การออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้อมูลภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งทะเล โดยส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจีและใช้งานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์

Design and Development Climate Data Collection System in Coastal Areas by Sending Data through 3G Network and Compatible with Solar Energy

ภูมินทร์ อินทร์แป้น[1*] นเรศ ขวัญทอง[1] และ ศวรรณรัศม์ อภัยพงศ์[1]
Pumin Inpan[1*] Naras Kwanthong[1] and Sawannarat Apaipong[1]

บทคัดย่อ

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีความแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดผลกระทบด้านการท่องเที่ยว การประมง การเกษตรกรรม การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นต้น แต่ยังคงขาดเครื่องมือที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และผลกระทบต่างๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบในการจัดเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เพื่อจะนำไปใช้ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลซึ่งมีสภาพอากาศแปรปรวน ไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้าและระบบเครือข่ายเคเบิ้ลสื่อสาร พัฒนาระบบโดยใช้บอร์ดคอมไมโครคอมพิวเตอร์ราสเบอร์รี่พายรับข้อมูลจากเซนเซอร์ เช่น รูปภาพ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม แล้วส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) ไปเก็บยังฐานข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้งานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถใช้งานติดต่อกันได้โดยไม่มีแสงอาทิตย์ 2 วัน โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 40 วัตต์ และแบตเตอร์รี่ขนาดแรงดัน 12 โวลต์ ความจุ 45 แอมแปร์ต่อชั่วโมง จากการทดสอบระบบในบริเวณชายทะเลโดยการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่ามีประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูลประมาณร้อยละ 96.5 โดยข้อผิดพลาดที่พบ เกิดจากความผิดพลาดของอุปกรณ์เซนเซอร์และความผิดพลาดจากการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G)

คำสำคัญ: สภาพภูมิอากาศ เซนเซอร์ พลังงานแสงอาทิตย์

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

* Corresponding author e-mail: puminpan@hotmail.com

Abstract

Climatic fluctuation in the vicinity of coastal areas affects tourism, fisheries and agricultural industries as well as coastal erosion. Appropriate tools for collecting climatic data are crucial for such applications. The aim of this research is to design and develop a system for collecting climate data for use in coastal areas where the weather is variable, there is no power source and where no cable communication network exists. The system uses a Raspberry Pi microcomputer to receive relative information such as images, temperature, humidity and wind speed, from sensors and then send this data via the internet using a 3G network to a server database. The system is powered by solar energy and can store enough energy to operate for 2 consecutive days without sunlight. It utilizes a 40 watt solar panel coupled with a 12 volt battery with a capacity of 45 amp-hrs. The system was tested in a coastal area, by collecting data every 5 minutes for a period of 1 month, and it was determined that the data collection efficiency was about 96.5%. The only problems identified were caused by either a sensor error, or the 3G network connection.

Keywords: Climate, Sensor, Solar Energy

บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งทะเลมีสภาพแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อ การเพาะปลูกทางด้านการเกษตร การเก็บเกี่ยวผลผลิต การทำประมง การท่องเที่ยว การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลกระทบเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อเศรษฐกิจและสังคมในภาพรวมเป็นวงกว้าง แต่กลับพบว่าการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งทะเลยังมีปริมาณน้อย เนื่องจากขาดเครื่องมือที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ที่มีสภาพแปรปรวนตลอดเวลา ไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้า และเครือข่ายสื่อสารข้อมูล ซึ่งหากสามารถเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ตลอดเวลา ก็สามารถที่จะนำข้อมูลเหล่านั้น มาวิเคราะห์เพื่อหาความเชื่อมโยงของการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบในบริเวณนั้นๆ ได้ ซึ่งทำให้สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการบริหารจัดการบริเวณชายฝั่งและลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

