

ศึกษาและพัฒนาต้นแบบการประหยัดพลังงานเพื่อสนับสนุนด้านการประหยัด การใช้พลังงาน

A Study and Developing a prototype of Energy Saving to Support Energy Using

ฉณการ ภณณพงส์*

Kanakarn Phanniphong*

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*

Rajamangala University of Technology Tawan-Ok*

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาต้นแบบการประหยัดพลังงานเพื่อสนับสนุนด้านการประหยัดการใช้พลังงาน เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า และศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของอากาศในบริเวณที่มีและไม่มีการปรับอากาศแบบ Real-time 2) เพื่อศึกษาระบบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT (Internet of Things) และ 3) เพื่อศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบรายงานผลคุณภาพของอากาศ จากการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่วันที่ 21-27 กุมภาพันธ์ 2565 (วันจันทร์-วันอาทิตย์) พบว่า ช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด คือ 8.30-18.00 น. เนื่องจากเป็นเวลาทำงาน และวันพุธที่ 23 กุมภาพันธ์ 2565 มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 2,050 kWh หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 8,200 บาท(คิดหน่วยค่าไฟ 4บาท/kWh) และตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 พบว่าเดือนพฤศจิกายน มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 49,960 kWh ซึ่งสามารถคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 199,840 บาท จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของอากาศในบริเวณที่มี-ไม่มีการปรับอากาศพบว่าเซนเซอร์วัดฝุ่นตัวที่อยู่นอกห้องปรับอากาศแสดงค่าฝุ่น PM 2.5 มากกว่าเซนเซอร์ตัวอื่น 64.28%

ผลจากการศึกษาพบว่าจากลักษณะการทำงานของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ และสามารถสร้างแบบจำลองสำหรับการทำนายผลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการสร้างแบบจำลอง (Model) แบบ Dynamic หรือมีการปรับการคำนวณแบบจำลองเป็นระยะๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้ในการทำนายข้อมูลในอนาคต ได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น สามารถทำนายได้ระยะยาวมากขึ้นตามปริมาณข้อมูลที่มี ตามระยะเวลาด้วยและระบบการสร้างแบบจำลอง ทั้งนี้พบว่ามีบางช่วงที่ข้อมูลขาดหายไป เนื่องจากระบบอินเทอร์เน็ตไม่มีเสถียรภาพ ทำให้ส่งข้อมูลมาได้ไม่ครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตามระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT ถือว่าทำงานได้ประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

คำสำคัญ การพัฒนาต้นแบบ, พลังงาน, การประหยัดพลังงาน

Received: 2021-01-27

Revised: 2022-03-25

Accepted: 2022-03-28

Abstract

The research of a study and developing a prototype of energy saving to support energy using. The objective are 1) to study electricity consumption habits and to compare air quality in areas with and without real-time air conditioning 2) to study the operating systems of IoT (Internet of Things) measuring devices and 3) to study design and create air quality reporting systems.

The result of electricity consumption between February 21-27, 2022, it was found that the peak time of electricity usage was 8.30-18.00 that was working time. The most electricity was 2,050 kWh on February 23 which equal to 8,200 bath (4 bath/kWh). Moreover, between July 2021 to February 2022 found that the highest electricity consumption in November 2021 is 49,960 kWh, which equal to 199,840 bath. A comparative study of air quality in inside and outside the room areas found that the dust sensor outside showed PM 2.5 dust more than other sensors that inside the rooms about 64.28%.

The results showed that due to the behavior of smart electricity meters, the results of the smart electricity meters were not the only ones that were used to be able to use the smart It can be applied by applying the energy consumption effect and can create models for predicting the results of electricity consumption with dynamic modeling or periodically adjusting model calculations to make models more accurate and can be used to predict future data more accurately. It can be predicted more long-term based on the amount of data available over time, and the modeling and prediction system is complete which makes the model more accurate because the electricity consumption behavior is partly due to the consequences of the seasons and annual festivals or holidays. Even though of the internet system is not stable resulting in incomplete data transmission. However, the data transmission system of the IoT measurement device is considered to work with acceptable performance.

Keywords: Prototype Development, Energy, Energy Saving

บทนำ

จากปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ณ ปัจจุบันเป็นปัญหาเร่งด่วนระดับต้นๆ ที่ทุกประเทศทั่วโลก มีความตระหนักและความพยายามที่จะทำการลดการใช้พลังงานและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม เพราะทั้ง 2 ปัญหานี้ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างชัดเจน คือ ถ้าเราใช้พลังงานลดลงก็จะช่วยชะลอการทำลายสิ่งแวดล้อมได้ในทางอ้อม (ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปในชั้นบรรยากาศ) ส่งผลให้ลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโลกร้อน (Climate Change and Global Warming) ลงได้

การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงานเป็นเรื่องที่สำคัญเรื่องหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาว่าพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลง เพราะเกิดจากการที่มีประชากรเพิ่มมากขึ้นและมีเทคโนโลยีมากขึ้นทำให้ประชากรมีความต้องการในการใช้พลังงานมีมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน และการทำลายทรัพยากรก็เพิ่มมากขึ้น เพราะพลังงานต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ต้องนำทรัพยากรต่างๆ มาผลิต จึงเป็นเหตุให้ทรัพยากรเหล่านี้น้อยลง เพราะในการผลิตพลังงานแต่ละ

