

ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

Appropriate battery energy storage system for house-based in case of charging system for EV installation

นพมาศ พรหมอาสา¹ ชัชพันธ์ ปานะพิพัฒน์¹ สยามรัฐ เฟิกอาภรณ์^{1*} กรณ์ย ศิริจันทร์ชื่น¹
เจลิยว เกตุแก้ว¹ และ ประมุข อุณหเลขกะ¹
Nopphamat Promasa¹, Chatchanan Panapaiphat¹, Siamrat Phonkapom^{1*}, Karun Sirichunchuen¹,
Chaliew Ketkeaw¹ and Pramuk Unahalekhaka¹

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อบริษัทไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา โดยนำข้อมูลค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน (load profile) มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมีค่า 20.39 kWh/day นำมาจำลองและวิเคราะห์ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม DiGSILENT PowerFactory ในการติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า (electric vehicles: EV) แบบการอัดประจุโดยใช้กำลังไฟฟ้า (portable charge) ขนาด 3.60 kW (กระแสอัดประจุไฟฟ้า 16.00 A) ซึ่งมีค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน 37.20 kWh ร่วมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยมีค่าเฉลี่ยต่อวัน 20.39 kWh โหลดทั้งหมดได้เชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาขนาด 5.00 kWp และระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้านครหลวง ผลการจำลองและวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในช่วงเวลาการใช้โหลดตอนกลางวันขนาด 6.04 kWh และระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมในการกักเก็บพลังงานที่เหลือจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์คือขนาด 18.52 kWh ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันจาก 57.60 kWh คงเหลือ 33.04 kWh

คำสำคัญ: ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา รถยนต์ไฟฟ้า การอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ

Abstract

This paper presents the analysis of the battery energy storage system (BESS) appropriating for a house-based on installation of a charging system for electric vehicle (EV). The charging system taps into both the Metropolitan Electricity Authority's (MEA) low-voltage power grid, and a rooftop solar photovoltaic system. By using data on the

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* Corresponding author. E-mail: siamrat.p@rmutsb.ac.th

daily electrical energy demand (load profile), the total electrical energy consumption was 20.39 kWh/day, which was used to simulate and analyze an appropriate battery energy storage system by using the DigSILENT PowerFactory program. In the case of installing a charging system for electric vehicles (electric vehicles: EV), the portable charge rate of an electric vehicle was 3.60 kW (current 16.00 A), which an average daily energy consumption of 37.20 kWh with an average daily residential electricity consumption of 20.39 kWh. All loads were connected to a 5.00 kWp rooftop solar power generation system and the MEA's low-voltage grid. Results of simulation and analysis found that the load use of rooftop solar generation system during daytime was 6.04 kWh, and battery energy storage system suitable for storing remaining energy from solar rooftop production was 18.52 kWh, which can reduce the average daily electrical energy consumption from 57.60 kWh down to 33.04 kWh.

Keywords: battery energy storage system, solar rooftop, electric vehicles, normal charge

บทนำ

พลังงานทางเลือกได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการใช้พลังงานของประเทศไทย โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์ (photovoltaic system: PV) กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายในการลงทุนเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ภายในบ้าน อาคาร และโรงงาน โดยรัฐบาลได้เข้ามามีบทบาทวางแผนกำหนดนโยบายและมาตรการสนับสนุนการลงทุนในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา การส่งเสริมการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา โดยเน้นการผลิตไฟฟ้าใช้เองและหากมีพลังงานไฟฟ้าไหลย้อนจะไม่มีการนับหน่วยไฟฟ้าหรือจ่ายเงินค่าไฟฟ้าที่ไหลเข้าระบบ แต่ในปัจจุบันเริ่มมีความนิยมนำระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่มาใช้เพื่อรักษาความเสถียรภาพและลดค่าความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของระบบ อีกทั้งยังสามารถกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่เหลือจากระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในช่วงเวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