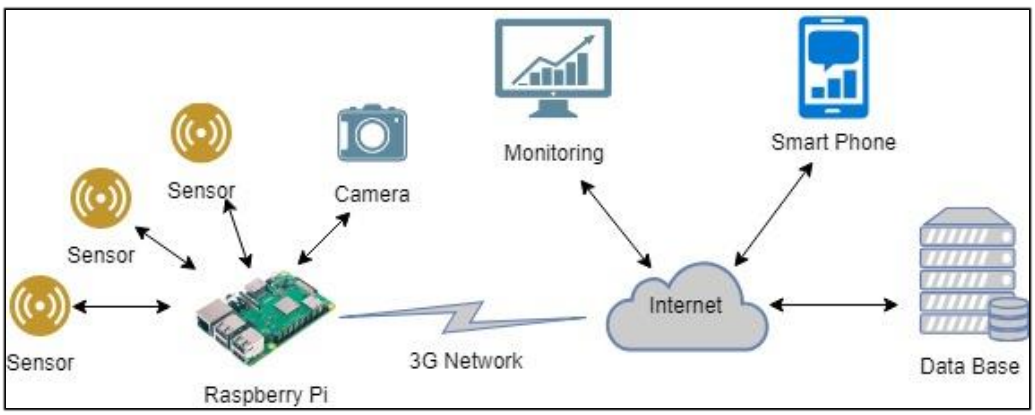
จากการศึกษาพบว่า ในปัจจุบันได้นิยมใช้อุปกรณ์เซนต์เซอร์มาประยุกต์ใช้ในงานหลายด้าน เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิ (Saha and Majumdar, 2017) การตรวจวัดความชื้น การตรวจจับการรั่วไหลของแก๊ส (Spirjakin *et al.*, 2015) วัดระดับคลื่นและความเร็วลม การตรวจวัดระยะทาง การตรวจจับความเคลื่อนไหว การตรวจวัดระดับน้ำทะเล (Kwanthong *et al.*, 2017) การตรวจสภาพอากาศแบบอัจฉริยะโดยใช้อุปกรณ์ Internet of Things (IoT) (ณัฐวุฒิ และธเนศ, 2560) เป็นต้น

ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ให้เหมาะสมตามแต่ละจุดประสงค์ของงาน แต่พบว่าการใช้เซนเซอร์เพื่อตรวจวัดและเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ชายฝั่งทะเลยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากเป็นพื้นที่มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ความแปรปรวนของสภาพอากาศ ไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้พลังงานทดแทนอย่างอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม (กิตติกร และคณะ, 2560) เป็นต้น ไม่มีเครือข่ายสื่อสารข้อมูล ความชื้นและความเค็มสูง ทำให้เซนเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดความเสียหายได้ง่าย ทำให้ระบบการทำงานไม่เสถียร จึงทำให้ขาดฐานข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้มากมาย ดังนั้นหากสามารถพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และวางแผนในด้านต่างๆ ได้ อาทิเช่น การท่องเที่ยว การประมง การเกษตรกรรม เป็นต้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งทะเล โดยสามารถส่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือสามจี (3G) และสามารถใช้งานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์เซนเซอร์จะถูกบันทึกในฐานข้อมูลที่อยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งต่อไปจะสามารถพัฒนาต่อยอดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าดูข้อมูลได้แบบเรียลไทม์และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ในบริเวณชายฝั่งทะเล และเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการบริหารจัดการบริเวณชายฝั่งและลดผลกระทบต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงใช้เป็นข้อมูลตามเวลาจริง เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการเดินทางท่องเที่ยวได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

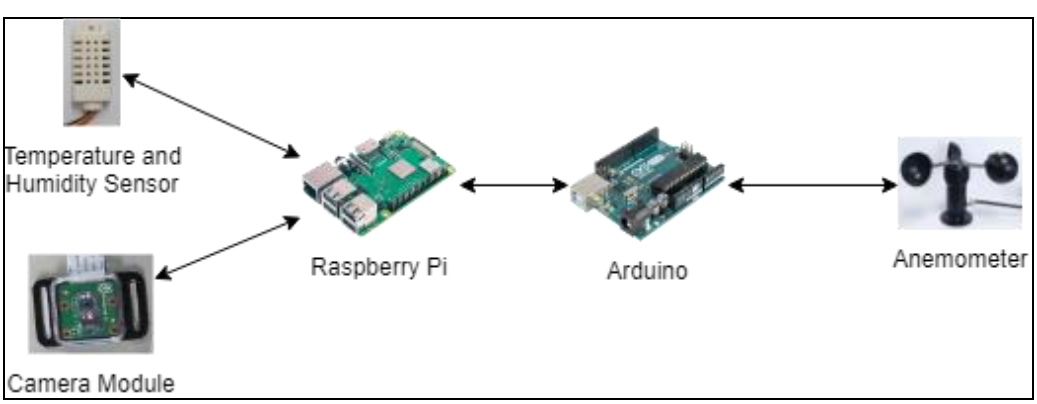
การออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณชายทะเล ใช้บอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์ราสเบอร์รี่พายรับข้อมูลจากเซนเซอร์ คือ รูปภาพ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม แล้วส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) ไปเก็บยังฐานข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 โดยแบ่งการออกแบบระบบย่อยต่างๆ ได้ดังนี้ 1) การออกแบบระบบชุดเซนเซอร์ 2) การออกแบบระบบส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) 3) การออกแบบระบบฐานข้อมูล 4) การออกแบบชุดพลังงานแสงอาทิตย์ 5) การออกแบบชุดตู้ควบคุมระบบ และ 6) รายละเอียดด้านซอร์ฟแวร์



