O-EM13

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับระบบไมโครกริด

Information system for microgrid system Data management

วศิน์วิโรตม์ เนติศักดิ์[1] , นิพนธ์ เกตุจ้อย[2]

[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง E-mail: wasivirot@lpru.ac.th

[2]วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร E-mail: niponk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบไมโครกริดที่ติดตั้งอยู่ที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร นั้นมีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 120 กิโลวัตต์ และมีเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าชนิดใช้เครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 100 กิโลวัตต์ โดยระบบไมโครกริดนี้จะสามารถทำการแสดงข้อมูลและตรวจสอบสถานะต่างๆ ของระบบ ได้โดยผ่านทางชุดควบคุมกลางที่ติดตั้งอยู่ที่อาคารศูนย์ควบคุมไมโครกริดเพียงทางเดียวเท่านั้น ทำให้ไม่สะดวกในการบริหารจัดการกับระบบไมโครกริดและข้อมูลที่มีอยู่อย่างมากมาย บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขึ้นมาใช้งานในการบริหารข้อมูลภายในระบบไมโครกริดโดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เนต และมีการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบและเรียกดูข้อมูลทางด้านต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการระบบไมโครกริดต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการข้อมูลไมโครกริด, ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ, ระบบจัดการพลังงาน

1.บทนำ

เนื่องด้วยปัญหาโลกร้อนในปัจจุบันทำให้ทั่วโลกตื่นตัวในการที่จะช่วยกันแก้ปัญหาดังกล่าว และกระตือรือร้นในการช่วยกันรักษาสิ่งแวดล้อม การประหยัดพลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นผลทำให้เทคโนโลยีทางด้านพลังงานได้รับความสนในและได้รับการพัฒนามากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโยลีทางด้านของพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนที่ได้รับการพัฒนาให้มีความก้าวหน้าและเป็นที่สนใจมากกว่าในอดีต และทำให้ปัจจุบันนี้มีแหล่งพลังงานทดแทนเกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแหล่งพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ แหล่งพลังงานทดแทนจากพลังงานลม แหล่งพลังงานทดแทนจากพลังงานน้ำ แหล่งพลังงานทดแทนจากชีวมวล และแหล่งพลังงานทดแทนชนิดอื่นๆ ซึ่งแหล่งพลังงานทดแทนเหล่านี้ เมื่อมีการนำมาเชื่อมต่อกันก็จะทำให้ได้ปริมาณพลังงาน หรือพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากเพิ่มขึ้นตามกำลังการผลิตของแต่ละแหล่งพลังงาน แนวความคิดที่นำเอาแหล่งพลังงานทดแทนเหล่านี้มาเชื่อมต่อกัน เรียกว่า สมาร์ทกริด (Smart grid) แนวคิดก็คือ แต่ละแหล่งผลิตพลังงานทดแทนจะต้องสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เอง จากนั้นก็จะส่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เหล่านี้เข้าสู่สายส่งหลัก (National Grid) เพื่อรวมกับพลังงานไฟฟ้าจากระบบหลักต่อไป [1]. กล่าวคือจะเป็นเหมือนสถานีผลิตกระแสไฟฟ้ารายย่อย ที่ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อช่วยเสริมระบบหลัก ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นเครือข่ายพลังงานทดแทนขนาดใหญ่ขึ้นมา แต่ในกรณีที่กำลังการผลิตไม่มากนัก ระบบก็จะเรียกว่าเป็นโครงข่ายพลังงานขนาดเล็ก หรือไมโครกริด (Microgrid) และในการเชื่อมต่อของระบบดังกล่าวนั้น จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาบริหารจัดการในเรื่องของหน่วยไฟฟ้าและข้อมูลต่างๆ