ครั้ง ทรัพยากรที่ใช้ผลิตเมื่อใช้ผลิตแล้วจะหมดไป บางตัวก็สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ แต่ก็มีส่วนน้อยที่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ ประกอบกับกับสถานะเศรษฐกิจในปัจจุบันของประเทศที่ตกต่ำประเทศไทย ยังต้องเสียเงินจำนวนมากมาใช้ในการนำเข้าพลังงาน อาทิเช่น น้ำมันจากต่างประเทศ ซึ่งน้ำมันเป็นหนึ่งในทรัพยากรที่มีความจำเป็นต่อมนุษย์ และการพัฒนาประเทศอาคารหรือสถานที่ทำงาน มีการใช้พลังงานหลายรูปแบบ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และการใช้อุปกรณ์ต่างๆ แต่จะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะงาน ดังนั้นผู้ใช้อาคารทุกคนควรจะร่วมมือกันประหยัดการใช้พลังงาน และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีผลทำให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด อันเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายโดยตรงให้แก่อาคารสำนักงาน ส่งผลให้ประเทศชาติลดการนำเข้าหรือชะลอการจัดหาแหล่งพลังงานทดแทนได้

ดังนั้น ผู้บริหาร และบุคลากรทุกคนในองค์กร จึงควรมีความตระหนักและให้ความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานอย่างเคร่งครัด เพื่อประโยชน์โดยรวมของ องค์กร สังคม และประเทศชาติต่อไป การอนุรักษ์พลังงาน คือ กิจกรรมซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ทุกคนภายในอาคารสำนักงาน มีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงานได้ในหลายระดับ ประกอบด้วย มาตรการหยุดการใช้พลังงานที่สูญเปล่า มาตรการลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่กล่าวมานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบต่างๆ เพื่อกำหนดเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารสำนักงานทุกประเภท ยกตัวอย่างระบบที่ควรทำ มาตรการอนุรักษ์พลังงานเช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบมอเตอร์และปั้มน้ำ อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น

นอกจากที่กล่าวไปแล้วนั้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมก็เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่ต้องทำการป้องกัน เนื่องจากเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวเราที่สุด นั่นคือปัญหาเรื่องฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) สำหรับประเทศไทยเป็นปัญหาที่สำคัญสืบเนื่องมานาน โดยปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางเดินหายใจ โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าแล้ง (ธันวาคม- เมษายน) ของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งแล้งที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของไฟป่า ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรในช่วงฤดูฝน สำหรับปีที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้การชะล้างหมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศเป็นไปได้น้อย การเกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีสาเหตุเกิดจากการเผาไหม้ที่สำคัญ คือ การเกิดไฟป่าจำนวนหลายครั้ง ทั้งภายในประเทศและจากประเทศเพื่อนบ้าน การเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝน การเผาขยะชุมชน และการเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซอันตรายต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ในบรรยากาศ และแพร่กระจายไปยังบริเวณชุมชน มลพิษนี้จึงจัดเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญปัญหาหนึ่งของประเทศเลยทีเดียว

ผลกระทบของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ทำให้คนที่อยู่ในที่โล่งนานๆ หรือคนที่อยู่ในอาคารที่ไม่มีเครื่องฟอกอากาศ มีอาการแสบตา ตาแดง น้ำตาไหล คอแห้งระคายคอ หายใจติดขัด เหนื่อยง่าย และแน่นหน้าอก ผลศึกษาข้อมูลผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และหอบหืด พบว่า ระดับค่าฝุ่น

ละอองขนาดเล็กที่มีปริมาณเกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไป จะส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงที่ป่วยเป็นโรคหอบหืดและถุงลมโป่งพองสูงขึ้นถึง 3.5 เท่า ขณะที่ประชาชนทั่วไปจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 0.25 เมื่อค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นในทุกๆ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม รายงานว่า ฝุ่นควันหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่เกิดจากการเผาไหม้จะส่งผลกระทบต่อ ทำให้มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ และอาการทางตา นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดโรคหัวใจมากขึ้นด้วย โดยฝุ่นจะเข้าไปยังปอดในถุงลม เมื่อสิ่งแปลกปลอมเข้าไป ทำให้เม็ดเลือดขาวเข้าไปกำจัดสิ่งแปลกปลอมนี้ และเกิดการอักเสบในหลอดเลือดได้ ก่อให้เกิดอันตรายต่อปอด เช่น การอักเสบของถุงลมปอด และบางรายอักเสบมากจนทำให้เกิดการ หายใจลำบากจนถึงขั้นภาวะวิกฤตได้ หรืออาจทำให้หลอดเลือดหัวใจอักเสบได้ ซึ่งฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ ในบริเวณภาคเหนือ ก็ทำให้เกิดอาการได้เช่นเดียวกันกับฝุ่นควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร และยังพบว่าหากเพิ่มปริมาณฝุ่นทุก 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะทำให้เพิ่มอัตราการตายทุกสาเหตุร้อยละ 4.5 เพิ่มอัตราการตายจากโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 9.8 เพิ่มอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 3.9 เพิ่มอัตราการตายในผู้สูงอายุที่มากกว่า 65 ปี ถึงร้อยละ 5.4 ด้วย โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมาก่อน เช่น ภูมิแพ้ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโรคหัวใจ

