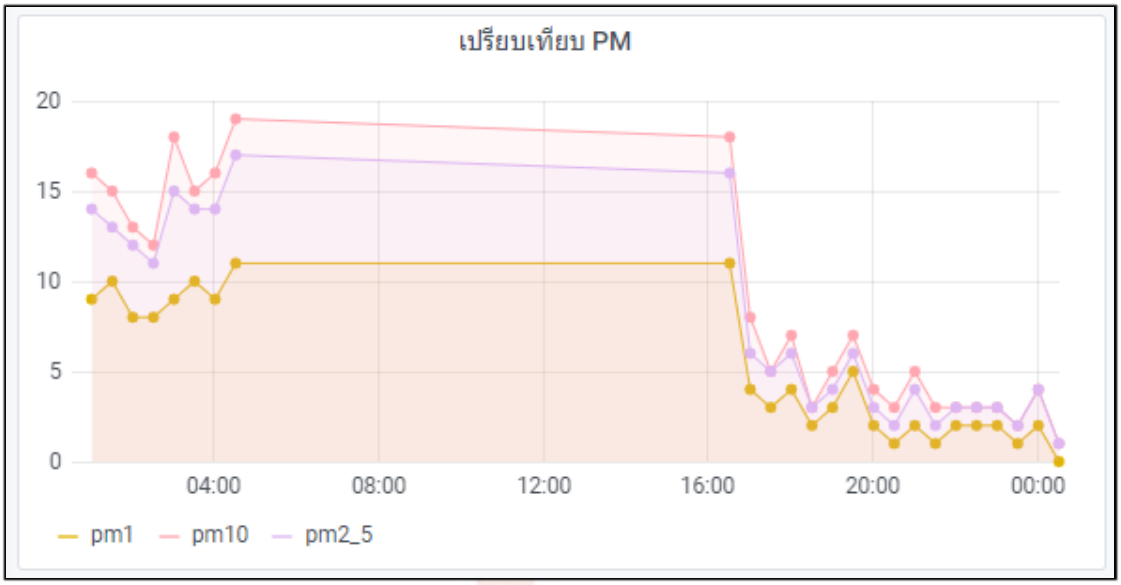
ภาพที่ 3.12 กราฟแสดงข้อมูลทิศทางลมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.13 กราฟแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.14 กราฟแสดงข้อมูลความเข้มแสงผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