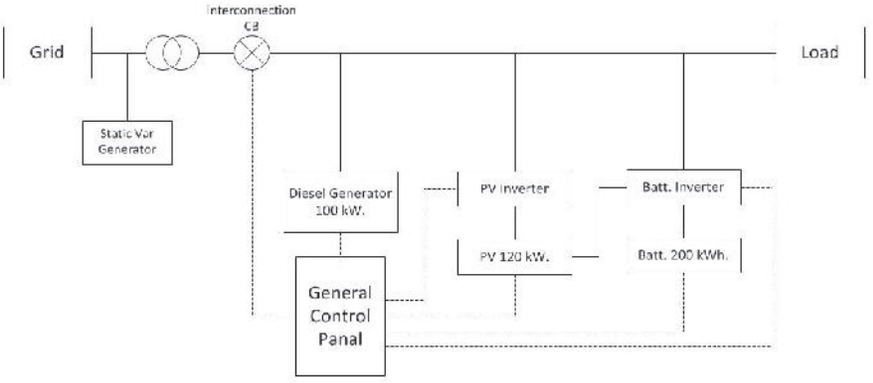
ทั้งนี้ ระบบไมโครกริดของวิทยาลัยพลังงานทดแทนนั้น ไม่มีระบบที่ทำหน้าที่บริหารจัดการกับข้อมูลจำนวนมากมายที่เกิดขึ้นทุกวัน อีกทั้งการที่จะตรวจสอบข้อมูลของระบบก็สามารถทำได้เฉพาะที่ตัวอุปกรณ์ควบคุมหลักภายในอาคารไมโครกริดเท่านั้น ทำให้ข้อมูลที่ได้มาจากระบบไมโครกริดมีจำนวนมากขึ้นทุกวัน และในปัจจุบันยังไม่มีการนำเอาข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม จึงควรที่จะต้องสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการจัดการกับข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากระบบไมโครกริด เพื่อให้สามารถจัดการได้ง่ายและสะดวกในการบริหารจัดการเครือข่ายพลังงานต่อไป

2. ระบบไมโครกริด

ระบบไมโครกริด (Microgrid System) คือรูปแบบของโครงข่ายการผลิตไฟฟ้าแรงต่ำ มีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 400 โวลต์ ซึ่งจะเป็นระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่หลากหลาย โดยเฉพาะแหล่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และจะมีแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้ากระจายอยู่ทั่วบริเวณโครงข่ายเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ภายในระบบไมโครกริดเป็นหลัก นอกจากนั้นระบบไมโครกริดยังสามารถรับกระแสไฟฟ้าจากภายนอก คือจากระบบสายส่งหลัก (National Grid) มาเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าภายในโครงข่ายในกรณีที่การผลิตกระแสไฟฟ้าภายในโครงข่ายไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยทั่วไปแล้ว ระบบไมโครกริดจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 5 ส่วนดังนี้ 1).ส่วนผลิตไฟฟ้า (Distribute generation : Micro source) 2).ส่วนเก็บสะสมพลังงาน (Energy storage) 3).ส่วนควบคุมระบบ (Controller) 4).ส่วนเชื่อมต่อ

กับสายส่งหลัก (PCC : Point of common coupling) 5).ส่วนภาระทางไฟฟ้า (Load) ส่วนโหมดการทำงาน มี 2 โหมด ได้แก่ โหมดเชื่อมต่อกับสายส่งหลัก (Grid connected Mode) และโหมดแยกตัวเป็นอิสระ (Island Mode)[2].