ปี พ.ศ. 2562 ภาครัฐได้จัดทำโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาสำหรับภาคประชาชน ประเภทที่อยู่อาศัย มีเป้าหมายเพื่อจัดหาไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กำลังการผลิตรวม 100 MW โดยแบ่งเป็นในเขตพื้นที่รับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) จำนวน 30 MW และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จำนวน 70 MW และให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายเป็นผู้ดำเนินการรับซื้อไฟฟ้าโครงการดังกล่าว โดยมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งไม่เกิน 10 kWp ต่อเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ในราคาซื้อไม่เกิน 2.20 บาทต่อหน่วย ระยะเวลาซื้อ 10 ปี ถึงแม้ว่าโครงการจะเปิดให้ภาคประชาชนเข้าร่วมมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง แต่ผู้ที่สนใจเข้าร่วมโครงการก็ไม่เป็นไปตามเป้าหมายของทางภาครัฐ อาจเป็นเพราะประชาชนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และไม่ทราบถึงความคุ้มค่าที่แน่ชัด

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงระบบภูมิอากาศ (climate system) และปัญหาวิกฤติการณ์ราคา

ต้นทุนเชื้อเพลิงพลังงานที่มีความผันผวนเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดความกังวลต่อการจัดการปริมาณเชื้อเพลิงสำรองให้เพียงพอรองรับความต้องการใช้ที่มีอัตราเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้เกิดความต้องการนำพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่มาใช้งานสำหรับพลังงานหมุนเวียนที่มีการทำการศึกษาและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่ามีศักยภาพสูงสำหรับใช้ผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย คือ พลังงานแสงอาทิตย์ (Suechoey, Siriporananon, & Wannaraj, 2022) การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากเนื่องจากใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษซึ่งจะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Kamkate, & Kaeokla, 2019; Mitsanon, Kantaphon, & Wamae, 2021) การใช้ประโยชน์จากระบบกักเก็บพลังงานแบบเตอรี่ยังมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ได้แก่ การลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า การรักษาเสถียรภาพระบบไฟฟ้า การปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้า การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในเครือข่าย และเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น (Suechoey, Siriporananon, & Boonprasert, 2021) การใช้พลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานสูง จึงต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมากในการอัดประจุ ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น (Ludsui, Khobkhan, unkiang, & Pothi, 2021) การติดตั้งระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด (on grid) ผลการศึกษาพบว่า ระบบออนกริดสามารถลดต้นทุนค่าไฟฟ้าได้ เมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเพียงอย่างเดียวและ

ยังสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ (Chaivanich, & Sedpho, 2018; Boonsri, Klongjai, Ingrad, Kuathaweekul, & Klungsida, 2021) การติดตั้งสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าแบบรวดเร็วหลายมาตรฐานของแต่ละแห่งนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยในการใช้งานของเครื่องอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารที่ติดตั้งสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า (Khemmook, Thongsuk, & Inban, 2022) ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์หาขนาดระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับบ้านที่อยู่อาศัยใช้ร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

ระบบกักเก็บพลังงาน หมายถึง ระบบที่เปลี่ยนพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สะสมไว้ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อสะสมไว้ ระบบกักเก็บพลังงานมีหลากหลายเทคโนโลยี โดยสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ตามพลังงานที่ถูกสะสมไว้ ได้แก่ ระบบกักเก็บพลังงานแบบพลังงานกล (mechanical energy storage) ระบบกักเก็บพลังงานแบบพลังงานไฟฟ้าเคมี (electrochemical energy storage) หรือระบบกักเก็บพลังงานแบบเตอรี่ย (battery energy storage) ระบบกักเก็บพลังงานแบบพลังงานไฟฟ้า (electrical energy storage) และระบบกักเก็บพลังงานแบบพลังงานความร้อน (thermal energy storage)

การสร้างแบบจำลองโหลด กรณีที่มีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย โดยปกติแล้วความต้องการพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า จะมีความแตกต่างกันไปตามพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้า แต่เมื่อมีการอัดประจุในรถยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้น จะทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งรูปแบบการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า จะเป็นแบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (normal charging) ซึ่งในการศึกษาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของระบบจากการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าร่วมกับพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการศึกษาเพื่อประเมินถึงการใช้งานของระบบไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการสร้างแบบจำลองของโหลดจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า และข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย รวมถึงค่าพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา โดยในงานวิจัยนี้จะนำข้อมูลดังกล่าว มาจำลองผลจากแบบจำลองของโหลดที่สร้างขึ้น ผลจากการจำลองจะนำไปหาขนาดระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในที่อยู่อาศัยให้รองรับปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสม

การบันทึกข้อมูลระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

ในงานวิจัยนี้ศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา โดยวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามช่วงเวลา โดยที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา จะมีขนาดพิกัดกำลัง 5.00 kWp โดยเป็นข้อมูลที่เก็บบันทึก ตั้งแต่

ปี พ.ศ. 2564-2565 ในการบันทึกข้อมูลนี้จะเป็นข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศจริงตามธรรมชาติ ซึ่งทำให้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นจะต้องวัดและบันทึกข้อมูล ให้ครอบคลุมช่วงเวลาในแต่ละวัน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ จะบันทึกข้อมูลทุก ๆ 15 นาที โดยผู้วิจัยได้เลือกช่วงเวลาทำการศึกษาคือ ตั้งแต่เวลา 06.00 น.-05.45 น.

การสร้างแบบจำลองของโหลด

การวิเคราะห์ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับที่อยู่อาศัย จะทำการวิเคราะห์โดยสร้างแบบจำลองของโหลดแล้วนำมาจำลองโดยใช้โปรแกรม DiGSILENT PowerFactory โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลโหลดของที่อยู่อาศัย ระบบอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้า แบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (normal charge) ขนาด 3.60 kW ข้อมูลของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาขนาด 5.00 kWp โดยที่ระบบไฟฟ้างกล่าวจะเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ดัง (Figure 1)

ผลการศึกษา

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ขนาด 5.00 kWp ซึ่งมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564-2565 เมื่อนำไปจำลองในแบบจำลองของโหลดพบว่า ข้อมูลการผลิตไฟฟ้ารายวันเฉลี่ยของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา มีค่าสูงสุด 4.23 kW ดัง (Figure 2)

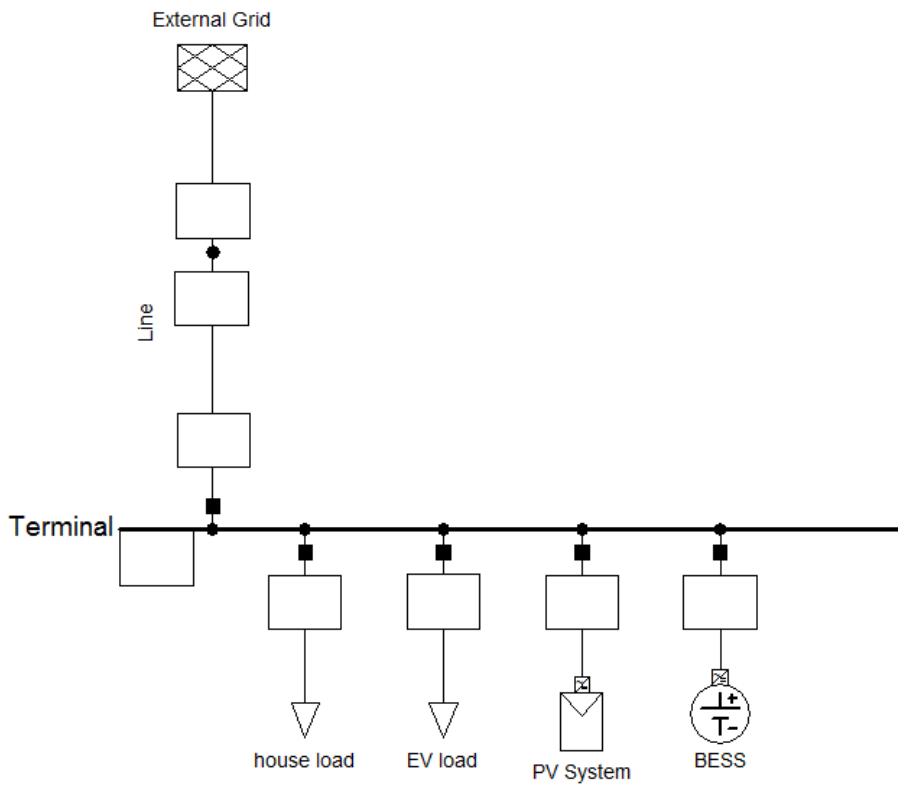


Figure 1 Model of low electrical distribution system connected rooftop solar system.