ภาพที่ 1 โครงสร้างโดยรวมการทำงานของระบบ

1. การออกแบบระบบชุดเซนเซอร์

เซนเซอร์ที่ใช้งานในระบบมีทั้งที่ส่งข้อมูลแบบดิจิตอลและอนาล็อก แต่เนื่องจาก Raspberry Pi ไม่สามารถรับส่งข้อมูลอนาล็อกจากเซนเซอร์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้อาดูโน่ (arduino) เพื่อใช้ในการรับข้อมูลเพิ่มเติม เซนเซอร์ที่ใช้งานในระบบนี้มีด้วยกัน 4 อย่าง คือ เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และโมดูลกล้อง (Raspberry Pi camera module) เพื่อเก็บข้อมูลรูปภาพ โดยสามารถแสดงรูปการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ได้ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และ Raspberry Pi

เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ใช้รุ่น DHT-22 ซึ่งสามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ได้ในเซนเซอร์ตัวเดียวกัน ช่วงอุณหภูมิที่สามารถวัดได้ คือ ในช่วง -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส และตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วงร้อยละ 0-100 ใช้แรงดันไฟฟ้าช่วง 3.3-5.5 โวลท์ ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับ Raspberry Pi ได้ ตัวอย่างของเซนเซอร์ แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เครื่องวัดความเร็วลม เรียกว่า anemometers เป็นอุปกรณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการวัดความเร็วลม หน่วยวัดเป็น เมตรต่อวินาที (m/s) มีลักษณะเป็นลูกถ้วยรับลมชนิด 3 แขน สำหรับรับลมได้ทุกทิศทาง ดังภาพที่ 4 การส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดอันนี้เป็นแบบอนาล็อก ดังนั้นจึงต้องทำการส่งข้อมูลผ่าน arduino เพื่อแปลงข้อมูลเป็นดิจิตอล แล้วส่งต่อไปยัง Raspberry Pi เพื่อประมวลผลแล้วส่งไปเก็บยังฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายสามจี (3G)

ภาพที่ 4 เครื่องวัดความเร็วลม

โมดูลกล้อง เป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบนี้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บภาพในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งทำให้ระบบมีความพิเศษกว่าระบบการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศแบบปกติทั่วๆ ไป โมดูลกล้องชนิด ออกแบบมาสำหรับการใช้งานร่วมกับ Raspberry Pi โดยเฉพาะ ดังภาพที่ 5 มีความละเอียดสูงถึง 5 ล้านพิกเซล และสามารถถ่ายวิดีโอที่ความละเอียดถึง 1080p รองรับภาพที่ต้องการความละเอียดสูง เพื่อประสิทธิภาพในการนำภาพที่ได้ไปใช้งานในกระบวนการประมวลผลภาพ (image processing) เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพและข้อมูลภูมิอากาศที่บันทึกได้ในช่วงเวลานั้นๆ

ภาพที่ 5 โมดูลกล้องสำหรับ Raspberry Pi

2. การออกแบบระบบส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G)

เนื่องจากพื้นที่ชายฝั่งทะเลเป็นพื้นที่ห่างไกลจากอาคารบ้านเรือนจึงทำให้ไม่มีเครือข่ายสื่อสารข้อมูลในรูปแบบพื้นฐาน เช่น ระบบเครือข่ายแลน (LAN) หรือ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WLAN) ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้การสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) ซึ่งเป็นโครงข่ายสื่อสารที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดในปัจจุบัน และมีความเร็วเพียงพอสำหรับการรับส่งข้อมูลจากระบบ ในการออกแบบได้ใช้ 3G USB dongle ในการเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสามารถใช้งานได้สะดวกเมื่อเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ผ่านพอร์ต USB โดยมีลักษณะดังภาพที่ 6 โดยได้ออกแบบระบบให้ทำการทดสอบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์มือถือก่อนทุกครั้งก่อนที่จะส่งข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูล เนื่องจากบางครั้งการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายอาจจะไม่เสถียร