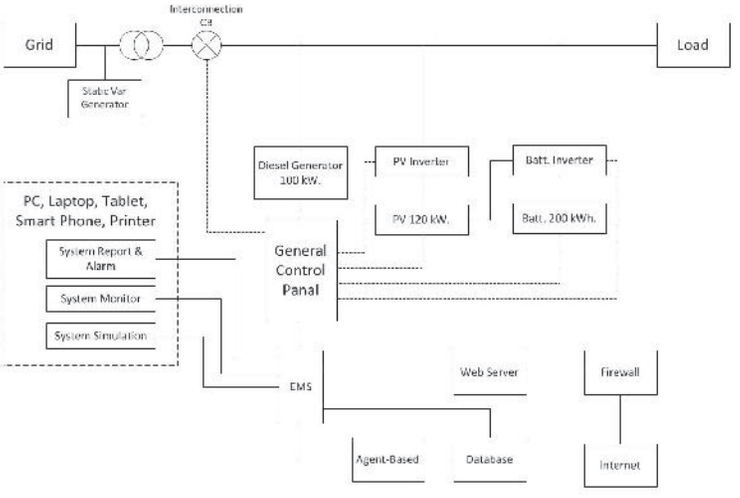
สำหรับระบบโครงข่ายไมโครกริดที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นระบบไมโครกริดของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ 5 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดมัลติคริสตัลไลน์ ขนาด 120 กิโลวัตต์, เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 60 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ขนาด 100 กิโลวัตต์ 2) ส่วนเก็บสะสมพลังงาน ได้แก่ แบตเตอรี่ ขนาด 200 กิโลวัตต์ชั่วโมง และเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 150 กิโลวัตต์ 3) ส่วนควบคุมระบบ ได้แก่ ส่วนควบคุมกลาง (Central control panel) และ Static var generator 4) ส่วนเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้แก่ Switchgear panel และ 5) ส่วนของภาระทางไฟฟ้า ได้แก่ อาคารศูนย์วิชาการของวิทยาลัยพลังงานทดแทน และ dummy load



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบไมโครกริด

3.การออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลภายในไมโครกริด

จากระบบเดิมนั้น ข้อมูลที่ได้จากระบบไมโครกริดจะถูกเก็บไว้ในอุปกรณ์ PLC ภายในอาคารควบคุมกลาง ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับ Data logger จำนวน 30 ตัว[3] ซึ่งแต่ละตัวจะต้องเก็บข้อมูลจำนวน 8,005 records ต่อวัน ทำให้ในหนึ่งวัน ระบบไมโครกริดจะต้องเก็บข้อมูลเป็นจำนวนถึง 240,150 records และข้อมูลทั้งหมดจะถูกลบและบันทึกซ้ำใหม่ทุก ๆ 7 วัน ซึ่งถ้าไม่มีการเอาข้อมูลเหล่านี้ออกมาจากระบบ มันก็จะหายไปไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ใดๆ ได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นสามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อมูลจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2) ข้อมูลจากแบตเตอรี่และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 3) ข้อมูลจากส่วนเชื่อมต่อกับสายส่ง (Switch GEAR 52R) 4) ข้อมูลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล และ5) ข้อมูลทั่วไป ซึ่งในการออกแบบระบบนั้น จะออกแบบให้สร้างและทำงานแยกกันระหว่างตัวระบบการจัดการ และตัวฐานข้อมูล เพื่อให้ง่ายในการทำงานและปรับปรุงแก้ไขภายในอนาคต และได้มีการนำเอาฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นมานั้น ไปติดตั้งไว้ที่ web server เพื่อให้สามารถใช้งานระบบสารสนเทศที่สร้างขึ้นมาได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดยโครงสร้างของระบบสารสนเทศที่ออกแบบได้แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับไมโครกริด

จากข้อมูลต่างๆ มากมายเหล่านั้น มีตัวแปรต่างๆ ที่มีความสำคัญซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ออกมาแล้ว จะได้ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบดังนี้ 1) ค่ารังสีอาทิตย์ (Solar irradiance) 2) อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุณหภูมิรอบข้าง (PV module temperature and ambient temperature) 3) ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV voltage and current) 4) ค่าพลังงานที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (PV + DG generation power) 5) ความต้องการไฟฟ้าของโหลด (Load demand) และ 6) พลังงานของแบตเตอรี่ที่พร้อมจ่ายกระแส (Battery SOC)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบและสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับระบบไมโครกริดนั้น ใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาระบบใช้ ฐานข้อมูล MySQL ในการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ใช้ ODBC ในการเชื่อมต่อกับระหว่างระบบฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ โดยทำการติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการ Windows server 2003 รุ่น Enterprise