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของการทำโครงการนำร่อง (Pilot project) เพื่อศึกษารูปแบบการจัดทำต้นแบบเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการด้านพลังงานนี้ โดยทำการติดตั้งระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยอุปกรณ์วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารอัจฉริยะ (Smart power meter) ซึ่งสามารถวัดค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) รวมทั้งองค์ประกอบย่อยอื่นๆ ได้แก่ กระแสไฟฟ้า (Ampere), แรงดันไฟฟ้า (Voltage), กำลังไฟฟ้า (Watt) และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) พร้อมกันนี้จะทำการติดตั้งระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศควบคู่ไปด้วย โดยใช้อุปกรณ์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็กอัจฉริยะ (Smart dust meter) ที่สามารถวัดค่าฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน (PM2.5) และขนาด 10 ไมครอน (PM10) รวมทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสิ่งแวดล้อมภายในอาคารสำนักงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า และศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของอากาศในบริเวณที่มีและไม่มีมีการปรับอากาศแบบ Real-time
2. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT (Internet of Things)
3. เพื่อศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบรายงานผลคุณภาพของอากาศ

ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. อุปกรณ์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็กอัจฉริยะ (Smart dust meter) สำหรับตรวจวัด และรวบรวมข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน (PM2.5) และขนาด 10 ไมครอน (PM10) รวมทั้งอุณหภูมิ (Temperature) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของสิ่งแวดล้อม (Relative humidity) แบบ Real-time จำนวน 6 ชุด ประกอบด้วย บริเวณพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 1 ชุด และบริเวณพื้นที่ปรับอากาศอีก 5 ชุด

2. อุปกรณ์วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารอัจฉริยะ (Smart power meter) สำหรับตรวจวัด และรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะทำการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด

3. อุปกรณ์สำหรับการกระจายสัญญาณ Wi-Fi (Access point) จำนวน 5 ชุดถูกติดตั้งบริเวณ เพื่อให้สัญญาณครอบคลุมต่อการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยโดยการศึกษาศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในอาคาร จะทำการพิจารณาการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 3 แบบ คือ พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าราย ชั่วโมง รายวัน และรายเดือน

1) การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมง สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมได้จาก กราฟปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมแบบ Real time ซึ่งจะแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไปในวันหนึ่งๆ เปรียบเทียบกันทั้งวันแสดงเป็นกราฟแท่ง แสดงให้เห็นทันทีว่าช่วงเวลาใดของวันใช้ปริมาณไฟฟ้าเท่าไร แตกต่างกันมากเท่าไร ซึ่งข้อมูลจากกราฟที่ศึกษามานั้น แสดงให้เห็นได้ว่าช่วงเวลาที่กราฟมีอัตราการ การใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่นคือ ช่วงเวลาตั้งแต่ 8.30-18.00 น. ซึ่งเป็น เวลาทำงานที่จะมีการใช้ไฟฟ้าในการทำกิจกรรมต่างๆ และในช่วงเวลาก่อนทำงานหรือหลังเลิกงาน อัตรา การใช้พลังงานไฟฟ้าจะลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งความชันกราฟค่อนข้างเรียบจนเกือบจะเป็นเส้นตรงใน แนวนอน แสดงให้เห็นว่าไม่มีการใช้ไฟฟ้า หรือมีการใช้ไฟฟ้าน้อยมากในช่วงเวลานั้น

2) การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมได้จากกราฟ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมแบบรายวัน ซึ่งจะแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละวันเปรียบเทียบกับ เป็นกราฟแท่ง แสดงให้เห็นทันทีว่าวันใดใช้ปริมาณไฟฟ้าเท่าไร แตกต่างกันมากเท่าไรซึ่งข้อมูลจาก กราฟที่ศึกษามานั้น แสดงให้เห็นได้ว่าวันใดที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคือ ถึง 2,050 kWh หรือคิดเป็น ค่าใช้จ่ายประมาณ 8,200 บาท (คิดหน่วยค่าไฟ 4บาท/kWh)

3) การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมได้จาก กราฟปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมแบบรายเดือน ซึ่งจะแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละเดือน เปรียบเทียบกันเป็นกราฟแท่ง แสดงให้เห็นทันทีว่าเดือนใดใช้ปริมาณไฟฟ้าเท่าไร แตกต่างกันมาก เท่าไร ซึ่งข้อมูลจากกราฟที่ศึกษามานั้น แสดงให้เห็นได้ว่าหน่วยไฟฟ้าที่ใช้รายเดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 ในเดือนพฤศจิกายน มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดถึง 49,960 kWh ซึ่งสามารถคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 199,840 บาท (คิดหน่วยค่าไฟ 4บาท/kWh) ทั้งนี้มีข้อมูลในเดือน กันยายน 2564 และมกราคม 2565 ขาดหายไปเนื่องจากปัญหาด้านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้ระบบส่ง ข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน (แต่ปัจจุบันแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว)

ผู้วิจัยมีกระบวนการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลการทำงานเครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กอัจฉริยะ

