DR และ Algorithm สำหรับระบบการจัดการพลังงานในไอแลนด์โหมดจากพลังงานทดแทน

Demand Respond and Algorithm for Energy Management System in Island Mode From Renewable Energy

เสาวลักษณ์ ยอดวิญญูวงศ์*
Saowalak Yotwinyuwong
บุญวัฒน์ วิจารย์พล**
Bunyawat Vichanpol
วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร**
Wattanapong Rakwichian
วัชระ วงศ์ปัญญา**
Watchara Wongpanyo

Received : September 5, 2019
Revised : December 20, 2019
Accepted : March 4, 2020

บทคัดย่อ

ในบทความนี้กล่าวถึงการจัดการ Algorithm สำหรับการจัดการพลังงานในไอแลนด์โหมดจากพลังงานทดแทนของอาคารปฏิบัติการ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยนำหลักการการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response : DR) เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าระหว่างโหลดกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม และลดภาระการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Period ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนในการสำรองไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นได้ อีกทั้งระบบการบริหารจัดการพลังงาน (Building Energy Management System : BEMS) จะนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อวางแผน ตรวจสอบและควบคุมการจำหน่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ให้กับโหลดที่ใช้ภายในอาคารซึ่งประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พัดลมไอน้ำ ชุดลำโพงช่วยสอน โน๊ตบุค โปรเจคเตอร์และตู้เย็น จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดในอาคารปฏิบัติการ พบว่า ในช่วงเวลาหนึ่งวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 12.328 kWh และมีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของโหลดเฉลี่ยตลอดวันเท่ากับ 0.514 kW มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวัน 8 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 08.00-12.00 น และเวลาประมาณ 13.00-17.00 น มีค่าเท่ากับ 1.056 kW และมีความต้องการไฟฟ้าต่ำสุดของวัน 3 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 06.00-08.00 น และเวลาประมาณ 12.00-13.00 น

*นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา
Philosophy Program Energy Management and Smart Grid Technology Program College of Energy and Environment Phayao University
**อาจารย์สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา
Lecturer in Energy Management and Smart Grid Technology Program College of Energy and Environment Phayao University

มีค่าเท่ากับ 0.07 kW โดยมีแหล่งจ่ายจากพลังงานทดแทนคือพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 2.4 kW พลังงานลม ขนาด 0.68 kW และแบตเตอรี่สำรอง มีแหล่งจ่ายจากพลังงานฟอสซิลคือ Diesel engine ขนาด 2 kW ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดในอาคารนั้น แหล่งจ่ายที่เป็นพลังงานทดแทนจะผลิตไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน ทั้งนี้ในเวลากลางวัน ได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอันดับแรก ตามด้วยพลังงานลม แบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับ ในกรณีที่มีการใช้งานโหลดมาก กรณีที่โหลดมีความต้องการใช้พลังงานน้อย แหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมจะทำการประจุพลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง และในช่วงเวลากลางคืนได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นอันดับแรก ตามด้วยแบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับในกรณีที่มีการใช้งานโหลดมาก กรณีที่โหลดมีความต้องการใช้พลังงานน้อย แหล่งจ่ายพลังงานลมจะทำการประจุพลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง ผลที่คาดหวังระบบการจัดการพลังงานจะสามารถนำไปสู่การประหยัดพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลร้อยละ 5-15

คำสำคัญ : อัลกอริทึม / ดีมานเรสปอน / ไอแลนด์โหมด / ไฮบริด / ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

ABSTRACT

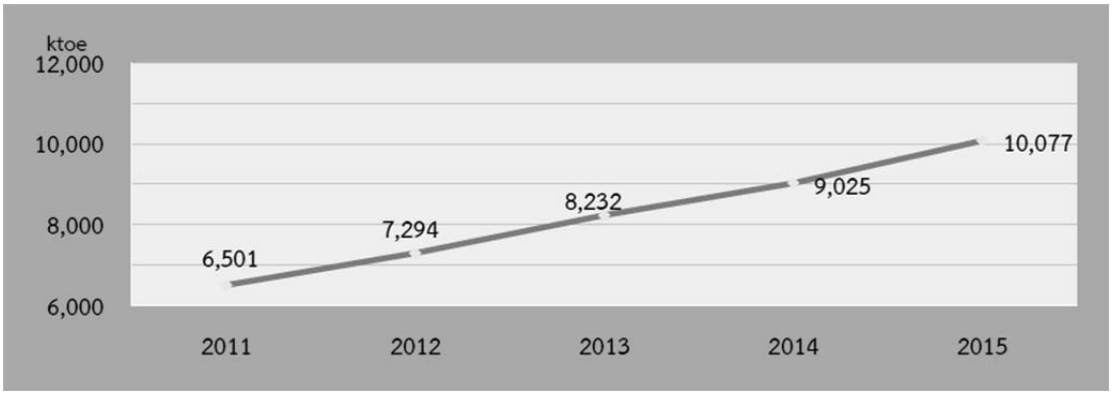
This article suggested about algorithm management for energy management system in Island Mode from renewable energy of operating buildings at Kamphaeng Phet Rajabhat University by relied on Demand Response (DR). The demand response principles are to respond needs in electricity usage between load and energy sources appropriately and reduce energy consumption during the peak period efficiently. This could be resulted in costs reduction for supplying of energy storage as battery in the period. This energy supply is called a triple hybrid system because there required essentially the energy sources from solar, wind and diesel. Building energy management system (BEMS) is to bring information technology (IT) to analyze the electricity usage for planning, supervising and controlling the electricity distribution automatically with electronic controller sets for inner-building loads. The loads consisted of lighting system, steam fans, instructional speaker sets, projectors, computer and refrigerators. According to an analysis of usage load in the buildings, it is found that, in a day, the electricity usage is approximately 12.33 kWh as the average power of 0.51 kW per day. Eight-hour electricity needed periods mostly happened between 8.00 a.m.-12.00 p.m. and 1.00 p.m.-5.00 p.m. that the maximum load usage was 1.06 kW while the least three-hour electricity needed periods observingly happened between 6.00 p.m.-8.00 p.m. and 12.00 p.m. -1.00 p.m. that the minimum load usage was 0.07 kW. Energy supply used from renewable energy sources as solar and wind that was 2.4 and 0.68 kW, respectively along with battery (energy storage). In addition, supplementary of fossil energy was also 2 kW by using diesel engines. In order to distribute electricity for the building loads, energy management of renewable energy sources is somewhat not stable due to the daily weather condition. In case of the more load usage, priority of energy supply was continuously distributed from solar, wind, discharged battery and diesel engine, respectively. On the other hand, In case of the

less load, both of solar and wind energy will be charged and supplied into the battery. Nevertheless, a diesel generator will especially operate to supplement in insufficient energy when overloads usage. The expected result might be the energy management system could lead to the reduction of energy consumption from the diesel generator at 5-15%.