ภาพที่ 6 USB dongle สำหรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 3G

3. การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ระบบมีความต้องการในการจัดเก็บข้อมูลทุก 5 นาที จึงจำเป็นต้องออกแบบระบบฐานข้อมูลให้เหมาะสม ยืดหยุ่น และง่ายต่อการนำไปใช้ในอนาคต เช่น การนำไปวิเคราะห์เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และสภาพอากาศจริงๆ ขณะนั้น จะนำมาซึ่งการพยากรณ์สภาพอากาศได้ในอนาคต ในระบบที่พัฒนาได้เลือกใช้ฐานข้อมูล MySQL ในการบริหารจัดการข้อมูล ในระบบได้ทำการจัดเก็บข้อมูลภาพไว้ในระเบียนข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลอื่นๆ ไม่ได้แยกเก็บข้อมูลภาพแยกต่างหาก ข้อดีของการออกแบบฐานข้อมูลแบบนี้คือ ทำให้สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ และสามารถทำการสำรองข้อมูลได้ง่าย

แต่มีข้อเสีย คือ ขนาดของฐานข้อมูลจะมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเรียกใช้มีความล่าช้า และเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล จึงจำเป็นต้องมีการสำรองข้อมูลตามระยะเวลาที่เหมาะสม

4. การออกแบบชุดพลังงานแสงอาทิตย์

เนื่องจากระบบที่ต้องการใช้งานในพื้นที่ชายฝั่งทะเล เป็นพื้นที่ห่างไกลจากอาคารบ้านเรือน ทำให้ไม่สามารถใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายพลังงานปกติได้ จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการจัดหาพลังงานทางเลือก ซึ่งจากการศึกษาพบว่าพื้นที่จังหวัดตรังมีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากมีความเข้มแสงอาทิตย์ ทั้งปีเฉลี่ย 18.32 MJ/m^2-day (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2559) จึงเหมาะแก่การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในระบบนี้

ส่วนประกอบของชุดพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงโซล่าเซลล์ (solar cell panel) แบตเตอรี่ (battery) และเครื่องควบคุมการชาร์จและการจ่ายไฟ (solar charge controller) ซึ่งการคำนวณขนาดของแผงโซล่าเซลล์และขนาดแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า ต้องมีความเหมาะสมกับขนาดและระยะเวลา ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งระบบ โดยสามารถใช้สูตรคำนวณต่างๆ (นครินทร์, 2559) ได้ดังนี้

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าฟ้า W ที่ต้องการใช้ต่อวัน (มีหน่วยเป็น Wh) คำนวณได้จากสมการ จำนวนผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้า P ที่อุปกรณ์แต่ละตัวใช้มีหน่วยเป็นวัตต์ (watt) คูณด้วยจำนวนชั่วโมง t ที่ใช้พลังงานต่อวันมีหน่วยเป็นชั่วโมง (hour) ดังสมการที่ 1 จากการคำนวณพบว่าระบบต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 144 วัตต์-ชั่วโมง (Wh)

$$W = \sum(P \times t) \tag{1}$$

การคำนวณหาค่าความจุของแบตเตอร์รี่ C มีหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) คำนวณได้จากสมการ จำนวนพลังงานไฟฟ้า W ที่ใช้ต่อวัน คูณด้วยจำนวนวันที่ต้องการใช้งานโดยไม่มีแสงอาทิตย์ (D, day of autonomy) มีหน่วยเป็นวัน ทั้งหมดหารด้วยจำนวนแรงดันไฟฟ้า V ของระบบ มีหน่วยเป็นโวลท์ (V) คูณด้วยค่าระดับความลึกการคายประจุ DOD มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการที่ 2 จากการคำนวณต้องใช้แบตเตอร์รี่ขนาด 30 แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah)

$$C = \frac{W \times D}{\mathrm{V} \times \mathrm{DOD}} \tag{2}$$

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า P ของแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมกับระบบ มีหน่วยเป็นวัตต์ คำนวณได้จากสมการ พลังงานไฟฟ้า W ที่ใช้ต่อวันมีหน่วยวัตต์-ชั่วโมง หารด้วยจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ในแต่ละวัน t_s มีหน่วยเป็นชั่วโมง ดังสมการที่ 3 จากการคำนวณขนาดแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสมกับระบบมีขนาด 40 วัตต์