สำหรับการคำนวนค่าต่างๆ ที่จำเป็นสามารถหาได้โดยใช้วิธีการคำนวนทางด้านเทคนิค โดยจะอ้างอิงจาก IEA PVPS Task 2 (International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems) [4] ซึ่งได้กำหนดให้มีการคำนวณตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array yield)

$$Y_A = E_{A,d} / P_0 \quad (1)$$

Y_A คือพลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)
$E_{A,d}$ คือพลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้(kWh)
P_0 คือกำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kW)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference yield)

$$Y_r = \int day\ G_I\, dt / G_{STC} \quad (2)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (kWh/kWp)
G_I คือ พลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (W/m^2)
G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (W/m^2)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Final PV system yield)

$$Y_f = E_{PV}/P_O \quad (3)$$

Y_f คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/kWp)
E_{PV} คือ พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกใช้โดยภาระทางไฟฟ้า (kWh)

$$E_{PV} = E_L / (1 + E_{BU}/E_A) \quad (4)$$

E_L คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงโดยภาระทางไฟฟ้า (kWh)
E_{BU} คือ พลังงานที่ผลิตได้จากระบบพลังงานเสริม (KWh)

พลังงานรวมทั้งหมดที่ระบบผลิตได้ (Total system input energy)

$$E_{in} = E_A + E_{BU} + E_{FU} + E_{FS} \quad (5)$$

E_{in} คือ พลังงานรวมทั้งหมดที่ระบบผลิตได้ (kWh)

E_A คือ พลังงานที่ผลิตได้จากระบบ (kWh)

E_{BU} คือ พลังงานจากระบบสำรอง (kWh)

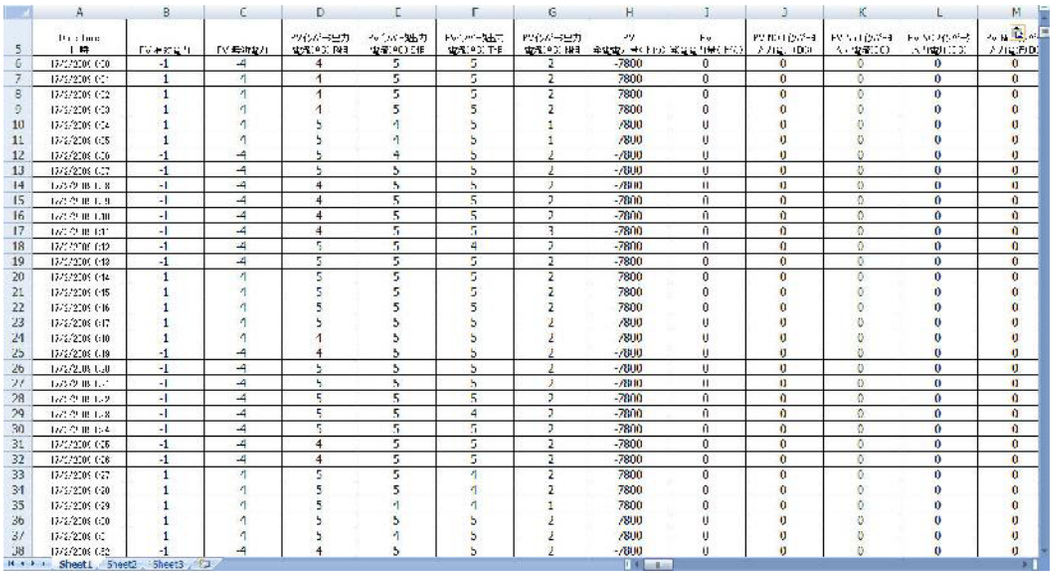
E_{FU} คือ พลังงานจากกริดภายใน (kWh)