Keywords : Algorithm / Demand Response / Island Mode / Triple Hybrid / Building Energy Management System

บทนำ

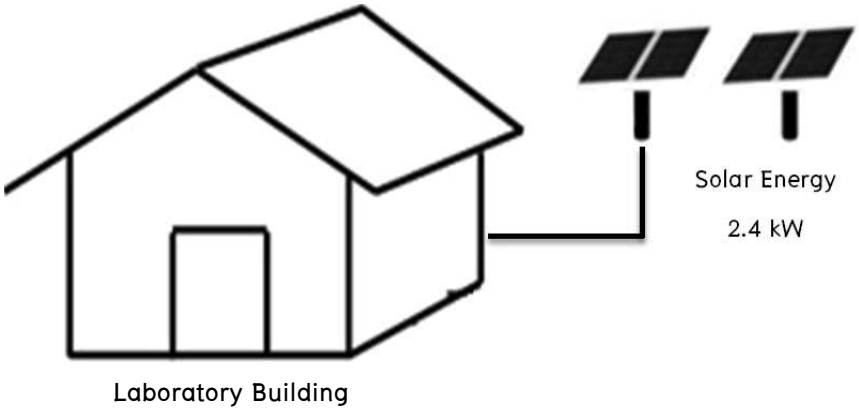
ในช่วงเวลาปัจจุบันจนถึงปี พ.ศ. 2578 ความต้องการใช้พลังงานของโลกเพิ่มสูงขึ้นมาก เนื่องจากมาตรฐานการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ ศูนย์กลางความต้องการพลังงานของโลกนั้นจะอยู่ที่กลุ่มประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ (Emerging Economies) ซึ่งสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในปัจจุบันยังคงอยู่ที่ร้อยละ 82 แต่ในปี พ.ศ. 2578 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลจะลดลงอยู่ที่ร้อยละ 76 เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้น (สถานการณ์พลังงานโลก, 2558) การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพยังคงมีความสำคัญกับทุกประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนของรัฐบาล ที่มีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม นอกจากจะเป็นการลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว ยังเป็นการลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศอีกด้วย ดังภาพที่ 1



ภาพที่1 Final Alternative Energy Consumption 2011-2015
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559)

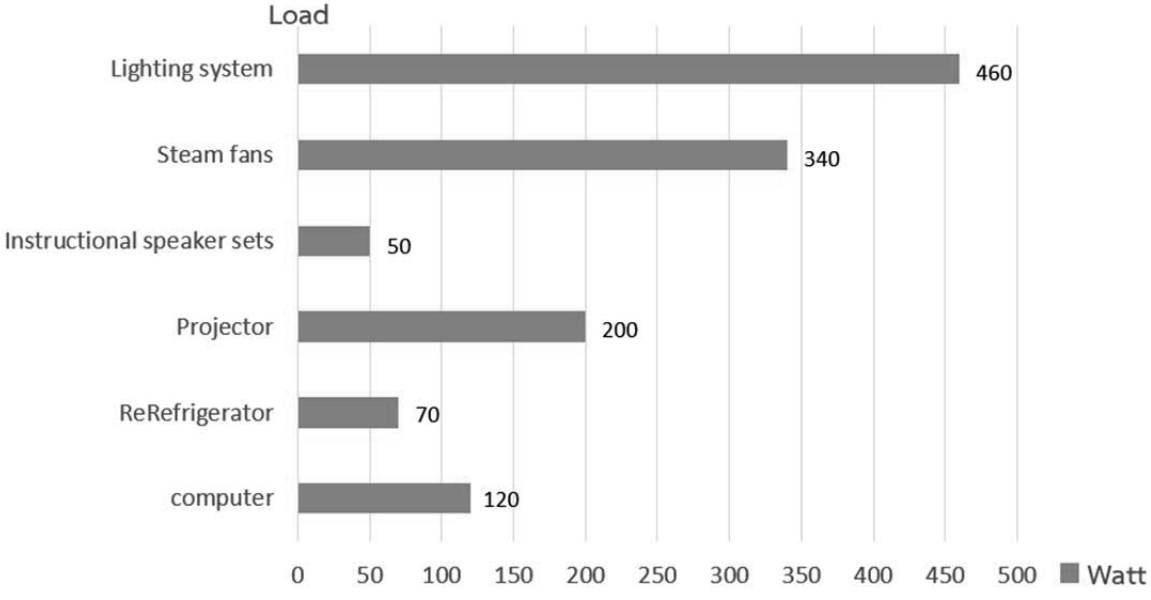
กระทรวงพลังงานจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 (Alternative Energy Development Plan : AEDP2015) ให้ความสำคัญและส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนจากวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในประเทศให้ได้เต็มตามศักยภาพ และใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม เพื่อผลประโยชน์ร่วมในมิติด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมแก่ชุมชน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559)
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เป็นสถานศึกษาหนึ่งที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับพลังงานทดแทน เปิดการเรียนการสอนหลักสูตรเทคโนโลยีพลังงาน ซึ่งมีสวนพลังงานเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับนักศึกษา ภายในสวนพลังงานประกอบด้วยเทคโนโลยี Biodiesel, Gasification, Green House, Solar hot water, Biogas, Solar energy

and Wind energy ทั้งนี้มีอาคารปฏิบัติการจำนวน 1 อาคาร เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคทฤษฎี ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จ่ายให้กับโหลดเป็นหลักดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอาคารปฏิบัติการ

