

# ดีมานต์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร

## Demand Response Algorithm for Building Energy Management System

จรัญ คนแรง<sup>1</sup>, ดร.บุญวัฒน์ วิจารณ์พล, รศ.ดร.วัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร และ ผศ.ดร.วัชรระ วงศ์ปัญญา  
Jarun Khonrang<sup>1</sup>, Bunyawat Vichanpol, Ph.D., Assoc.Prof.Wattanapong Rakwichian, Ph.D.,  
and Asst.Prof.Watchara Wongpanyo, Ph.D.



### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานต์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยใช้พลังงานทดแทนร่วมเพื่อลดค่าไฟฟ้าในช่วงความต้องการสูงสุดแบบอัตโนมัติ โดยทำการทดลองโดยมีโหลดทางไฟฟ้า รวมทั้งสิ้น 1.635 kW และใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1.5 kWp วิธีการทดลองโดยเก็บข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. จำนวน 30 วัน เพื่อนำพลังงานไฟฟ้าที่เข้ามาพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยวิธีการ Regression จะได้สมการ  $Y_L = 11.31951 \cdot X_{1-37} + 0.201027$  นำมาเขียนอัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้พลังงานทดแทนชดเชยในส่วนที่เกินจากการพยากรณ์ ผลการทดสอบพบว่าเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 1 kW อุปกรณ์ควบคุมจะตัดระบบไฟฟ้าปกติออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทแสงสว่างและประเภททำความร้อน และจะทำการเชื่อมต่อบริเวณไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาใช้จนกว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลง โดยควบคุมแบบอัตโนมัติ และเมื่อมีปริมาณกำลังไฟฟ้าลดลงถึง 0.5 kW ระบบจะทำการเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าอีกครั้งแบบอัตโนมัติ โดยสรุปได้ว่าการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าน้อยละ 3.73

**คำสำคัญ:** ดีมานต์ เรสปอนส์, อัลกอริทึม, การจัดการพลังงาน

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา

<sup>1</sup> Doctor of Philosophy in Energy Management and Smart Grid Technology University of Phayao

<sup>\*</sup> Corresponding author. Tel. 08-1530-9546 E-mail: jarun.kho@gmail.com



## Abstract

The objectives of this research aimed to design and construct the algorithm via demand response in determining the building energy management system in congruence with electrical energy saving. This could be done by the use of co-alternative energy to automatically reduce the electrical energy consumption during the highest demand through the experiment with the electrical load at the total of 1,779 kW and the electrical energy from the solar cell size of 1.5 kWp. The experimental data were collected from the mean value of the electrical energy consumption from eight a.m. to five p.m. for thirty days. The electrical consumption was taken into the prediction on the electrical energy need by a means of Regression Model as the following equation;  $Y_L = 11.31951 \cdot X_{1-37} + 0.201027$  This equation was applied to write the algorithm for designing the control equipment of the electrical energy consumption during the highest need by the use of the excessively alternative energy from the prediction. From the experimental result, it was revealed that whenever the electrical energy was used over 1 kW, the system would cut off the electric current from all incandescent and heating devices through the electrical connection from the alternative energy application until the automatic reduction of the highest electrical energy need. Meanwhile the amount of the electrical power was declined by 0.5 kW, the system turned to use the electricity automatically from the electrical plant. It could be clearly concluded that the use of control equipment of the electrical energy consumption for the building energy management system could save 3.73 % of the electrical energy consumption.

**Keywords:** Demand Response, Algorithm, Energy Management



## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นไปตามการพัฒนาของประเทศ ทั้งภาคอุตสาหกรรม คมนาคม ภาคธุรกิจ ภาคการศึกษา หรือแม้กระทั่งภาคครัวเรือน ล้วนมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น ก่อให้เกิดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2559 เวลา 22.28 น. มีค่าเท่ากับ 29,618.80 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากเดือนที่ผ่านมา 870.40 เมกะวัตต์ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.14 (กองสารสนเทศ ฝ่ายสื่อสารองค์การ กฟผ., 2560) ส่งผลทำให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตซึ่งมีหน้าที่ในการจัดหาพลังงานไฟฟ้ามาเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศ ซึ่งทำให้ประเทศชาติสูญเสียงบประมาณมหาศาลในการสร้างโรงไฟฟ้ามาเพียงพอเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด และในปัจจุบันกำลังผลิตในระบบไฟฟ้ารวมกำลังผลิตเท่ากับ 41,453.25 เมกะวัตต์ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาแห่งแรกของจังหวัดเชียงราย ปัจจุบันจัดการศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก รวมทั้งสิ้น 96 หลักสูตร มีนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยประมาณ 20,000 คน ตั้งอยู่บนพื้นที่กว่า 1,400 ไร่ มีอาคารและสิ่งปลูกสร้างมากกว่า 109 อาคาร ใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 22-33 kV มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ