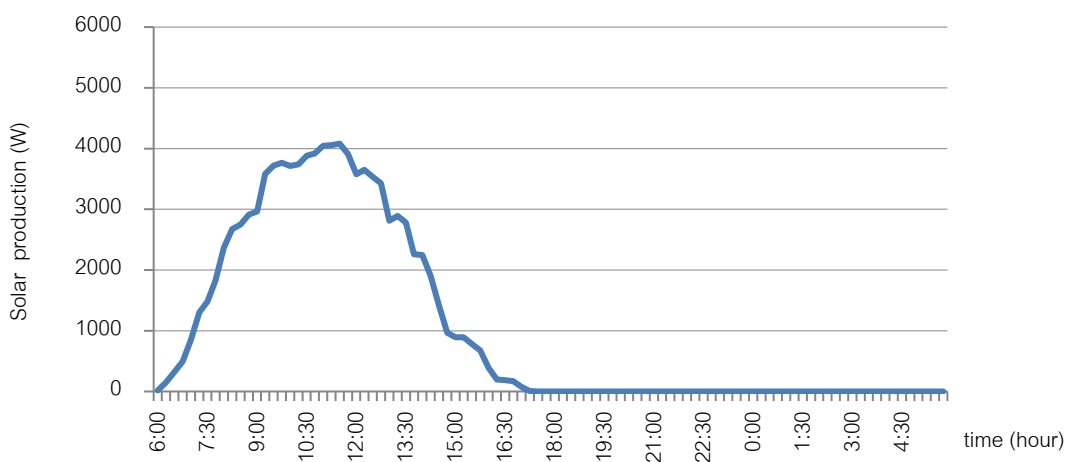


Figure 2 Data on average daily of low electrical distribution system connected rooftop solar system.

ข้อมูลโหลดของที่อยู่อาศัย

การใช้พลังงานของที่อยู่อาศัย ซึ่งมีการเก็บบันทึกข้อมูลของปี พ.ศ. 2564-2565 เมื่อนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันจำลองใน

แบบจำลองของโหลดพบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัย มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมีค่า 20.39 kWh/day กราฟแสดงภาระไฟฟ้ารายวันของโหลดดัง (Figure 3)

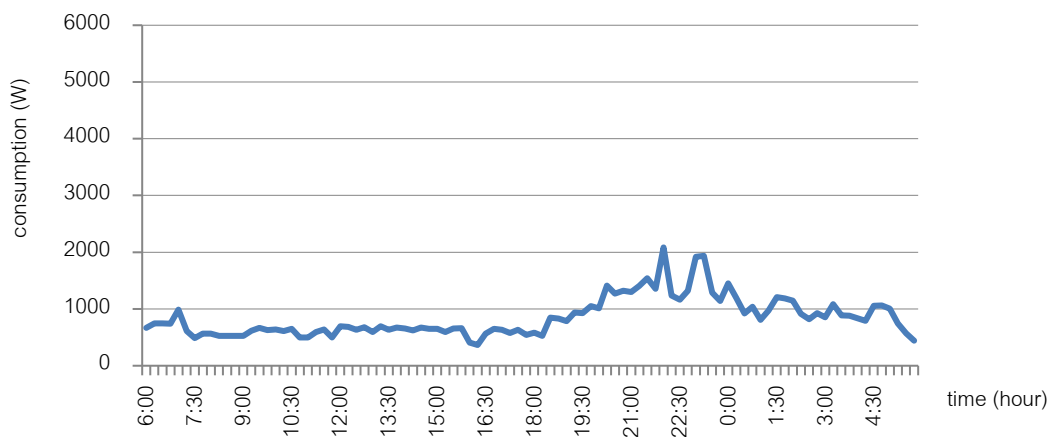


Figure 3 Data on average daily electrical load of the house.