จากรูป จะเห็นได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของอาคารปฏิบัติการมีแหล่งจ่ายจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 2.4 kW เท่านั้นที่จ่ายให้ ซึ่งไม่เพียงพอต่อโหลดที่ใช้งานเป็นประจำ ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พัดลมไอน้ำ ชุดลำโพงช่วยสอนโน๊ตบุค โปรเจคเตอร์และตู้เย็น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าของโหลดภายในอาคารปฏิบัติการ

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าระบบแสงสว่างใช้ไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาคือพัดลมไอน้ำและโปรเจคเตอร์ ตามลำดับ ทั้งนี้หากมีการใช้งานโหลดพร้อมกันทั้งหมดในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงจะมีอัตราการใช้ไฟฟ้า 1.24 kWh ถ้าเทียบกับแหล่งจ่ายจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงพอต่อการใช้งานของโหลด แต่ถึงกระนั้นในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมที่มีอยู่ในสวนพลังงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารปฏิบัติการอย่างเพียงพอ โดยนำหลักการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response : DR) เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าระหว่างโหลดกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม และลดภาระการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Period ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนในการสำรองไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นได้ อีกทั้งระบบการบริหารจัดการพลังงาน (Building Energy Management System : BEMS) จะนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อวางแผน ตรวจสอบและควบคุมการจำหน่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ให้กับโหลดที่ใช้ภายในอาคารปฏิบัติการ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559)

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้มุ่งเน้น การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response :DR) และ Algorithm สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารปฏิบัติการ เพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมกับความต้องการของโหลด โดยนำหลักการดังต่อไปนี้มาใช้ในงานวิจัย

1. ระบบการบริหารจัดการพลังงาน (Building Energy Management System : BEMS)

เป็นการบริหารพลังงานแบบกลุ่มอาคาร เช่น อาคารสานักงาน อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล รวมทั้งอาคารหน่วยงานราชการต่างๆ โดยการนาเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงานของระบบต่างๆในอาคาร เช่น ระบบปรับอากาศ (Air Conditions) ระบบควบคุมไฟฟ้ากำลัง (Power Monitoring) ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Control) ระบบควบคุมสาธารณูปโภค (Utility Control) โดยระบบการบริหารพลังงานนี้ทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร ให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยใช้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด พลังงานที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่ จะเป็น 2 รูปแบบ คือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานทดแทนในรูปพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ไม่ว่าการใช้พลังงานในรูปแบบใดก็คงมีราคาสูงมาก การบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานในสภาพต่างๆ ในอาคาร การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่นใช้หลอดไฟ LED รวมทั้งการออกแบบอาคารให้สามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่นการใช้ที่บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนการบังแดดตามองศาของดวงอาทิตย์สามารถทำให้อาคารประหยัดพลังงานได้ นับเป็นวิธีการประหยัดพลังงานได้วิธีหนึ่ง ในระบบบริหารพลังงาน BEMS ที่มีความสามารถมากๆ นั้น สามารถนำข้อมูลประวัติการใช้พลังงานในอาคาร มาวิเคราะห์แล้วสั่งให้ระบบต่างๆ ทำงาน เช่น กำหนดการเปิดและปิดระบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยระบบบริหารพลังงานจะช่วยตรวจสอบ ดูแลและถ่วงดุลให้ระบบทั้งหมดทำงานอย่างประสานกัน (Yunyong, T., 2015)

2. การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response : DR)

Demand Response : DR คือ รูปแบบการตอบสนองความต้องการทางไฟฟ้าระหว่างผู้ผลิต/จำหน่ายและผู้ใช้ไฟฟ้า ในอดีตการควบคุมความต้องการใช้ไฟฟ้าด้วยการสื่อสารทางเดียว โดยส่งสัญญาณจากผู้ผลิต/จำหน่าย ผ่านสายไฟฟ้าหรือระบบสื่อสารอื่นไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้า

ด้วยตนเอง (Load management) ด้วยมาตรการต่างๆ เช่น เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองในช่วงที่มีอัตราค่าไฟฟ้าสูงหรืองดการใช้งานอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นน้อยบางชนิดลง เพื่อบริหารให้มีค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าต่ำลง ในปัจจุบันทั้งระบบสื่อสารและมิเตอร์ได้มีการพัฒนาการสื่อสารในระบบ 2 ทางได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพในรูปแบบของ Smart Grid ซึ่งเอื้ออำนวยต่อผู้ผลิต/จำหน่าย และผู้ใช้ไฟฟ้า สามารถควบคุมความต้องการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะกับต้นทุนการผลิตไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างเหมาะสม โดยผ่านมาตรการต่างๆ เช่น การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator) ในการควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การปรับกระบวนการผลิต การปรับลดโหลดชั่วคราว เป็นต้น โดยระบบการสื่อสาร 2 ทางจะช่วยในการตรวจสอบผลและปรับสมดุลในระบบได้อย่างรวดเร็ว