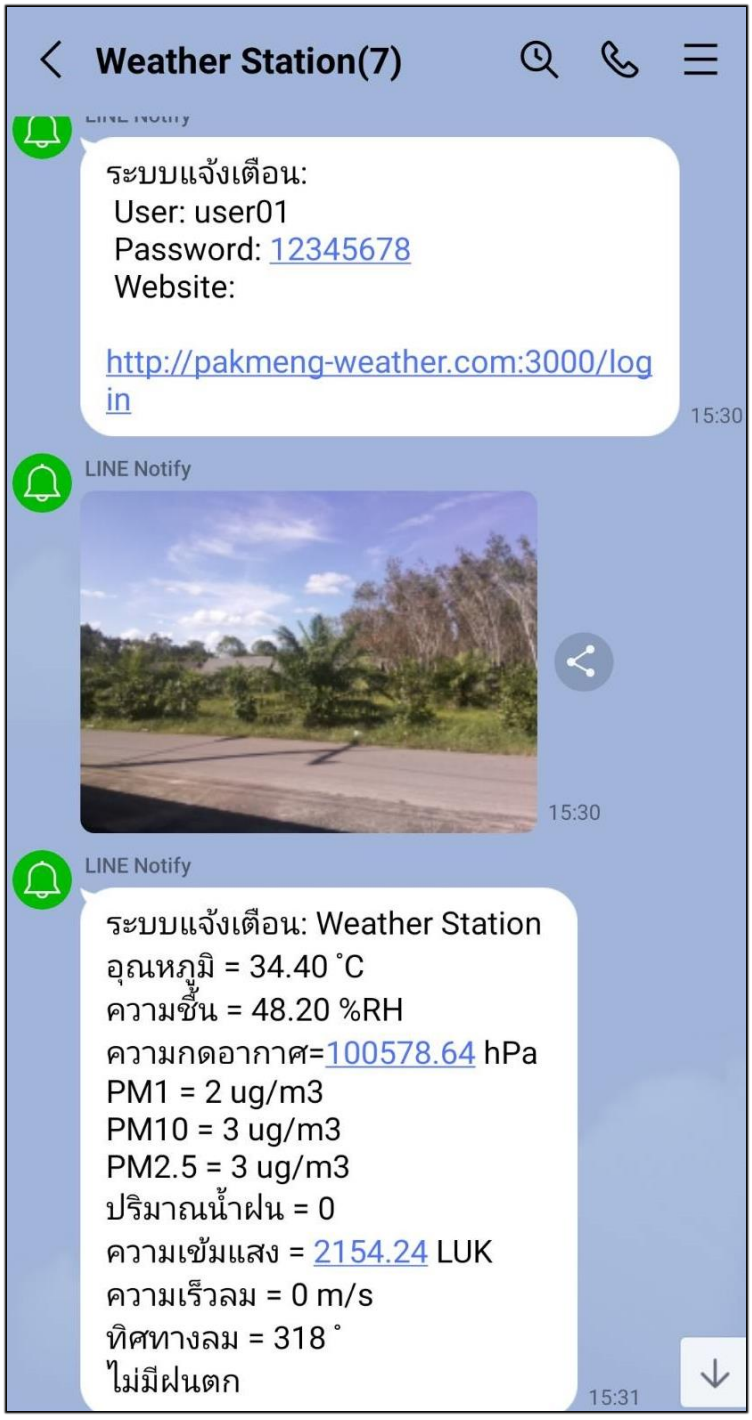


ภาพที่ 3.15 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ (PM) ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

3.2.2 การแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์

การใช้งานผ่านแอปพลิเคชั่นได้ ผู้ใช้งานต้องทำการเข้าร่วมกลุ่มผู้ใช้งานก่อนจึงจะรับข้อมูลจากระบบได้ ซึ่งจะต้องทำการสแกน QR-CODE โดยสามารถแสกนเข้าสู่กลุ่มได้จาก QR-CODE ดังภาพที่ 3.16 และตัวอย่างการแสดงผลการส่งข้อมูลสภาพอากาศผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.16 QR-CODE สำหรับเข้ากลุ่มเพื่อรับข้อมูลสภาพอากาศ



ภาพที่ 3.17 การแสดงข้อมูลสภาพอากาศผ่านแอปพลิเคชันไลน์

3.3 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

การประเมินประสิทธิภาพของระบบ ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพใน 2 ลักษณะ คือ 1) การประเมินประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของระบบ 2) การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ต่างๆ ในระบบ

3.3.1 การประเมินประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของระบบ

จากการทดลองเบื้องต้นในการส่งข้อมูลเป็นระยะเวลา 15 วัน ซึ่งระบบมีการส่งข้อมูลเพื่อไปบันทึกยังฐานข้อมูลทุกๆ 30 นาที จึงสามารถแสดงรายละเอียดการประเมินประสิทธิภาพในการรับ-ส่งข้อมูล และบันทึกของระบบได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การประเมินประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของระบบ

ระยะเวลาทดสอบ(วัน)	จำนวนเรคคอร์ดข้อมูลที่ควรจะมีทั้งหมด	จำนวนเรคคอร์ดข้อมูลที่บันทึกได้จริง	จำนวนเรคคอร์ดข้อมูลที่สูญหาย	ระดับประสิทธิภาพ
15 วัน	720	661	59	91.80 %

3.3.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์

จากการทดลองเบื้องต้นในการส่งข้อมูลเป็นระยะเวลา 7 วัน ซึ่งระบบมีการส่งข้อมูลเพื่อไปบันทึกยังฐานข้อมูลทุกๆ 30 นาที จึงสามารถแสดงรายละเอียดการประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ ได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์

ระยะเวลาทดสอบ(วัน)	จำนวนข้อมูลที่ควรจะมีทั้งหมด	จำนวนข้อมูลที่บันทึกถูกต้อง	จำนวนข้อมูลที่บันทึกผิดพลาด	ระดับประสิทธิภาพ
15 วัน	7,932	7,662	270	96.60%

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง สามารถสรุปผลการดำเนินได้ดังนี้

4.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง

4.1.2 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศด้วยภาพถ่ายขณะเวลาจริง

4.1.3 เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศผ่านระบบไลน์แอปพลิเคชัน และเว็บไซต์

4.2 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศในแหล่งท่องเที่ยวของ อ.สิเกา จ.ตรัง โดยการทดลองในพื้นที่ท่าเรือหาดปากเมง เป็นระยะเวลา 15 วัน ตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2564 ถึง 21 กุมภาพันธ์ 2564 โดยการพิจารณาจากจำนวนเร็คคอร์ดของข้อมูลที่บันทึกได้ในฐานข้อมูล และความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ ซึ่งได้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที

โดยมีประเด็นที่น่าสนใจของการทดลองในครั้งนี้คือ 1) ประเด็นประสิทธิภาพด้านการบันทึกข้อมูล พบว่าสามารถบันทึกข้อมูลได้ 661 จาก 720 เร็คคอร์ด วัดเป็นประสิทธิภาพได้ 91.80 % โดยความผิดพลาดเกิดจากการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) ประเด็นด้านความถูกต้องของข้อมูล พบว่ามีความถูกต้องของข้อมูลจำนวน 7,662 จาก 7,932 ชุดข้อมูล วัดค่าประสิทธิภาพได้ 96.60% ซึ่งความผิดพลาดของข้อมูลอาจจะเกิดจากเซนเซอร์ หรือ การทำงานของระบบที่ผิดพลาด 3) ความเสถียรของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตามที่ได้คำนวณไว้ หากต้องการให้สามารถใช้พลังงานได้ในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ยาวนานขึ้นก็จำเป็นต้องเพิ่มขนาดแผงโซล่าเซลล์และขนาดความจุของแบตเตอรี่