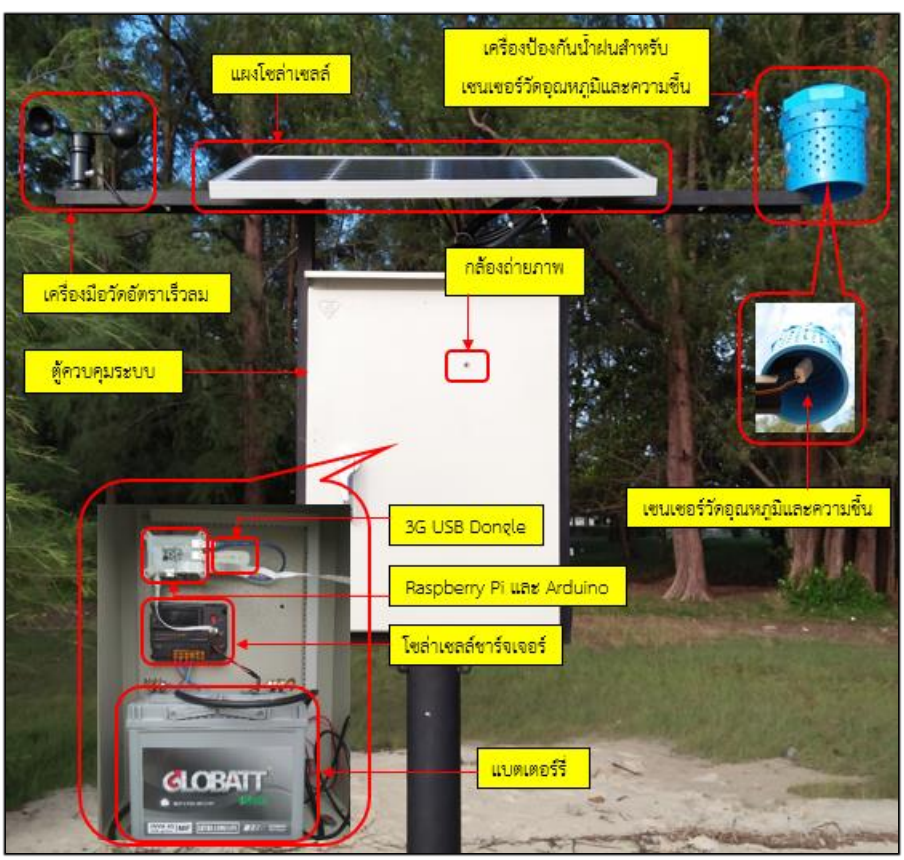
$$P = \frac{W}{\mathrm{ts}} \tag{3}$$

5. การออกแบบชุดตู้ควบคุมระบบ

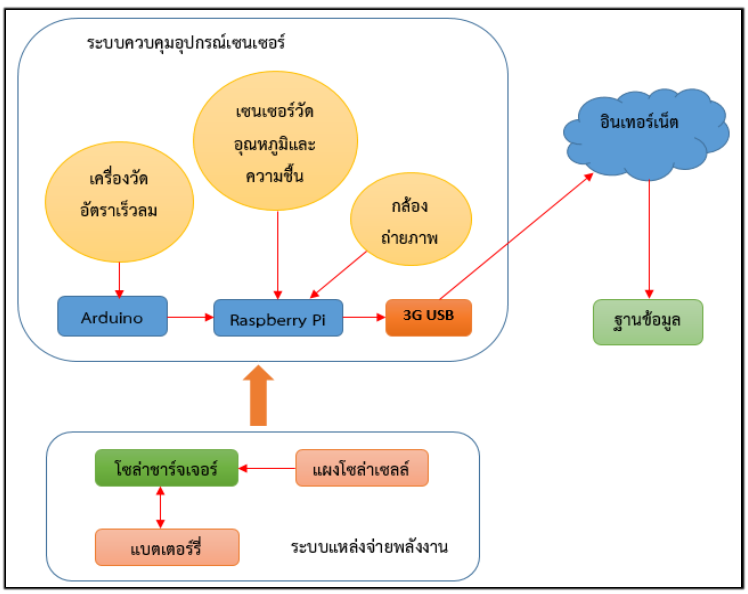
เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบและเซนเซอร์ต่างๆ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อสภาพน้ำเค็ม ดังนั้นชุดอุปกรณ์ต่างๆ จึงต้องจัดเก็บในตู้ควบคุม เพื่อป้องกันการกัดกร่อน ภายในตู้ควบคุมจะเกิดความร้อน เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งเป็นข้อดี ทำให้ไม่เกิดความชื้นขึ้นภายในตู้ควบคุม นอกจากนั้นได้ออกแบบชุดพลังงานแสงอาทิตย์ให้ติดตั้งอยู่บนตู้ควบคุม และเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งในสถานที่ต่างๆ จึงได้ออกแบบขาตั้งให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยรายละเอียดอุปกรณ์ของชุดตู้ควบคุมระบบ ดังภาพที่ 7 และแผนผังการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 8