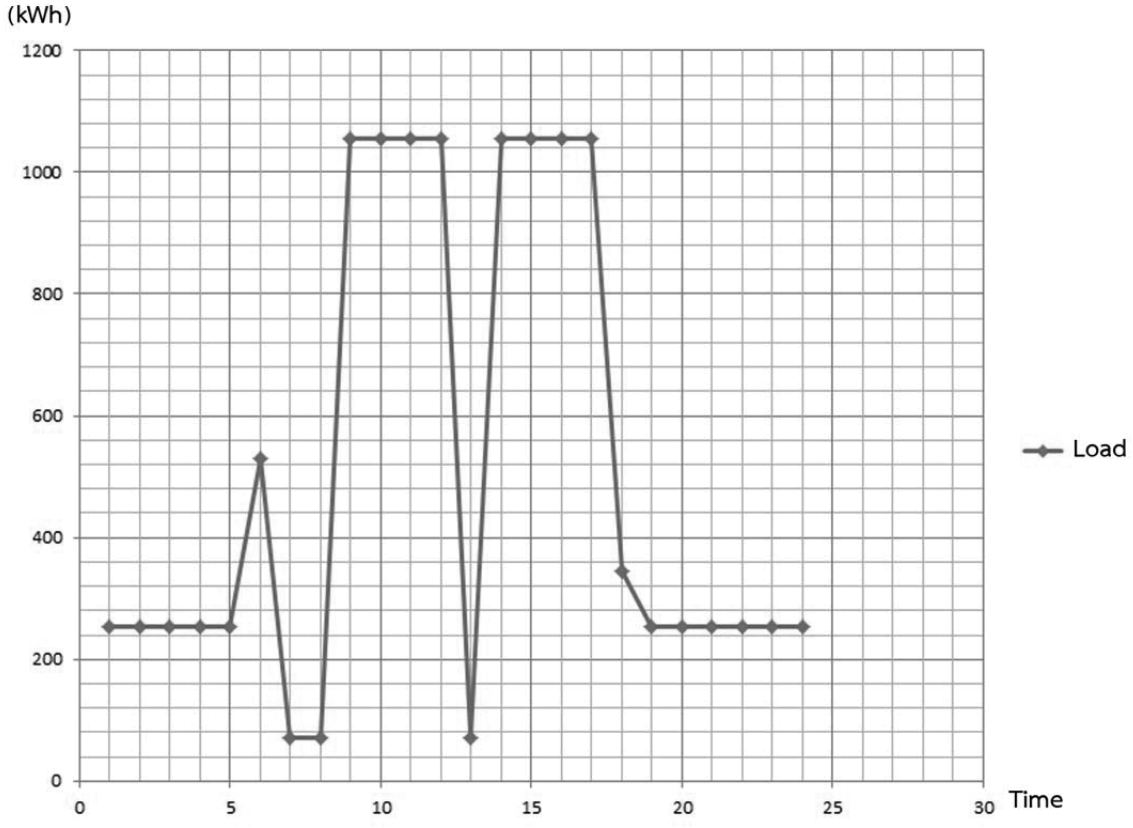
ทั้งนี้ DR จะช่วยให้ภาระการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Period ลดลง ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตและสำรองไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นลงได้ ผลประโยชน์ที่ได้รับจะช่วยให้ผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถวางแผนใช้กำลังการผลิตที่มีอยู่ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าก็จะได้รับเงินชดเชยสำหรับการควบคุมรวมถึงอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยที่มีต้นทุนลดลง อีกส่วนหนึ่ง DR จะช่วยให้สามารถบริหารการผลิตและจ่ายไฟฟ้าในภาวะฉุกเฉินได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ในกรณีภิบัติภัย แหล่งจ่ายพลังงานหลักขัดข้อง ภัยแล้ง แหล่งพลังงานหมุนเวียนขัดข้อง เป็นต้น (พิธาน, 2559)

3. Algorithm

อันกอริทึม (Algorithm) เป็นวิธีการในการทำงานอย่างมีลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนชัดเจน และปฏิบัติตามขั้นตอนแล้วได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง อัลกอริทึมที่ดีจะต้องมีความถูกต้อง ทำงานได้เร็ว สั้น กระชับ ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำน้อย มีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมได้เร็ว และง่ายต่อการทำความเข้าใจ การเขียนอัลกอริทึมเป็นการวางแผนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา มีเครื่องมือช่วยในการเขียน คือ การบรรยาย ผังงาน และซูโดโค๊ด ในงานวิจัยนี้ได้เขียนอัลกอรีทึมแบบผังงาน (การเขียนอัลกอริทึมขั้นต้น, 2558)

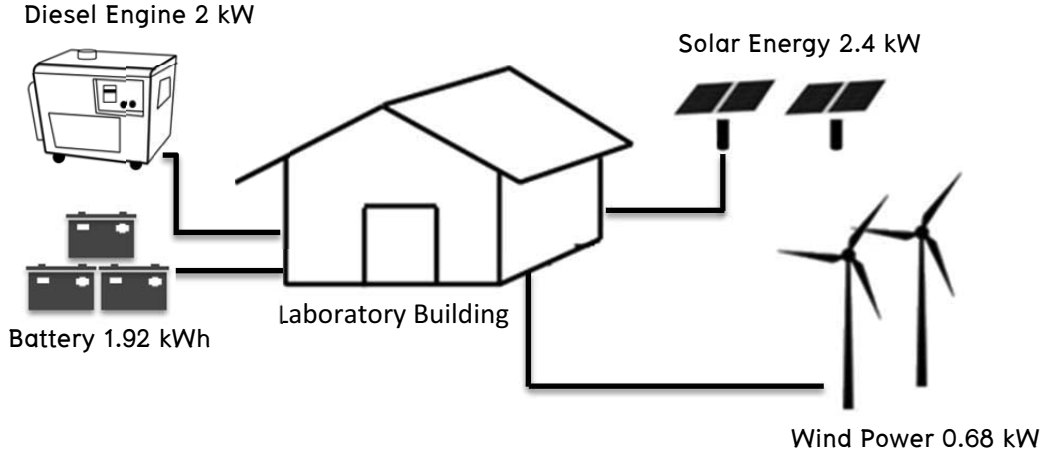
ผลการวิจัย

ในการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response :DR) เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าระหว่างโหลดกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของอาคารปฏิบัติการในช่วงเวลาหนึ่งวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 12.33 kWh และมีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของโหลดเฉลี่ยตลอดวันเท่ากับ 0.514 kW มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวัน 8 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 08.00-12.00 น. และเวลาประมาณ 13.00-17.00 น มีค่าเท่ากับ 1.056 kW และมีความต้องการไฟฟ้าต่ำสุดของวัน 3 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 06.00-08.00 น และเวลาประมาณ 12.00-13.00 น มีค่าเท่ากับ 0.07 kW แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงโหลดกราฟประจำวัน (Daily load curve)