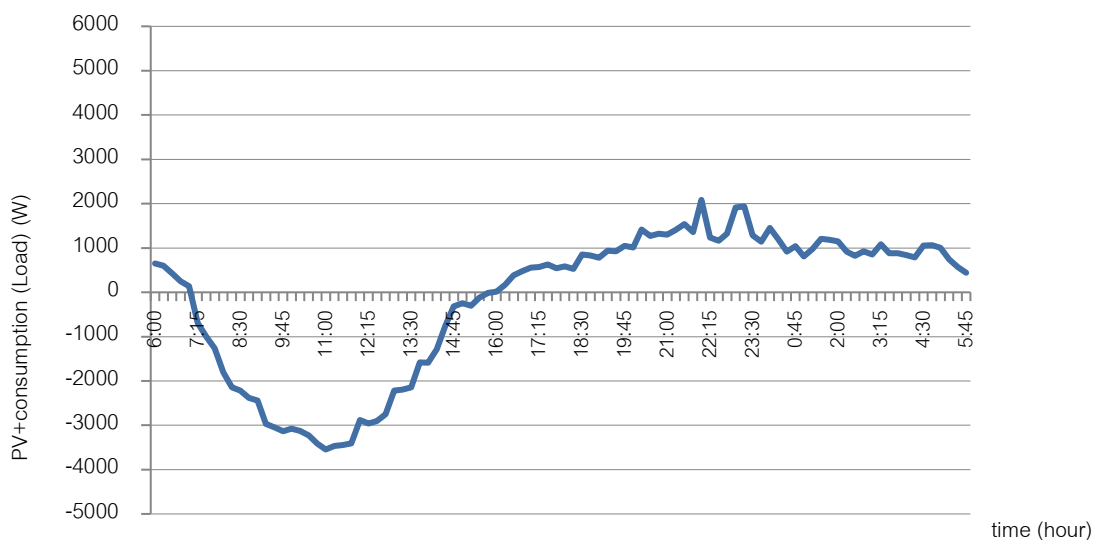


Figure 4 Daily electrical load of the house for low electrical distribution system connected rooftop solar system.

ข้อมูลโหลดของที่อยู่อาศัยเมื่อเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาและระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยเมื่อเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาและระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เมื่อนำไปจำลองในแบบจำลองของโหลด ผลจากการจำลอง ดัง (Figure 4) ซึ่งจากผลการจำลองพบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยเมื่อเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะเท่ากับ 2.08 kW และมีพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาที่เหลือใช้ 18.52 kWh ซึ่งพลังงานดังกล่าวจะเป็นพลังงานที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ตามช่วงเวลา 06.45-15.45 น.

ระบบอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้า

ระบบอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าแบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (normal charge) ขนาด 3.60 kW สามารถแสดงพฤติกรรมในขณะที่มีการอัดประจุไฟฟ้าดัง (Figure 5-6)

จาก (Figure 5) ผลจากการจำลองพบว่า ในการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน 37.20 kWh โดยเริ่มอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 18.00-05.30 น. รวม 11 ชั่วโมง 30 นาที

จาก (Figure 6) เป็นผลการวิเคราะห์ภาระไฟฟ้ารายวัน ขณะที่มีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 5.68 kW และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน 57.60 kWh โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่มีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า ดังสมการ (1)