6. รายละเอียดด้านซอร์ฟแวร์

ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในระบบที่พัฒนาขึ้น ได้เลือกใช้ซอร์ฟแวร์ที่เป็นโอเพนซอร์ซ เนื่องจากสามารถลดต้นทุนในการพัฒนาระบบในอนาคตได้ ซอร์ฟแวร์ที่ใช้งานในส่วนของ Raspberry Pi เป็นระบบปฏิบัติการ raspbian ซึ่งได้พัฒนามาจากระบบปฏิบัติการ debian และซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลคือ phpMyAdmin ซึ่งใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์ในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ส่วนการแสดงผลใช้งานภาษา php ในการแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์



ภาพที่ 7 รายละเอียดอุปกรณ์ของชุดตู้ควบคุมระบบ

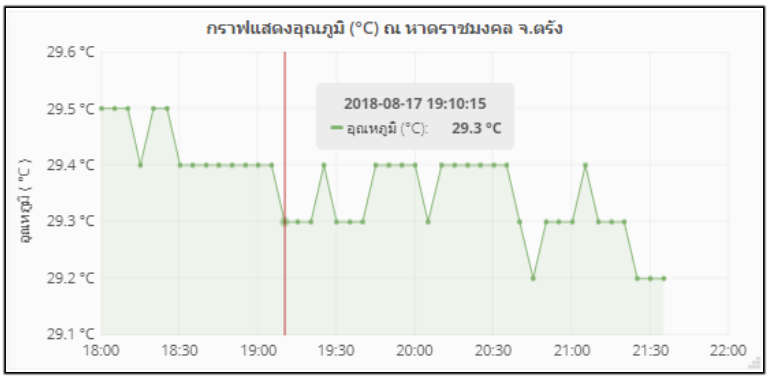


ภาพที่ 8 แผนผังการทำงานของระบบ

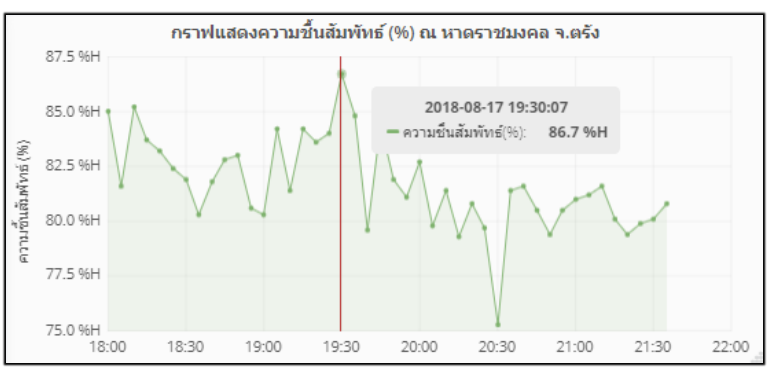
ผลการวิจัย

จากการออกแบบระบบ โดยใช้วิธีการดำเนินงานตามวิธีข้างต้น ทำให้ได้ระบบที่สามารถจัดเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศได้ ข้อมูลที่ได้นำมาแสดงในรูปแบบของกราฟ โดยใช้โปรแกรมกราฟานา (Grafana, 2018) ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทโอเพนซอร์ส (open source) เป็นเครื่องมือดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบตารางข้อมูล และกราฟแบบต่างๆ ความสามารถพิเศษของโปรแกรมนี้คือสามารถแสดงผลได้แบบเวลาจริง (real time)