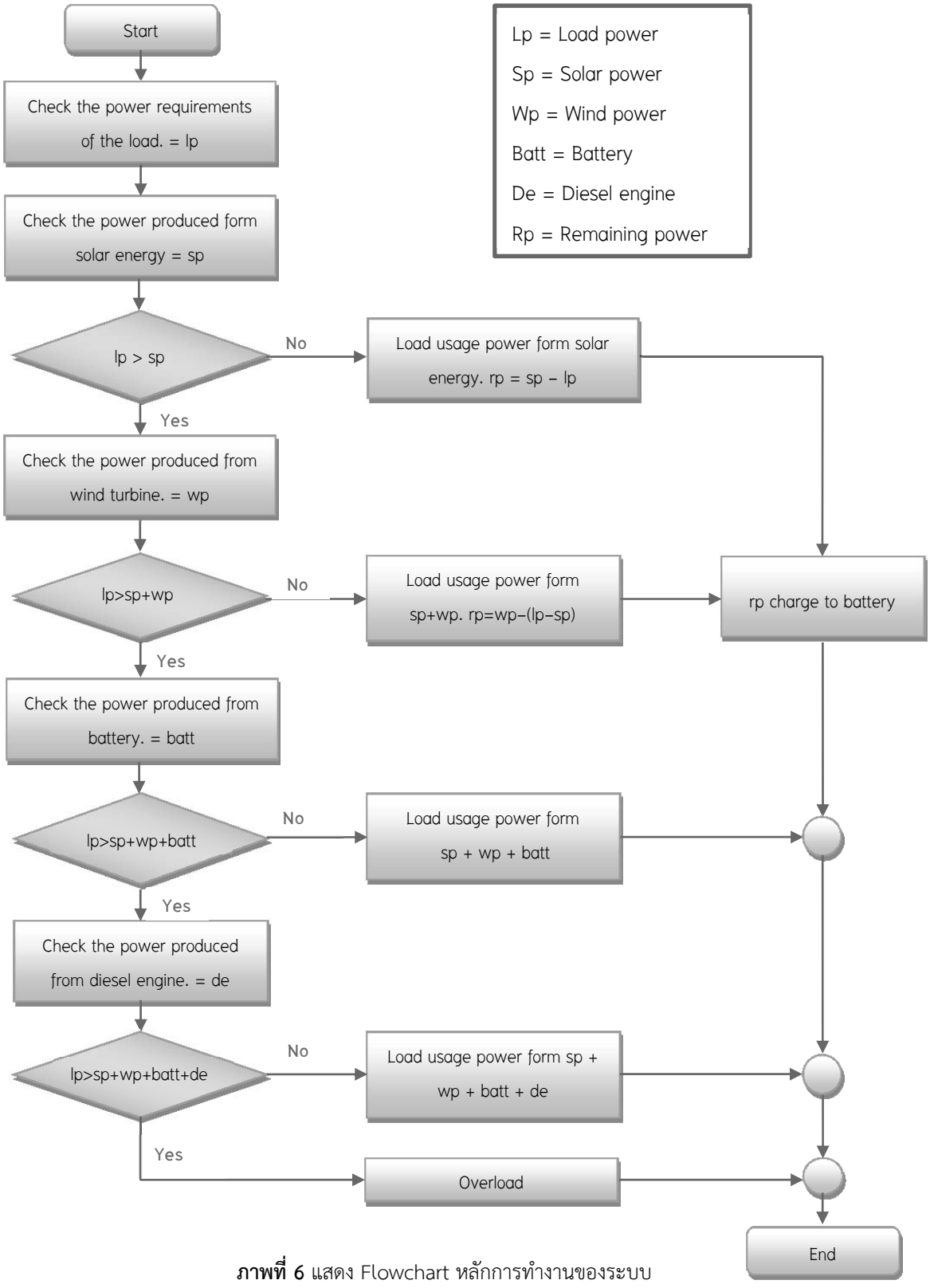
จากนั้นได้นำหลักการบริหารพลังงาน (Building Energy Management System : BEMS) เพื่อวางแผน และออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารปฏิบัติการ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงระบบจ่ายไฟฟ้าของอาคารปฏิบัติการในสวนพลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

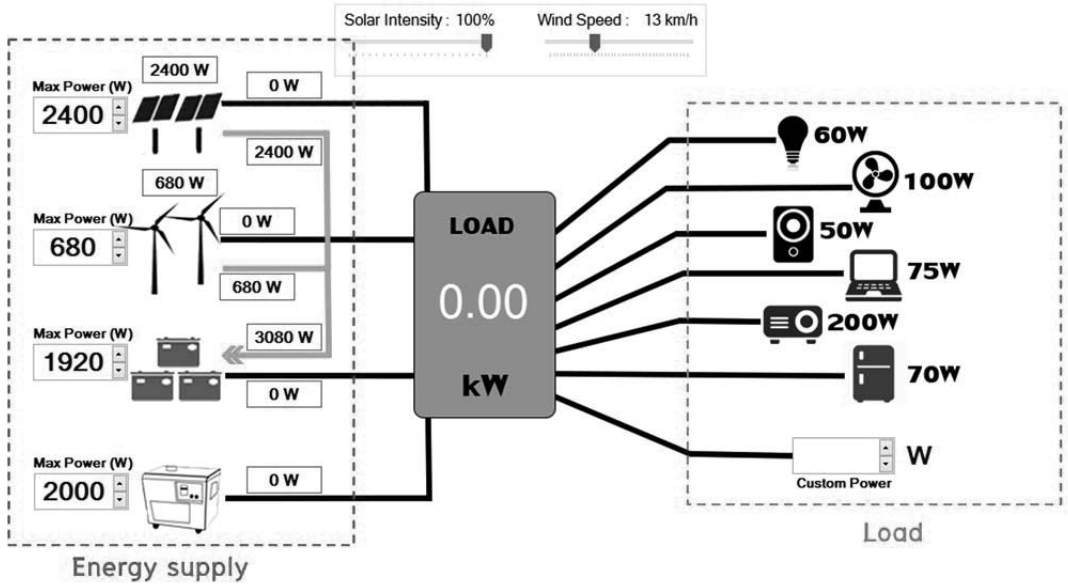
จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าอาคารปฏิบัติการในสวนพลังงาน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 2.4 kW พลังงานลมขนาด 0.68 kW และแหล่งจ่ายไฟจากพลังงานฟอสซิล คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (Diesel Engine) ขนาด 2 kW และยังมีแบตเตอรี่สำรองขนาด 1.92 kWh เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดภายในอาคารปฏิบัติการ ในช่วงเวลากลางวันระบบได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอันดับแรก ตามด้วย พลังงานลม แบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับกรณีที่มีการใช้งานโหลดจำนวนมาก ถ้ากรณีที่มีการใช้งานโหลดน้อยแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมจะทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง ในช่วงเวลากลางคืนระบบได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นอันดับแรก ตามด้วยแบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับกรณีที่มีการใช้งานโหลดจำนวนมาก ถ้ากรณีที่มีการใช้งานโหลดน้อยแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานลมจะทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง