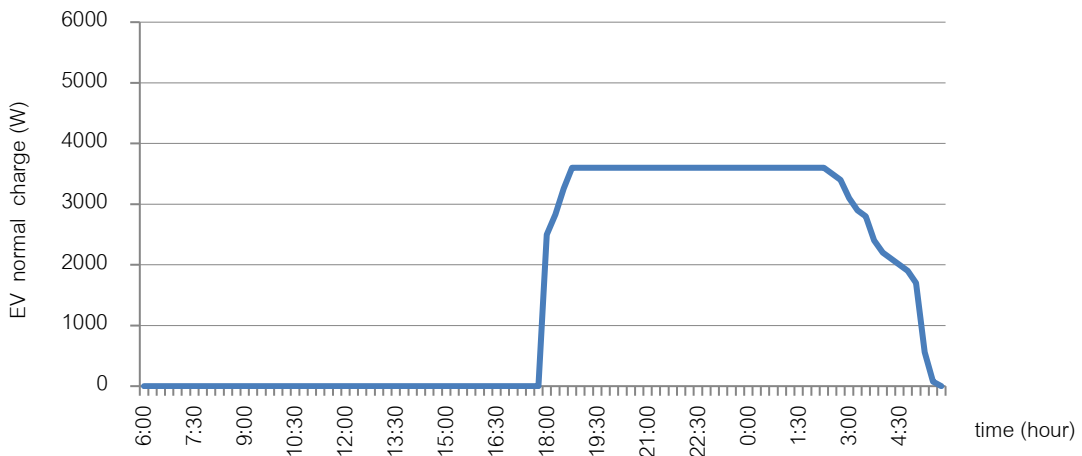


Figure 5 Charging an electric vehicles while charging normally.

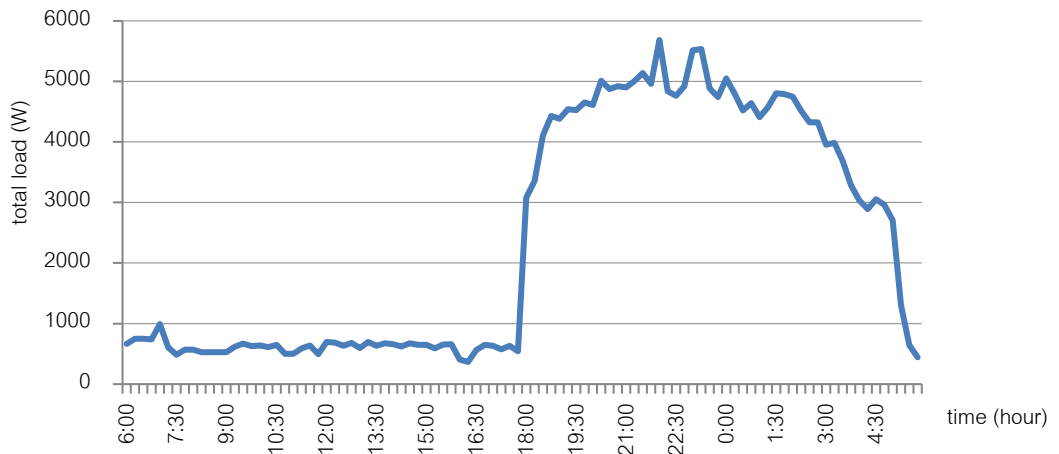


Figure 6 Daily total electrical load of the house while charging an electric vehicles.

$$W_t = \sum_{t1}^{t2} (W_{ht} + W_{vt}) \times \Delta t \quad (1)$$

W_t = พลังงานไฟฟ้ารายวันของที่อยู่อาศัย ขณะอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า

W_{ht} = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัย

W_{vt} = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า

$t1$ และ $t2$ = เวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด

Δt = ระยะห่างของช่วงเวลาที่มีการไฟฟ้ามองเห็น ทุก 15 นาที
(the length of the time period : 0.25 hour)

**ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสม
สำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุ
สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า**

ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสม
สำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับ

รถยนต์ไฟฟ้า จะทำการวิเคราะห์โดยพิจารณา
จากปริมาณพลังงานที่เหลือใช้จากระบบผลิตไฟฟ้า
พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา สามารถหา
ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่
ดังสมการ (2)

$$E^{BESS} = \sum_{t1}^{t2} (P_{y,m,d,t}^{Load}) \times \Delta t \quad (2)$$

โดยที่ $P_{y,m,d,t}^{Load}$ = กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ต้องการลด (kW)

E^{BESS} = ขนาดของระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ (kWh)

Δt = ระยะห่างของช่วงเวลาที่มีการไฟฟ้ามองเห็น ทุก 15 นาที
(the length of the time period : 0.25 hour)

$t1$ และ $t2$ = เวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุดขณะที่ BESS เก็บประจุพลังงานไฟฟ้า (hr)

ผลการจำลองระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

การหาขนาดจากแบตเตอรี่ที่เหมาะสม
ดั่งสมการ (2) จะได้ขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสม

สำหรับที่อยู่อาศัยกรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าจะมีขนาดแบตเตอรี่เท่ากับ 18.50 kWh และนำข้อมูลขนาดของแบตเตอรี่ จากการคำนวณมาใช้กับแบบจำลองของโหลดในโปรแกรม DigSILENT PowerFactory ผลจากการจำลอง ดัง (Figure 7)

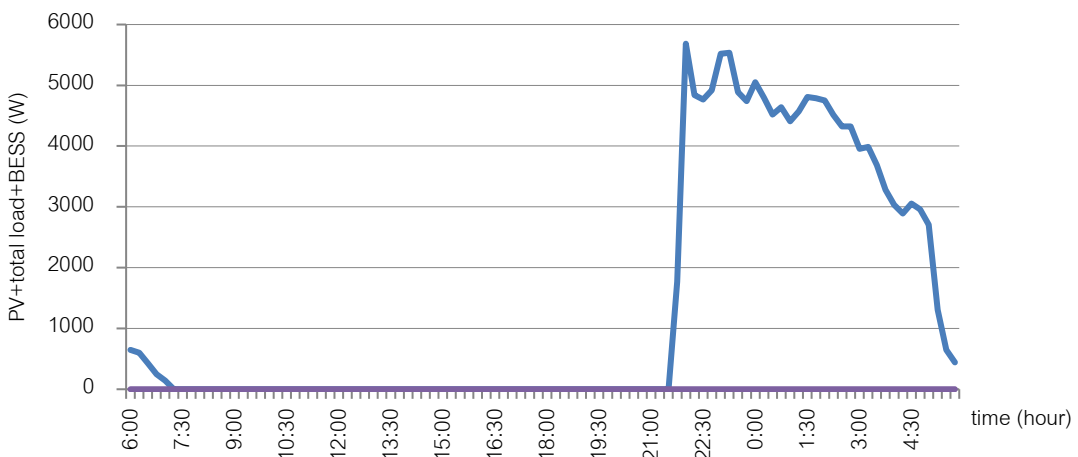


Figure 7 Daily electrical load of the house connect to the battery energy storage system while charging an electric vehicles.

โดยจากผลการจำลองพบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยทั้งหมด 57.60 kWh มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง จากการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในช่วงเวลาการใช้โหลดตอนกลางวันขนาด 6.04 kWh จึงทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าเหลือจ่ายจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถกักเก็บพลังงานในระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ขนาด 18.52 kWh จึงทำให้ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่สามารถชดเชยโหลดเหลือจ่าย จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยคงเหลือ 33.04 kWh

อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย จะมีปริมาณการใช้พลังงานแตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน โดยปริมาณการใช้พลังงานจะสูงขึ้นในช่วงเวลา 18.00 - 23.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผู้อยู่อาศัยกลับจากการทำงาน และมีการใช้ภาระไฟฟ้าภายในบ้าน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Maeraekache, & Boonprasert (2017) ที่พบว่าระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดีในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ภาระไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ และนำพลังงานที่สะสมมาใช้ในช่วงเวลากลางคืน ยังช่วยลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเกิน และไหลย้อนเข้าระบบจำหน่ายได้

ผลการจำลองในขณะที่มีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ากลับถึงที่พักอาศัย จะดำเนินการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า ในช่วงเวลา 18.00-

05.30 น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ตามขนาดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และขนาดของแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Samsri, & Phaisangittisagul (2015) ที่พบว่าพฤติกรรมการเดินทางและเวลาที่กลับถึงที่พักอาศัยของผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะมีรูปแบบการอัดประจุเมื่อกลับถึงที่พักอาศัย ซึ่งเมื่อมีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก จะทำให้ระบบจำหน่ายมีการใช้กำลังไฟฟ้าเกินกว่าค่าจำกัด อาจทำให้ระบบไฟฟ้าสูญเสียเสถียรภาพได้