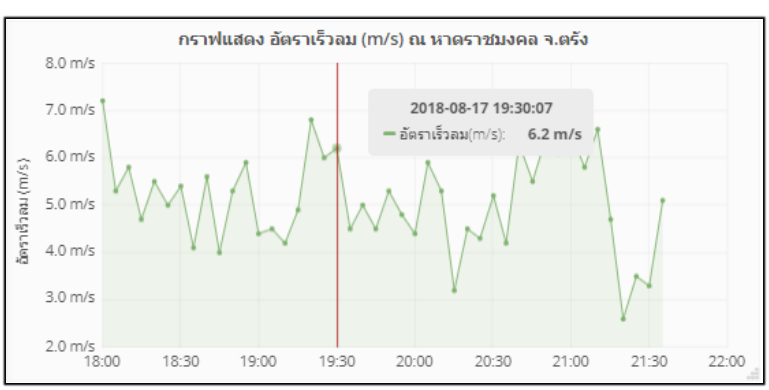
การทดสอบระบบทั้งในห้องปฏิบัติการ และบริเวณชายทะเล โดยมีการทดสอบระบบเพื่อเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2561 ถึง 20 สิงหาคม 2561 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แสดงผลข้อมูลต่างๆ ออกมาดังนี้ กราฟแสดงอุณหภูมิ ดังภาพที่ 9 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ ดังภาพที่ 10 กราฟแสดงอัตราเร็วลม ดังภาพที่ 11 ตัวอย่างภาพถ่ายสภาพอากาศภาคสนามก่อนทดสอบจริงดังภาพที่ 12 ตัวอย่างภาพถ่ายสภาพอากาศจริงบริเวณพื้นที่ชายทะเล ดังภาพที่ 13 และข้อมูลโดยรวม ดังภาพที่ 14 และมีลักษณะตู้ระบบควบคุม ดังภาพที่ 15 และการติดตั้งตู้ควบคุมระบบในบริเวณชายทะเล ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 9 ตัวอย่างกราฟแสดงอุณหภูมิ

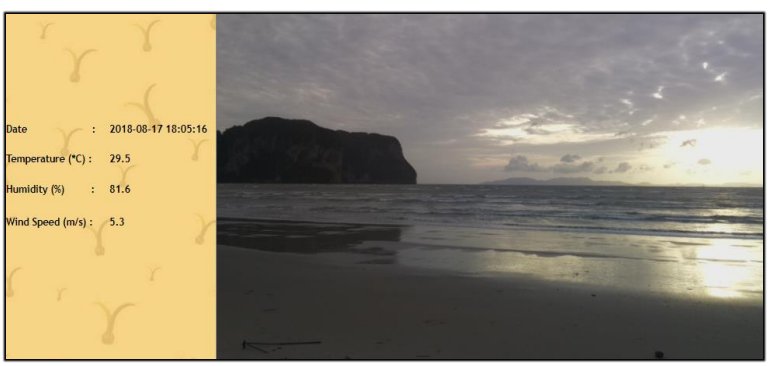


ภาพที่ 10 ตัวอย่างกราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 11 ตัวอย่างกราฟแสดงอัตราเร็วลม

ภาพที่ 12 ตัวอย่างภาพถ่ายสภาพอากาศภาคสนามก่อนทดสอบจริง



ภาพที่ 13 ตัวอย่างภาพถ่ายสภาพอากาศจริงบริเวณพื้นที่ชายทะเล

ข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ อัตราเร็วลม

วันที่ เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อัตราเร็วลม (m/s)
2018-08-17T19:40:04Z	29.3 °C	79.6	5.0
2018-08-17T19:45:06Z	29.4 °C	84.4	4.5
2018-08-17T19:50:05Z	29.4 °C	81.9	5.3
2018-08-17T19:55:06Z	29.4 °C	81.1	4.8
2018-08-17T20:00:07Z	29.4 °C	82.7	4.4
2018-08-17T20:05:06Z	29.3 °C	79.8	5.9
2018-08-17T20:10:17Z	29.4 °C	81.4	5.3
2018-08-17T20:15:15Z	29.4 °C	79.3	3.2
2018-08-17T20:20:16Z	29.4 °C	80.8	4.5
2018-08-17T20:25:06Z	29.4 °C	79.7	4.3

ภาพที่ 14 ตัวอย่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ภาพที่ 15 ลักษณะตู้ควบคุมของระบบ

ภาพที่ 16 การติดตั้งตู้ควบคุมระบบในบริเวณชายทะเล

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบระบบเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณชายทะเล โดยการทดลองในพื้นที่ชายทะเล เป็นระยะเวลา 1 เดือน ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2561 ถึง 20 สิงหาคม 2561 เนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศแปรปรวนมาก เหมาะแก่การทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบ โดยการพิจารณาจากจำนวนเร็คคอร์ดของข้อมูลที่บันทึกได้ในฐานข้อมูล และความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ ซึ่งได้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 5 นาที พบว่าได้ข้อมูลที่ถูกต้องทั้งหมด 8,618 เร็คคอร์ด