เมื่อทำการออกแบบระบบเสร็จแล้วได้นำหลักการของอัลกอลิทึมมาใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการผลิตไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดภายในอาคารปฏิบัติการแบบอัตโนมัติ ดังภาพที่ 6 เมื่อเริ่มใช้งานระบบจะทำการตรวจสอบความต้องการใช้งานไฟฟ้าของโหลดก่อน จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นลำดับแรก ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะไม่ทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นลำดับที่สอง ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รวมกับพลังงานลม จะไม่ทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สำรอง ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและแบตเตอรี่สำรอง ระบบจะทำการตรวจสอบไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมด ระบบจะแสดงผลโอเวอร์โหลดทันที



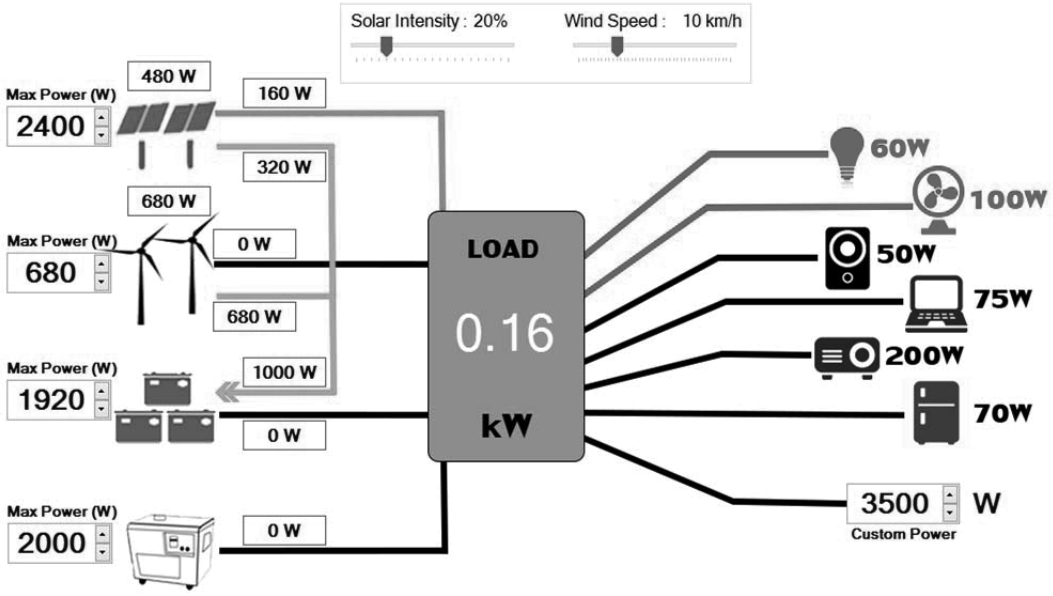
ภาพที่ 6 แสดง Flowchart หลักการทำงานของระบบ

จากนั้นได้นำระบบที่ได้ออกแบบไว้มาทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ เวอร์ชั่น 10 และใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio version 2010 ในการเขียนโปรแกรม แสดงดังภาพที่ 7



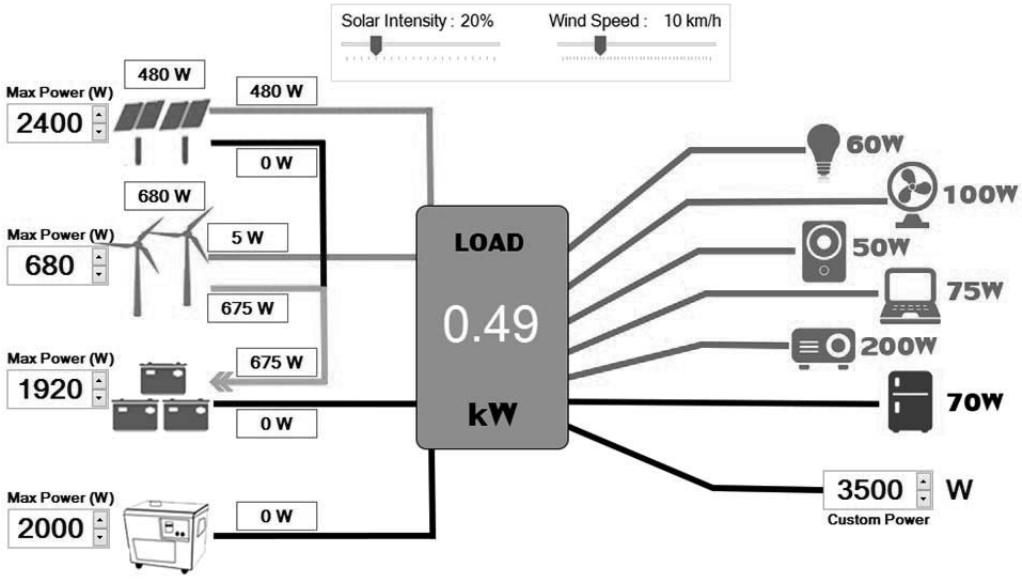
ภาพที่ 7 แสดงหน้าจอหลักของแบบจำลองการใช้พลังงานในอาคารปฏิบัติการ

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่าแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะอยู่ทางด้านซ้าย และการใช้งานโหลดจะอยู่ทางด้านขวา ในส่วนปุ่มตรงกลางคือ การกำหนดความเข้มของแสงสามารถปรับได้ และการกำหนดความเร็วลมเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งขณะนี้ไม่มีการใช้โหลด พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมจะถูก Charge ไว้ในแบตเตอรี่สำรอง และเมื่อมีการใช้งานโหลดระบบจะมีการทำงานดังแสดงในดังภาพที่ 8