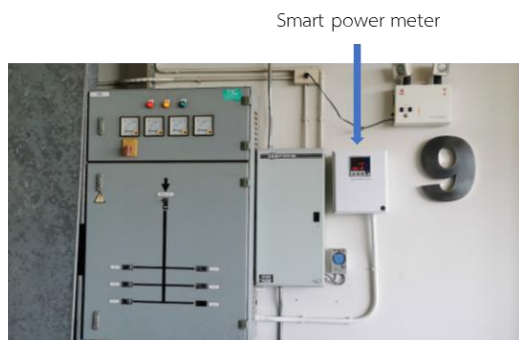
เครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และอุปกรณ์วัดฝุ่นอัจฉริยะประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานร่วมกัน 2 ส่วนคือ เครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะทำการอธิบายถึงการ ติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลการทำงานของเครื่องวัดฯ ที่ละส่วน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 การติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลการทำงานเครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ

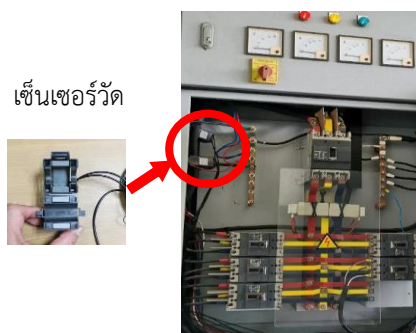
หัวข้อการศึกษานี้จะแสดงถึงการติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลการทำงานเครื่องวัด การใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart power meter) ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

(1) การติดตั้งเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ

การติดตั้งเครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารอัจฉริยะถูกเลือกติดตั้งที่บริเวณใกล้กับระบบไฟฟ้าหลักของชั้น 9 อาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ดังภาพที่ 3.2(ก) เนื่องจากมีลักษณะการติดตั้งที่สะดวก และไม่ต้องทำการต่อสายไฟฟ้าเพิ่มเติมจากระบบการทำงานเดิมมากเกินไป หลังจากนั้นทำการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าที่มีขนาด 100A/1A เข้ากับระบบไฟฟ้าหลักของตึก ซึ่งมีลักษณะไฟฟ้าที่ใช้งานเป็นแบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย (3P4W) และมีแรงดันไฟฟ้าใช้งานเท่ากับ 380 Volt ซึ่งมีลักษณะการติดตั้งดังภาพที่ 3.2(ข)



(ก) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดฯ



(ข) การติดตั้ง เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า

(2) การทดสอบการทำงานของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ

จากขั้นตอนที่ผ่านมาได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดฯ ซึ่งข้อมูลที่ถูกแสดงจากเครื่องวัดฯ ประกอบด้วยดังนี้

- ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ในหน่วย kWh
- กระแสไฟฟ้า (Ampere) ของแต่ละเฟสไฟฟ้า ในหน่วย A
- แรงดันไฟฟ้า (Voltage) ของแต่ละเฟสไฟฟ้าในลักษณะเฟสเทียบเฟส ในหน่วย V
- กำลังไฟฟ้า (Electric power) รวมของไฟฟ้า 3 เฟส ในหน่วย kW
- ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF) เฉลี่ยของไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส

(3) การสรุปผลทดสอบการทำงานของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ

จากข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาจะถูกเก็บรวบรวม เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้งาน

1.2 การติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลของเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กอัจฉริยะ

(Smart dust meter)

หัวข้อการศึกษานี้จะแสดงถึงการติดตั้ง การทดสอบ และการสรุปผลการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ (Smart dust meter) ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

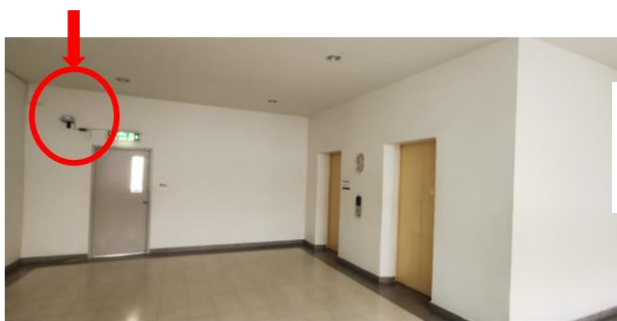
(1) การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ

เครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ (Smart dust meter) ถูกนำมาใช้เพื่อใช้เฝ้าระวังค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) ในบริเวณที่ทำการติดตั้งเครื่องวัดฯ และแสดงผลปริมาณฝุ่นที่

เครื่องทำการวัดได้ทางจอแสดงผลแบบ Real-time ต่อผู้ใช้งานที่ นอกจากนั้นข้อมูลที่ทำการวัดได้จะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กในแต่ละวันเพื่อเป็นสถิติ และใช้ในการศึกษาแนวโน้มปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในอาคารสำนักงานว่าเกิดจากอะไร และมีปริมาณมากในช่วงไหน เพื่อหามาตรการป้องกันและแนวทางแก้ไขต่อไป

การศึกษานี้จะติดตั้งเซ็นเซอร์วัดฝุ่นของเครื่องวัดฯ ทั้งหมด 6 จุด โดยมี 1 จุด ที่ติดตั้งไว้ภายนอกห้องปรับอากาศ (นอกห้องทำงาน) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นภายในห้องปรับอากาศกับภายนอกห้อง ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ดังลักษณะตัวอย่างการติดตั้งดังรูปที่ 3.3