ส่วนการใช้งานระบบ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวนั้น ได้ส่งข้อมูลสภาพอากาศผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และ เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อความสะดวกในการใช้งานของนักท่องเที่ยว และผู้ประกอบการ แต่เนื่องด้วยในช่วงระยะเวลาการวิจัยในครั้งนี้ เป็นช่วงที่เกิดการระบาดของไวรัสโคโรน่า 2019 (COVID-19) ทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังไม่สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกให้แก่ภาคการท่องเที่ยวได้มากนัก แต่หลังจากหมดสถานการณ์นี้ คาดว่าระบบจะสามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกแก่ภาคการท่องเที่ยว และ เศรษฐกิจในพื้นที่หาดปากเมง อ.สิเกา จ.ตรังได้มากยิ่งขึ้น

4.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนสภาพภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยว ในพื้นที่ อ.สิเกา จ.ตรัง ซึ่งเป็นไปตามสภาพพื้นที่ หากต้องการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในพื้นที่อื่นๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ระบบการสื่อสารข้อมูล แหล่งจ่ายพลังงานในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงาน และสร้างผลกระทบเชิงบวกแก่การท่องเที่ยว เศรษฐกิจในพื้นที่นั้น ๆ

เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2561. พยากรณ์อากาศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/. (15 มิถุนายน 2561).

ฐิติวรดา ฉัตรอุดมเกียรติ*, อนันต์ ผลเพิ่ม, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, พรชัย ใจแก้ว. 2017. ระบบวิเคราะห์และแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบเวลาจริง (Real-time Energy Consumption Analysis and Notification using Wireless Network), in 9th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2017), Chaing khan, Thailand. July 25-28, 2017 หน้า 269-272.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร. 2561. 10 อันดับการประยุกต์ใช้ Internet of Things, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/system_file/-t1439539799.pdf. (15 มิถุนายน 2561).

อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์. 2564. ความรู้เกี่ยวกับภาษา C/C++ และฟงก ชั่นของ Arduino IDE สำหรับชุดกลองสมองกล IPST-MicroBOX (SE).

เอ็มซียู (ไทยแลนด์). 2559. Internet of Things (IoT) คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.mcuthailand.com/articles/iot/IOT.html. (15 มิถุนายน 2560).

Brzozek, C., Zeleke, B.M., Abramson, M.J. et al. Radiofrequency electromagnetic field exposure assessment: a pilot study on mobile phone signal strength and transmitted power levels. J Expo Sci Environ Epidemiol 31, 62–69 (2021).

Contiki. 2560. ระบบปฏิบัติการ Contiki .[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.contiki-os.org/. (15 กรกฎาคม 2560).

Grafana. 2563. Grafana Dashboards. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://grafana.com. (16 ธันวาคม 2563).

Grafana Labs. 2564. Grafana, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://grafana.com/. (16 ธันวาคม 2563).

heruku. 2564. Python. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.python.org/. (16 ธันวาคม 2563).

LINE Corporation. 2564. Line Notify API. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://notify-bot.line.me/th/. (16 ธันวาคม 2563).

Line Notify. 2020. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://notify-bot.line.me/th. (16 ธันวาคม 2563).

เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย (ต่อ)

Muhamad Azman Miskam, Inzarulfaisham Abd Rahim, Othman Sidek, Muhammad Qayum Omar andMohammad Zulfikar Ishak. 2013. Deployment of Wireless Water-Quality Monitoring System at Titi Serong Paddy Crop Field, Malaysia. IEEE 3rd International Conference on System Engineering and Technology, 19-20 Aug. 2013, Shah Alam, Malaysia. (57-60).

Raspberry PI Foundation. 2014. Information about each of the official Raspberry Pi products. [Online]. Available:http://www.raspberrypi.org. (1 June 2014).

Shuang-chun Yang, Yi Pan. 2010. The Application of the Wireless Sensor Network (WSN) in the Monitoring of Fushun Reach River in China. Second International Conference on Computer and Network Technology. (331-333)

Satish Babu. 2013. A Hybrid Sensor Network for Flexible, Unattended, Multipurpose Deployment. In Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2013 IEEE. (260-261).

TWF Agency.2563. สถิติข้อมูลการใช้ไลน์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.twfdigital.com/blog/2020/04/line-user-stat-in-thailand-2020/ (16 ธันวาคม 2563).

Wang Jing, Liu tingting. 2015. Application of wireless sensor network in Yangtze River Basin water environment monitoring. 27th Chinese Control and Decision Conference (CCDC). (5981-5985).