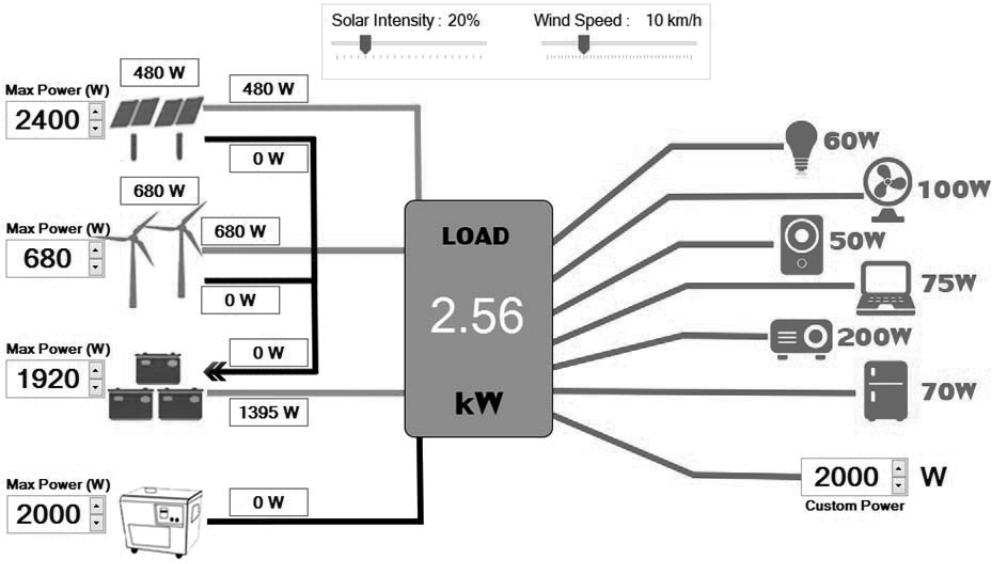


ภาพที่ 8 แสดงหน้าจอหลักของแบบจำลองการใช้พลังงานในอาคารปฏิบัติการขณะมีโหลด

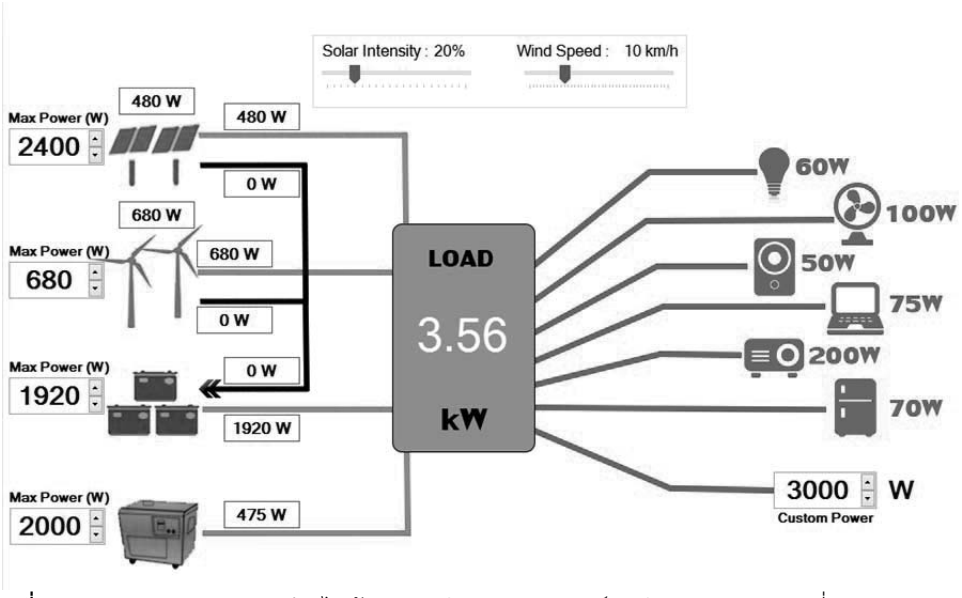
จากภาพที่ 8 เมื่อมีการใช้งานโหลดที่ 160 W ระบบจะจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นลำดับแรกให้กับโหลด และพลังงานไฟฟ้าที่เหลือจากการผลิตจะถูก Charge ไว้ในแบตเตอรี่สำรอง หากมีการใช้งานโหลดมากขึ้นเกินกว่าแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานลมให้กับโหลดโดยอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 9 และหากมีการใช้งานโหลดมากกว่าแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์และแหล่งจ่ายพลังงานลม ระบบกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สำรองให้กับโหลดโดยอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 10 และหากมีการใช้งานโหลดมากกว่าแหล่งจ่ายทั้งสามที่กล่าวข้างต้น ระบบกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจาก Diesel Engine ให้กับโหลดโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 9 แสดงแบบจำลองการจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมขณะมีการใช้งานโหลด

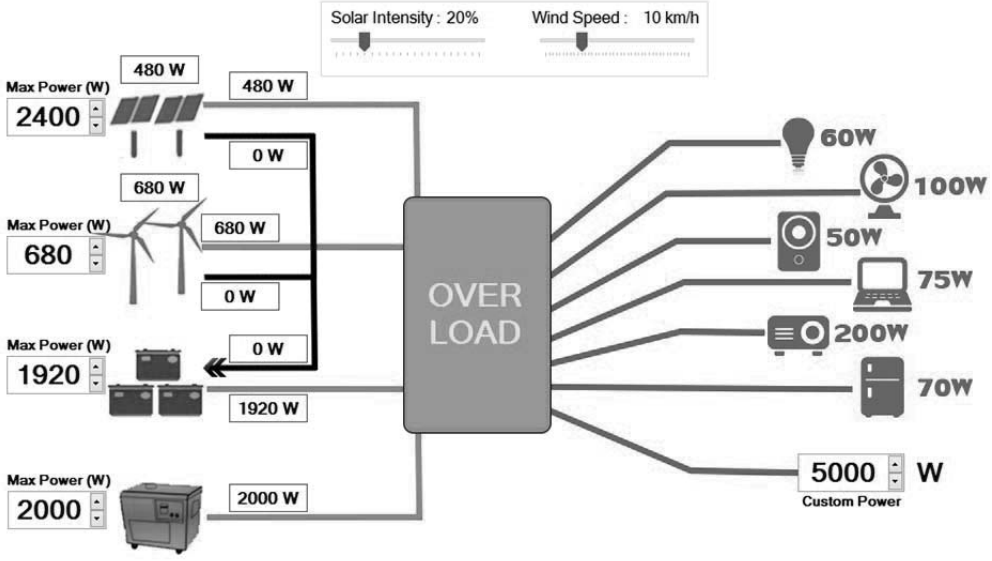


ภาพที่ 10 แสดงแบบจำลองการจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและแบตเตอรี่สำรอง ขณะมีการใช้งานโหลด