นอกจากนี้ จากการสังเกตผลการจำลองพบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 5 kWp ผลิตได้ มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าเหลือจากการใช้งานในช่วงเวลากลางวันและสูญเสียไป 18.52 kWh โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นเมื่อทำการจำลองระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้กักเก็บพลังงานไฟฟ้า ที่เหลือใช้ในช่วงกลางวัน และนำไปชดเชยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในขณะที่มีการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่สามารถลดการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นได้ และยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Suechoey, Siriporananon, & Boonprasert (2021) ที่ศึกษาการใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบเตอรืร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยพิจารณาจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของผู้ใช้ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า การใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบเตอรืร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถช่วยลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ โดยช่วงเวลา

คายประจุที่เหมาะสมของระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่คือ ช่วงเวลาที่ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้น

สรุป

ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับที่อยู่อาศัย กรณีติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า โดยการทำงานของระบบอัดประจุแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าแบบปกติ และทำการวิเคราะห์แบบจำลองโดยใช้โปรแกรม DigSILENT Powerfactory ผลการจำลองพบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยทั้งหมด 57.60 kWh มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจากการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในช่วงเวลาการใช้โหลดตอนกลางวันขนาด 6.04 kWh จึงทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าเหลือจ่ายจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งสามารถกักเก็บพลังงานในระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ขนาด 18.52 kWh ทำให้ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่สามารถชดเชยโหลดเหลือจ่ายและส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยคงเหลือ 33.04 kWh ทั้งนี้สามารถวิจัยด้านการลงทุนโดยต้องคำนึงถึงชนิดและค่าการบำรุงรักษา รวมทั้งระยะเวลาความถดถอยและเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนโดยสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

เอกสารอ้างอิง

- Boonsri, U., Klongjai, A., Ingrad, C., Kuathaweekul, T., & Klungsida, N. (2021). The design and installation of on grid systems 3.3 kW for hydroponics melon. *14th Thailand Renewable Energy for Community Conference* (pp. 512-517). Chiang Mai: Maejo University. (in Thai)
- Chaivanich, K., & Sedpho, S. (2018). An evaluation method of greenhouse gas reduction by the installation of a photovoltaic cells system: Case study of smart grid network in the University of Phayao. *RMUTSB Academic Journal*, 6(2), 194-206. (in Thai)
- Kamkate, A., & Kaeokla, P. (2019). Feasibility of investment in electric vehicle charging stations. *EAU Heritage Journal Social Science and Humanity*, 9(3), 227-235. (in Thai)
- Khemmook, P., Thongsuk, S., & Inban, P. (2022). The impact study of electric vehicle quick charger to electrical system for business in private sector. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 32(4), 843-853. (in Thai)
- Ludsui, M., Khobkhan, P., Kunkiang, V., & Pothi, N. (2021). Design and development of prototype electric vehicle. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 1(1), 19-29. (in Thai)
- Maeraekache, H., & Boonprasert P. (2017). Impact of high solar rooftop photovoltaic penetration on voltage and energy loss in distribution systems. *The 15th Graduate Research Conferences 2017* (pp. 362-373). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Mitsanon, S., Kantaphon, L., & Wamae, W. (2021). Feasibility study of electricity production system using Floating Solar: A case study of Wang Din Sor Village, Phitsanulok Province. *Journal of Industrial Technology*

Ubon Ratchathani Rajabhat University, 11(2),
81-91. (in Thai)

Suechoey, B., Siriporananon, S., & Boonprasert, P. (2021).

The discharge time analysis of the battery energy
storage system to reduce the peak demand. *Kasem*
Bundit Engineering Journal, 11(1), 22-37. (in Thai)

Suechoey, B., Siriporananon, S., & Wannaraj, O. (2022).

Impact analysis of a solar rooftop with batteries
installed on the roof of an organic fertilizer plant.
Kasem Bundit Engineering Journal, 12(2), 51-66.
(in Thai)

Samsri, T., & Phaisangittisagul, E. (2015). Optimal real-time

PEVs charging scheduling for enhancing energy
management by maintaining power system peak
demand. *UBU Engineering Journal, 8(1), 77-90.*
(in Thai)