E_{FS} คือ พลังงานจากระบบเก็บไฟฟ้า (kWh)

5. ผลการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับระบบไมโครกริดนั้น ได้มีการเลือกใช้ภาษา PHP ในการสร้างระบบและเลือกใช้ MySQL ในการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เนื่องจากว่า ทั้ง PHP และ MySQL เป็นฟรีแวร์ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ส่วนระบบปฏิบัติการ Windows server 2003 รุ่น Enterprise นั้นมีลิขสิทธ์ของทางมหาวิทยาลัย นอกจากนั้นแล้ว ในการที่มีการนำข้อมูลจากรูปแบบ CSV เดิมที่ได้จากอุปกรณ์ PLC มาแปลงให้เป็น SQL นั้น ทำให้ขนาดของข้อมูลเล็กลงเป็นอย่างมากถึง 11.42 เท่า โดยข้อมูลขนาด 12 เดือน จากขนาด 3.78 GB. เมื่อนำมาบรรจุลงฐานข้อมูล SQL จะเหลือเพียงแค่ 331 MB. เท่านั้น

จากระบบเดิมของไมโครกริด ข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกไว้ใน data logger นอกจากจะมีการบันทึกซ้ำข้อมูลเก่าทุก ๆ 7 วันแล้ว เมื่อมีการนำเอาข้อมูลออกมา ข้อมูลเหล่านั้นจะอยู่ในรูปของไฟล์นามสกุล CSV ซึ่งไม่สามารถอ่านได้โดยตรง ถ้าต้องการจะดูต้องนำมาแปลงให้เป็นไฟล์นามสกุล XLS ก่อน จึงจะสามารถอ่านได้โดยผ่านโปรแกรม เช่น Microsoft Excel เป็นต้น ซึ่งเมื่อแปลงแล้วจะได้ผลตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 ข้อมูลประจำวันที่ได้จากระบบ

จากรูปแบบของข้อมูลเดิมที่เป็นข้อมูลดิบที่มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนมากมายมหาศาล ซึ่งยากต่อการดูแลและยากต่อการนำมาใช้งานนั้น ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการไมโครกริดที่พัฒนาขึ้นมาสามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากระบบไมโครกริดให้ออกมาในรูปแบบของกราฟข้อมูลสรุปข้อมูลที่สำคัญๆ แต่ละประเภท เช่นค่ารังสีอาทิตย์, ค่าอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุณหภูมิรอบข้าง, ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์, ค่าพลังงานที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล, ความต้องการไฟฟ้าของโหลด และพลังงานของแบตเตอรี่ที่พร้อมจ่ายกระแส เป็นต้น โดยสามารถแสดงผลแยกเป็นรายวัน หรือแสดงผลแยกเป็นรายเดือนและแสดงผลแยกเป็นราย 4 เดือนตามฤดูกาลได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รูปที่ 4 User Interface ของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับระบบไมโครกริด

รูปที่ 5 ค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบที่ผลิตได้ประจำวัน

จากรูปที่ 5 แสดงถึงค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบที่ผลิตได้ประจำวัน โดยจะแสดงพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล โดยเซลล์แสงอาทิตย์จะเริ่มผลิตไฟฟ้าตั้งแต่เวลาดวงอาทิตย์ขึ้น เวลา 06.00 น. และผลิตพลังงานได้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดสูงสุดตอนเวลา 12.00 น. ได้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 80 kW. จากนั้น พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็ลดลงเรื่อยๆ จนถึงเวลาดวงอาทิตย์ตก ทีเวลา 18.00 น. ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลไม่มีการทำงาน พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลจึงมีค่าเป็น 0

รูปที่ 6 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ออกจากอินเวอร์เตอร์ประจำเดือน

จากรูปที่ 6 แสดงถึงค่าสรุปของพลังงานไฟฟ้าที่ออกจากอินเวอร์เตอร์ประจำเดือน โดยจะแสดงค่าเฉลี่ยแยกเป็นแต่ละวัน โดยวันที่ได้พลังงานมากที่สุดคือวันที่ 13 ได้พลังงานเฉลี่ย 100 kW. และวันที่ได้พลังงานน้อยที่สุดคือวันที่ 6 ได้พลังงานเฉลี่ย 50 kW. ส่วนวันอื่นๆ จะสามารถผลิตพลังงานได้อยู่ในช่วง 65- 85 kW.