เซ็นเซอร์วัดฝุ่น



ภาพที่ 3.3 ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดฝุ่นภายนอกห้องปรับอากาศ

(2) การทดสอบการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ

เครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะทำการวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กประเภท PM2.5 และ PM10 นอกจากที่กล่าวไปแล้วนั้น เครื่องวัดฯ นี้ยังสามารถวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมได้อีกด้วย อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับการใช้เฝ้าระวังปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีผลกระทบต่อทางเดินหายใจของมนุษย์ และเหมาะที่จะใช้กับสภาพภายในอาคารเท่านั้น เมื่อตรวจวัดค่าต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปเก็บไว้ในคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud server) ผ่านระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT หลักจากนั้นข้อมูลฯ จะถูกทำการสรุป และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ถูกแสดงจากเครื่องวัดฯ ประกอบด้วยดังนี้

- ปริมาณฝุ่น PM2.5
- ปริมาณฝุ่น PM10
- อุณหภูมิของอากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

(3) การสรุปผลการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ

จากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้จะถูกเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ผลคุณภาพของอากาศบริเวณ ชั้น 9 อาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกแบบ Real-time

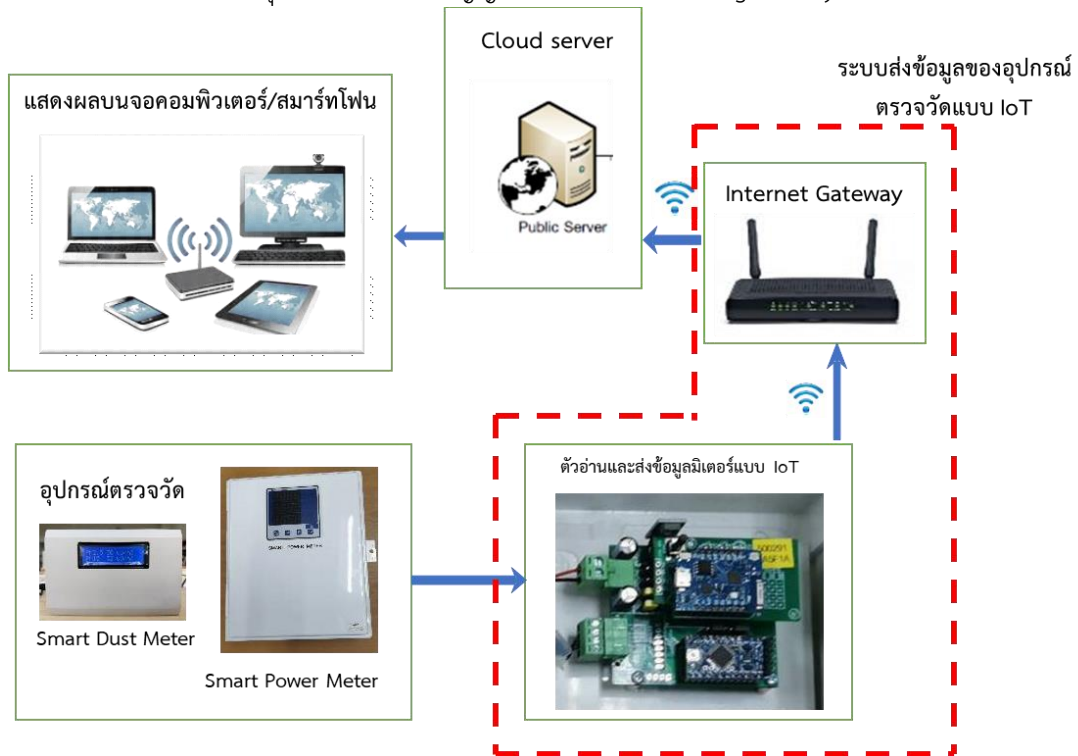
1.3 การติดตั้ง และการทดสอบระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

จากขั้นตอนที่ผ่านมา ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะจะถูกส่งไปยังระบบรายงานผล (ที่จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป) ดังนั้นการศึกษานี้จะต้องติดตั้งระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT ด้วย ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

(1) การติดตั้งระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

จากการดำเนินงานในช่วงที่ผ่านมา นักศึกษาได้ทำการออกแบบระบบการส่งข้อมูลฯ สำหรับใช้ดำเนินการในหัวข้อการศึกษานี้ ซึ่งมีลักษณะอุปกรณ์ในระบบฯ ดังรูปที่ 3.4 และลักษณะการติดตั้งดังรูปที่ 3.5 โดยระบบที่สร้างขึ้นมีอุปกรณ์สำหรับรับ-ส่งข้อมูลประกอบด้วยดังนี้

- อุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านสัญญาณ Wi-Fi (IoT interface board)
- อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Wi-Fi (Internet gateway)



ภาพที่ 3.4 ระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT



ภาพที่ 3.5 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Wi-Fi

(2) การทดสอบระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

การทดสอบการทำงานของระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT จะทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบส่งข้อมูลฯ จากข้อมูลที่ถูกส่งไปบันทึกบนฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต

(Cloud server) หลังจากนั้นข้อมูลที่บ้านที่กบน Cloud server จะถูกนำมาสรุป และวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป

(3) การสรุปผลการทดสอบระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

หัวข้อการศึกษานี้จะสรุปผลระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT ของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ โดยจะศึกษาความต่อเนื่อง รวมถึงข้อมูลที่เกิดการสูญหาย (Data loss) ของระบบฯ หลังจากนั้นจะทำการสรุป และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น

3.2 การออกแบบ และสร้างระบบรายงานผลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT

การดำเนินงานในขั้นตอนที่ผ่านมาได้ติดตั้งระบบส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะนำข้อมูลฯ ที่บันทึกบน Cloud server มาแสดงผล โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

(1) การติดตั้งระบบรายงานผล

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อใช้ระบบรายงานผลของการทำงานของเครื่องวัดฯ เพื่อเหนี่ยวนำพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนั้นระบบรายงานผลฯ จึงเป็นส่วนสำคัญอีกระบบหนึ่งของการศึกษานี้ โดยระบบรายงานผลฯ ถูกสร้างผ่าน Mobile application สำหรับสร้างจอแสดงผล (Dashboard) เพื่อแสดงผลข้อมูลต่างๆ

(2) การทดสอบระบบรายงานผล

ระบบรายงานผลฯ ของการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ระบบรายงานผลของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และระบบรายงานผลของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

- **อุปกรณ์วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารอัจฉริยะ (Smart power meter)** ข้อมูลฯ ที่ถูกเลือกสำหรับการรายงานผลผ่าน Dashboard ประกอบด้วยดังนี้
 - 1) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh: หน่วยไฟฟ้า) ซึ่งแกนตั้ง (แกน Y) แสดงหน่วยการใช้ไฟฟ้าสะสมเทียบกับแกนนอน (แกน X) แสดง เวลา/วันที่/เดือน นั้นๆ
 - 2) กระแสไฟฟ้า (Ampere: A) แกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส (3 เฟส) เทียบกับ แกนนอน (แกน X) แสดงเวลาในวันนั้นๆ
 - 3) แรงดันไฟฟ้า (Voltage: V) ซึ่งแกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส (3 เฟส) เทียบกับ แกนนอน (แกน X) แสดงเวลาในวันนั้นๆ
 - 4) กำลังไฟฟ้า (kW) แกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวม 3 เฟส เทียบกับ แกนนอน (แกน X) แสดงเวลาในวันนั้นๆ
 - 5) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF) แกนตั้ง (แกน Y) แสดงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เฟส เทียบกับ แกนนอน (แกน X) แสดงเวลาในวันนั้นๆ
- **เครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ (Smart dust meter)** ข้อมูลฯ ที่ถูกเลือกสำหรับการรายงานผลผ่าน Dashboard ประกอบด้วยดังนี้
 - 1) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 กับ PM10 ซึ่งแกนตั้ง (แกน Y) คือค่าปริมาณฝุ่น (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และแกนนอน (แกน X) แสดงเวลาในวันนั้นๆ แสดงค่าแบบเรียลไทม์พล็อตอยู่ในกราฟเดียวกัน

2) อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของจุดที่ติดตั้งเซ็นเซอร์แต่ละจุดจะถูกแสดงผลบน Dashboard

(3) การสรุปผลการทดสอบระบบรายงานผล

การทดสอบระบบรายงานผลของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ IoT จะดำเนินการโดยเปรียบเทียบข้อมูลรวมถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่างๆ ที่แสดงถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า และปริมาณฝุ่นในบริเวณที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ และเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ

สรุปผลการวิจัย

1. การประยุกต์ใช้งานเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart power meter)

จากลักษณะการทำงานของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดยการนำผลการใช้พลังงาน สร้างแบบจำลองสำหรับการทำนายผลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการสร้างแบบจำลอง (Model) แบบ Dynamic หรือมีการปรับการคำนวณแบบจำลองเป็นระยะๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้ทำนายข้อมูลในอนาคตได้แม่นยำมากยิ่งขึ้นและสามารถทำนายได้ระยะยาวมากขึ้นตามปริมาณข้อมูลที่มีตามระยะเวลาด้วย และระบบการสร้างแบบจำลองและการทำนายจะสมบูรณ์ก็เมื่อมีปริมาณข้อมูลครบ 12 เดือนหรือ 1 ปี หรือครบทุกฤดูกาล ซึ่งก็จะทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำสูงเพราะว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งมาจากผลที่เกิดจากฤดูกาลและงานเทศกาลหรือวันหยุดประจำปี เป็นต้น และจากผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าภายในตึกในบทที่ 4 นั้น ทำให้สามารถออกมาตราการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยการปรับปรุงค่ากระแสไฟฟ้าของทั้ง 3 เฟส ให้สมดุล มีรายละเอียดดังนี้

มาตรการปรับปรุงกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสให้สมดุล

จากรูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส (3 เฟส) จะเห็นได้ว่า เฟส AR นั้นมีค่ากระแสไฟฟ้ามากที่สุดถึง 49.5 A เฟส AS มีค่ากระแสไฟฟ้ารองลงมา คือ 22.1 A และเฟส AT มีค่ากระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 13.7 A ซึ่งกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส นี้มีค่าแตกต่างกันมากที่สุดถึง 3.6 เท่า ดังนั้นจะทำให้ระบบมีการสูญเสียพลังงานในสายส่งอย่างมาก โดยสามารถคำนวณพลังงานที่สูญเสียผ่านสายส่งได้ดังสมการข้างล่างนี้

$$W = rLI^2$$

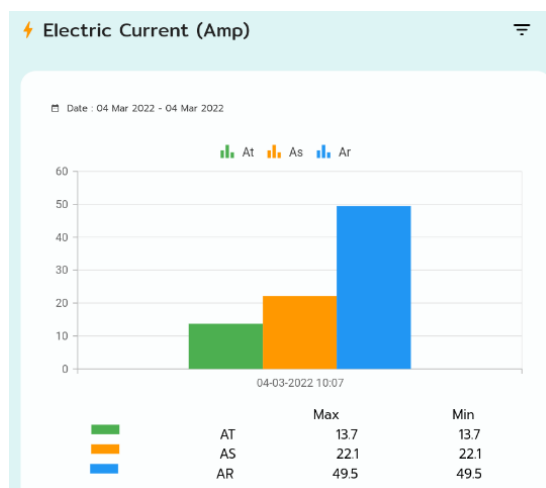
โดยที่ W คือ พลังงานที่สูญเสียผ่านสายส่ง (วัตต์)

r คือ รัศมีของสายส่ง (เมตร)

L คือ ความยาวของสายส่ง (เมตร)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายส่ง (แอมป์)

จากสมการหากทำการพิจารณาสายส่งที่มีรัศมีและความยาวเท่ากันแล้ว จะได้พลังงานที่สูญเสียนั้นแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ดังนั้นหากมีการแสไหลผ่านมากกว่า ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากกว่า ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณในตารางที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส (3 เฟส)

ตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานสูญเสียผ่านสายส่งไฟฟ้า จากระบบที่มีค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสไม่เท่ากัน เปรียบเทียบกับค่าพลังงานสูญเสียจากระบบที่มีค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสเท่ากัน

เฟส	รัศมีสายส่ง (m)	ความยาวสายส่ง (m)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานที่สูญเสีย (w)	พลังงานที่สูญเสีย (%) เทียบกับค่าเฉลี่ย	ค่าไฟฟ้าที่สูญเสีย ต่อเฟส	ค่าไฟฟ้าที่สูญเสียรวม ทุกเฟส
AT	0.01	10	13.70	18.77	-76.78	1,801.82	30,0126.96
AS	0.01	10	22.10	48.54	-39.59	4,688.74	
AR	0.01	10	49.50	245.03	203.08	23,522.40	
Balance Phase	0.01	10	28.43	80.85	-	7,761.16	23,283.49
ต้องเสียค่าไฟฟ้ามากขึ้น							6,729.47

จากตารางที่ 5.1 แสดงการคำนวณพลังงานที่สูญเสียผ่านสายส่งไฟฟ้า เมื่อพิจารณาระบบไฟฟ้าของอาคารที่มีค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสแตกต่างกันมาก จะพบว่าเมื่อกำหนดให้ รัศมีของสายส่ง คือ 0.01 เมตร ความยาวของสายส่ง 10 เมตร เท่ากันทุกเฟส จะได้พลังงานที่สูญเสียในเฟส AT 18.77 วัตต์ พลังงานที่สูญเสียในเฟส AS 48.54 วัตต์ และพลังงานที่สูญเสียในเฟส AR 245.03 วัตต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฟฟ้าของอาคารนี้หากมีการปรับปรุง Balance Phase ให้มีกระแสไฟฟ้าเท่ากันทุกเฟส แต่ละเฟสจะมีพลังงานที่สูญเสีย 80.85 วัตต์ เท่านั้น ซึ่งพบว่า เฟส AR นั้นมีพลังงานที่สูญเสียมากกว่าที่ควรจะเป็นถึง 245.03%

เมื่อคำนวณออกมาเป็นค่าไฟฟ้าที่สูญเสียภายใน 1 วันนั้น พบว่า ระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสแตกต่างกันมาก จะต้องเสียค่าไฟฟ้า 30,012.96 บาท และระบบที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากันทุกเฟสจะเสียค่าไฟฟ้าเพียง 23,283.49 บาท ซึ่งมีทำให้เสียค่าไฟฟ้าน้อยกว่าถึง 6,729.47 บาทต่อวัน

ดังนั้นอาคารนี้ควรจะมีการปรับปรุงค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน โดยทำการสำรวจว่าเฟส AR ที่มีกระแสไฟฟ้ามากที่สุดนั้นมีเครื่องใช้ไฟฟ้าใดที่ใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานมาก ให้ทำการย้ายเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นไปต่อกับเฟส AT ที่มีค่ากระแสไฟฟ้าน้อย

2. การประยุกต์ใช้งานเครื่องวัดเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ (Smart dust meter)

จากลักษณะการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดยการสร้างระบบควบคุมปริมาณฝุ่นภายในอาคารที่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะที่ถูกสร้างขึ้นจากการศึกษานี้มาใช้ในการตัดสินใจสำหรับระบบการควบคุมปริมาณฝุ่นอัจฉริยะเช่น การควบคุมการทำงานของเครื่องกรองอากาศ หรือการควบคุมปริมาณฝุ่นโดยใช้ระบบรดน้ำแบบหมอก (Spray fogging system) ผ่านการส่งการโดยใช้เครือข่ายไร้สาย (Wireless sensor network) ในกรณีที่มีค่าปริมาณฝุ่นเกินค่ามาตรฐาน $PM_{10} > 50 \mu g/m^3$ [5,6] เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. การทำงานของเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดยการนำผลการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานอธิการบดี ชั้น 9 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกสร้างแบบจำลองสำหรับการทำนายผลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการสร้างแบบจำลอง (Model) แบบ Dynamic หรือมีการปรับการคำนวณแบบจำลองเป็นระยะๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถทำนายข้อมูลในอนาคตได้แม่นยำมากยิ่งขึ้นและสามารถทำนายได้ระยะยาวมากขึ้นตามปริมาณข้อมูลที่มีตามระยะเวลาด้วย และระบบการสร้างแบบจำลองและการทำนายจะสมบูรณ์ก็เมื่อมีปริมาณข้อมูลครบ 12 เดือนหรือ 1 ปี หรือครบทุกฤดูกาล ซึ่งก็จะทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำสูงเพราะว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วน

2. การทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดยการสร้างระบบควบคุมปริมาณฝุ่นภายในอาคารที่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบการทำงานของเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะที่ถูกสร้างขึ้นจากการศึกษานี้มาใช้ในการตัดสินใจสำหรับระบบการควบคุมปริมาณฝุ่นอัจฉริยะเช่น การควบคุมการทำงานของเครื่องกรองอากาศ หรือการควบคุมปริมาณฝุ่นโดยใช้ระบบรดน้ำแบบหมอก ผ่านการส่งการโดยใช้เครือข่ายไร้สาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการใช้เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) นั้นช่วยให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ในการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลได้แบบตามเวลาจริง สามารถนำไปใช้ในการควบคุมระบบการทำงานในรูปแบบที่ต้องการได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติศักดิ์ ประพันธ์กุล และ อภินิติ โชติสังภาส (2564) ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบตรวจวัดเพื่อควบคุมฝุ่นในพื้นที่ก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ผลการศึกษาพบว่า เทคโนโลยี IOT (Internet of Things) ช่วยในการเข้าถึงและรับรู้ปริมาณฝุ่นก่อสร้างจากการวัดค่าโดยใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดแล้วส่งผ่านข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ได้ข้อมูลแบบตามเวลาจริง (Real-Time) ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการควบคุมปริมาณฝุ่นจากงานก่อสร้างได้ ซึ่งงานวิจัยนี้พบว่าการตรวจวัดปริมาณฝุ่นจากเซ็นเซอร์ สามารถตรวจวัดปริมาณฝุ่นและส่งข้อมูลผ่าน

เครือข่ายได้ดี อีกทั้งสั่งการระบบพ่นน้ำแบบหมอกสามารถควบคุมปริมาณฝุ่น PM10 ได้ จากผลการทดสอบในพื้นที่ก่อสร้างขนาด 400 ตารางเมตร พบว่าต้องเปิดระบบพ่นหมอกเป็นเวลา 20-40 นาทีเพื่อช่วยลดค่า PM10 ให้กลับมามีค่าอยู่ในมาตรฐาน ระบบต้นแบบนี้สามารถนำไปใช้เพื่อศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการก่อให้เกิดฝุ่นในการก่อสร้างต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. วิธีการศึกษาสามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ให้เพื่อทดลองกับการทดสอบทางไฟฟ้า ตู้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ประเภทอื่นสำหรับผู้สนใจทำวิจัยในอนาคต
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนตู้ไฟฟ้า ในการทดสอบและหาค่าการประหยัดพลังงานรวมถึงระยะเวลาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทดสอบต่อไปได้
3. ผลการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับนักวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับการทดสอบ วัดค่าการใช้งานพลังงานไฟฟ้าและสร้างรูปแบบรายงานแบบเรียลไทม์ (Dashboard)
4. สามารถนำผลการศึกษานี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับนักวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานเครื่องวัดเครื่องวัดฝุ่นอัจฉริยะ (Smart dust meter)

บรรณานุกรม

- ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ. http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php. วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565.
- ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 เบื้องต้น. NodeMCU V2 LUA based ESP8266-12F/N NodeMCU V2 Development Kit. <https://www.allnewstep.com/>. วันที่ 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565.
- รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพประจำสัปดาห์. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี กรมควบคุมโรค. <http://odpc8.ddc.moph.go.th>. วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565.
- ‘IoT Smart Meter’ มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ. (2565). <https://www.salika.co/2019/05/25/iot-smart-meter-innovation-by-ais-kmutnb/>. วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565.
- อดิศักดิ์ ประพันธ์กุล และ อภินิติ โชติสังกาศ. (2564). การประยุกต์ใช้ระบบตรวจวัดเพื่อควบคุมฝุ่นในพื้นที่ก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง. วารสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 หน้า 352 – 361.
- อรรวรรณ พลฤทธิ์, ณัฐฤกิตต์ อานันท์สันติ, ณัฐวัตร เหล่าตระกูลงาม และนวลรัตน์ วัฒนาไล.(2563). ระบบตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน. วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ. ฉบับที่ 10. หน้า 1-9.