จากจำนวนทั้งหมดที่ต้องบันทึกได้จำนวน 8,928 เร็คคอร์ด มีการผิดพลาด ประมาณ 310 เร็คคอร์ด จึงวัดประสิทธิภาพได้ประมาณร้อยละ 96.5 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้ 1) ความถูกต้องของข้อมูล พบว่า ยังมีความผิดพลาดของข้อมูลที่เกิดจากความผิดพลาด (error) ของเซนเซอร์ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีค่าผิดปกติไปจากความเป็นจริงมาก 2) ความไม่เสถียรในการส่งข้อมูลไปเก็บยังฐานข้อมูล เนื่องจากความผิดพลาดของการเชื่อมต่อของผู้ให้บริการระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือสามจี (3G) ทำให้ได้จำนวนเร็คคอร์ดข้อมูลไม่ครบ ซึ่งเป็นข้อผิดพลาดที่ไม่สามารถควบคุมได้ 3) ความเสถียรของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตามที่ได้คำนวณไว้ หากต้องการให้สามารถใช้พลังงานได้ในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ยาวนานขึ้นก็จำเป็นต้องเพิ่มขนาดแผงโซล่าเซลล์และขนาดความจุของแบตเตอรี่

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณชายทะเล โดยส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สามจี (3G) และใช้งานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการทดสอบจริงในพื้นที่บริเวณชายทะเล จากผลการทดสอบพบว่าสามารถเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศได้ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และภาพถ่ายจริงในขณะเวลานั้น ซึ่งสามารถวัดประสิทธิภาพได้ถึงร้อยละ 96.5 ซึ่งมีปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาด เช่น ความผิดพลาดจากอุปกรณ์เซนเซอร์ ความผิดพลาดในการเชื่อมต่อกับระบบการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือสามจี (3G) เป็นต้น

งานวิจัยนี้เป็นเพียงการพัฒนาต้นแบบที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ หากต้องการไปติดตั้งในพื้นที่อื่น อาจจะต้องพิจารณาความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ทั้งในเรื่องของแหล่งพลังงานไฟฟ้า และระบบเครือข่ายสื่อสารข้อมูล นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาต่อยอดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี Narrow band Internet of Things (NB-IoT) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการสื่อสารแบบใหม่ใช้พลังงานน้อย ทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในสภาวะที่ไม่มีแหล่งพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้แหล่งพลังงานทางเลือกอื่นๆ เช่น พลังงานลม พลังงานคลื่น เป็นต้น เพื่อให้เหมาะกับพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณะผู้วิจัยที่ได้ร่วมกันพัฒนาระบบจนได้ความรู้และแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย และสถานที่ในการทดลองงานวิจัย และขอขอบคุณ นายณัฐวุฒิ เสือใหม่ และนายธเนศ เขียวดี นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). *ศักยภาพรังสีรวม (พลังงานแสงอาทิตย์จากการตรวจวัด).* สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2561, จาก: http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=562&filename=index.

กิตติกร ขันแกล้ว สุรินทร์ กาญจนะ และภูมินทร์ อินทร์แป้น. (2560). ระบบเตือนภัยดินถล่มพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมสำหรับชุมชน. ใน *การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ ๑๖ (กลุ่มป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ)* (หน้า 1-8). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณัฐวุฒิ เสือใหม่ และธเนศ เขียวดี. (2560). *ระบบตรวจสอบสภาพอากาศแบบอัจฉริยะ โดยใช้อุปกรณ์ Internet of Things*. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, ตรัง.

นครินทร์ รินพล. (2559). *คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: บริษัท อีโค่ แพลนเน็ต.

Grafana. (2018). *Grafana Dashboards*. Retrieved 1 January 2018, from: https://grafana.com.

Kwanthong, N., Onsr, N., Inkerd, S. and Klompong, N. (2017). The wireless sensor network monitoring of sea level and wind speed. In *9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (pp. 1-4). Phuket: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Saha, S. and Majumdar, A. (2017). Data centre temperature monitoring with ESP8266 based Wireless Sensor Network and cloud based dashboard with real time alert system. In *2nd international conference on Devices for Integarted Circuits (DevIC 2017)* (pp. 307-310). Kalyani, India: Kalyani Government Engineering College.

Spirjakin, D., Baranov, A., Karelin, A. and Somov, A. (2015). Wireless multi-sensor gas platform for environmental monitoring. In *2015 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS)* (pp. 232-237). Trento, Italy: University of Trento.