รูปที่ 7 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ออกจากอินเวอร์เตอร์ราย 4 เดือน

จากรูปที่ 7 แสดงถึงค่าสรุปของพลังงานไฟฟ้าที่ออกจากอินเวอร์เตอร์ราย 4เดือน โดยจะแสดงค่าเฉลี่ยวแยกเป็นแต่ละเดือน โดยเดือนที่ได้พลังงานมากที่สุดคือเดือนมีนาคม ได้พลังงานเฉลี่ย 100 kW. และเดือนที่ได้พลังงานน้อยที่สุดคือเดือนมิถุนายน ได้พลังงานเฉลี่ย 82.50 kW. ส่วนเดือนเมษายนและพฤษภาคม ได้พลังงานเฉลี่ย 82.98 kW. และ 97.63 kW. ตามลำดับ

6. สรุปผลการพัฒนาระบบ

จากระบบไมโครกริดเดิม ที่มีข้อจำกัดคือ ผู้ดูแลระบบจะสามารถตรวจสอบข้อมูลของระบบไมโครกริดได้โดยผ่านทางหน่วยควบคุมกลางของระบบ (Central control panel) ที่ติดตั้งอยู่ในอาคารไมโครกริดเท่านั้น และข้อมูลที่ได้ยังเป็นข้อมูลดิบที่อยู่ในรูปของตัวเลขจำนวนมหาศาล ซึ่งยากต่อการนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ และไม่สะดวกในการเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็น แต่เมื่อมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับไมโครกริดขึ้นมาแล้ว ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลของระบบไมโครกริดที่ถูกจัดการให้อยู่ในรูปของกราฟสรุปผล ที่สามารถเข้าใจได้โดยง่าย เพื่อที่จะสามารถนำผลสรุปที่ได้จากระบบนั้น ไปทำการวางแผนการผลิตไฟฟ้าของระบบไมโครกริดต่อไป และสามารถเข้าถึงระบบสารสนเทศได้ได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นช่องทางที่สามารถเชื่อมต่อได้หลากหลายมาก ไม่ว่าจะเป็นทางเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Laptop) คอมพิวเตอร์แทบเลต (Tablet PC) หรือแม้กระทั่งโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (Smart phone) หรืออุปกรณ์อื่นใดก็ตามที่

สามารถเข้าถึงเวบเบราเซอร์ได้ ก็สามารถที่จะเข้าถึงข้อมูลของระบบไมโครกริดได้ เพราะมีการนำเอาระบบฐานข้อมูล และเวบแอพพลิเคชั่นเข้ามาใช้งาน ทำให้สามารถส่งผ่านข้อมูลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตไปสู่ผู้ใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เจ้าหน้าที่ นักวิจัย นักศึกษา คณาจารย์ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร และ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้การสนับสนุนในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลสำหรับไมโครกริดมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Hatziargyriou, N., et al. (2007). Microgrid. IEEE Power Energy Mag., 5, 78-94

[2] Lasseter, R. H. (2007). “Microgrid and distributed generation,”. Journal of Enery Engineering. ASCE, 133, 144-149.

[3] Chimtavee . A and Ketjoy. N. (2012). PV Generator Performance Evaluation and Load Analysis of the PV Microgrid System in Thailand . Procedia Engineering. 32 : 384-391

[4] International Energy Agency, 2000, “Analysis of Photovoltaic Systems” Report IEA-PVPS T2-01: 2000