ภาพที่ 11 แสดงแบบจำลองการจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม แบตเตอรี่สำรองและ Diesel Engine ขณะมีการใช้งานโหลด

ทั้งนี้หากโหลดมีการใช้งานไฟฟ้ามากกว่าแหล่งพลังงานที่มีอยู่ ระบบจะแสดงคำว่า โอเวอร์โหลด ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงแบบจำลองขณะมีการใช้งานโหลดมากกว่าแหล่งจ่ายพลังงาน

อภิปรายผล

การจัดการ Algorithm สำหรับการจัดการพลังงานในไอแลนด์โหมดจากพลังงานทดแทนของอาคารปฏิบัติการ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ได้นำหลักการการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Response :DR) เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าระหว่างโหลดกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม และลดภาระ

การใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak Period ซึ่งจะทำให้สามารถลดต้นทุนในการสำรองไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นได้ อีกทั้งนำระบบการบริหารจัดการพลังงาน (Building Energy Management System : BEMS) จะนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อวางแผน ตรวจสอบและควบคุมการจำหน่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติให้กับโหลดที่ใช้ภายในอาคาร ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พัดลมไอน้ำ ชุดลำโพงช่วยสอน โน๊ตบุค โปรเจคเตอร์และตู้เย็น จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดในอาคารปฏิบัติการ พบว่า ในช่วงเวลาหนึ่งวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 12.328 kWh และมีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าของโหลดเฉลี่ยตลอดวันเท่ากับ 0.514 kW มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวัน 8 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 08.00-12.00 น และเวลาประมาณ 13.00-17.00 น มีค่าเท่ากับ 1.056 kW และมีความต้องการไฟฟ้าต่ำสุดของวัน 3 ชั่วโมง เกิดขึ้นเวลาประมาณ 06.00-08.00 น และเวลาประมาณ 12.00-13.00 น มีค่าเท่ากับ 0.07 kW

จากการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการใช้งานไฟฟ้าในแต่ละวันของโหลดในอาคารปฏิบัติการ ได้นำหลักการของอัลกอลิทึมมาใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการผลิตไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดภายในอาคารปฏิบัติการแบบอัตโนมัติ พบว่า เมื่อเริ่มใช้งานระบบจะทำการตรวจสอบความต้องการใช้งานไฟฟ้าของโหลดก่อน จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นลำดับแรก ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะไม่ทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นลำดับที่สอง ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รวมกับพลังงานลม จะไม่ทำการ Charge พลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สำรอง ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและแบตเตอรี่สำรอง ระบบจะทำการตรวจสอบไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ถ้าโหลดมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมด ระบบจะแสดงผลโอเวอร์โหลดทันที

เมื่อนำระบบที่ได้ออกแบบไว้มาทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ เวอร์ชั่น 10 และใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio version 2010 ในการเขียนโปรแกรม โดยแหล่งผลิตไฟฟ้าได้จากพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาด 2.4 kW พลังงานลมขนาด 0.68 kW แบตเตอรี่สำรอง และมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานฟอสซิลคือ Diesel engine ขนาด 2 kW ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดในอาคารนั้น แหล่งจ่ายที่เป็นพลังงานทดแทนจะผลิตไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน ทั้งนี้ในเวลากลางวัน ได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอันดับแรก ตามด้วยพลังงานลม แบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับ ในกรณีที่มีการใช้งานโหลดมาก กรณีที่โหลดมีความต้องการใช้พลังงานน้อย แหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมจะทำการประจุพลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง และในช่วงเวลากลางคืนได้กำหนดให้จ่ายไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นอันดับแรก ตามด้วยแบตเตอรี่สำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลตามลำดับในกรณีที่มีการใช้งานโหลดมาก กรณีที่โหลดมีความต้องการใช้พลังงานน้อย แหล่งจ่ายพลังงานลมจะทำการประจุพลังงานเก็บไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง ผลที่คาดหวังระบบการจัดการพลังงานจะสามารถนำไปสู่การประหยัดพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลร้อยละ 5-15

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

การเขียนอัลกอริทึมขั้นต้น. (2015). [Online]. Available : http://algorithm-elearning.esy.es/index.php/2/81-2/76-2-2?showall=1&limitstart= [2015, March 31].

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. (2559). **สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.** [Online]. Available : http://www.dede.go.th/download/state_59/frontpage_jan_feb59.pdf [2559, พฤษภาคม 10].

_____. (2558). **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579**. [Online]. Available : http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_ version.pdf [2559, กรกฎาคม 1].

พิธาน ชัยจินดา. (2016). **การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า Demand Side**. [Online]. Available : http://www.dsm.egat.co.th/file/DSM_PDF/1Demand%20Response.pdf [2016, June 2].

สถานการณ์พลังงานโลก. (2558). **World Energy Outlook 2013 by International Energy Agency : IEA**. [Online]. Available : http://worldwaterlife.com/?p=158 [2559, พฤษภาคม 10].

Yunyong, T. (2015). **ระบบบริหารจัดการพลังงาน HEMS, BEMS, FEMS, CEMS และพลังงานทางเลือก**. [Online]. Available : www.pointthai.net/index.php?title=ระบบบริหารจัดการพลังงาน_HEMS,_ BEMS,_FEMS,_CEMS_และพลังงานทดแทน. [2016, May 8].