314,549.5 kWh ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 1,355,007.24 บาท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2558) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีจำนวนของอาคารขนาดใหญ่ที่อยู่ระหว่างก่อสร้างหลายหลัง และที่สำคัญการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงกลางวันซึ่งอยู่ในช่วงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง หากไม่มีมาตรการในการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือการจัดการใช้ไฟฟ้าที่ดีส่งผลทำให้มหาวิทยาลัยราชภัฏเวียงชัยต้องรับภาระค่าไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

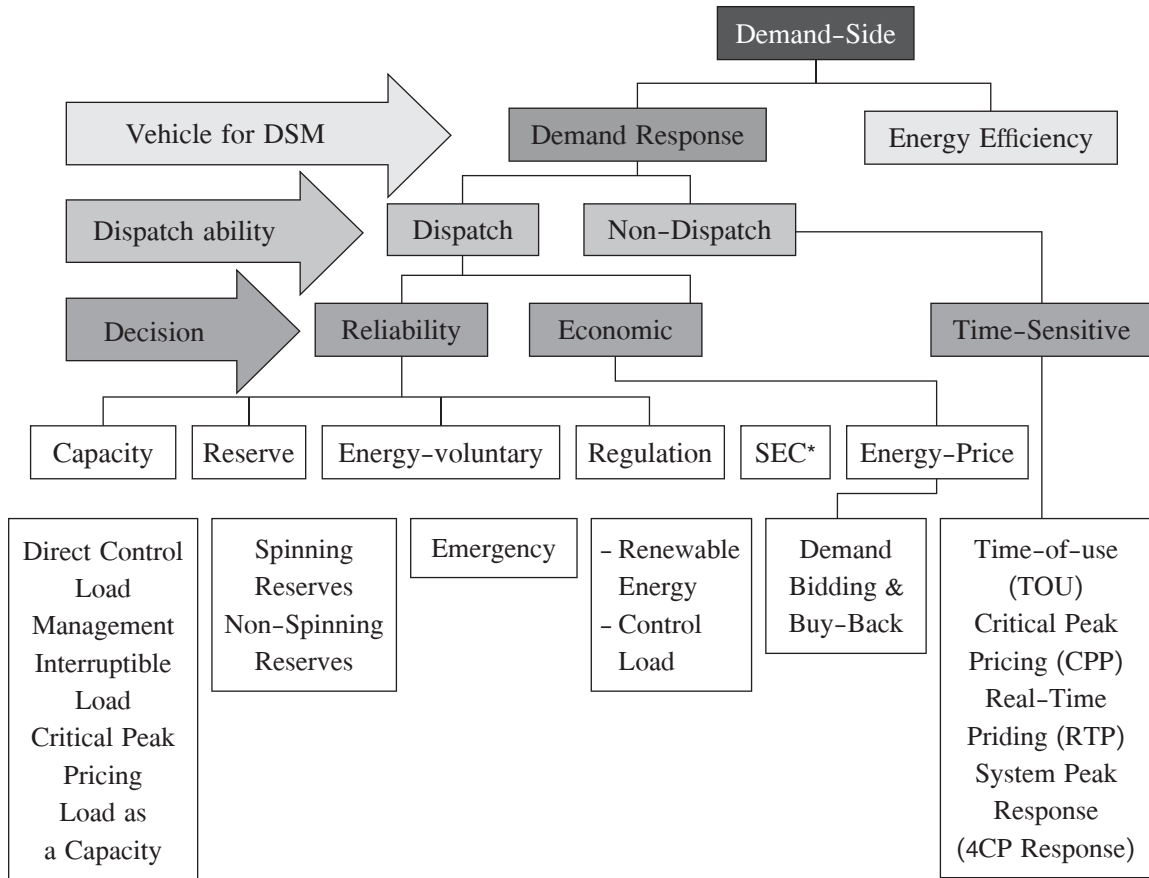
การเปลี่ยนแปลงการตอบสนองการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Response: DR) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการส่งเสริมและการบริหารการใช้พลังงานให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้โดยต้องไม่กระทบกับการดำเนินกิจกรรมที่ทำอยู่เดิม แต่เป็นการปรับเปลี่ยนแนวทาง วิธีการใช้พลังงานให้คุ้มค่า อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมแนวทางการใช้พลังงานทดแทนเข้ามาช่วยในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อช่วยลดภาระของประเทศในการจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของภาวะการณ์ในปัจจุบันที่ต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากไฟฟ้าเป็นปัจจัยหลัก

ดังนั้นการจัดการพลังงานในอาคารโดยการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Response: DR) จึงเป็นทางเลือกที่ดีซึ่งจะต้องอาศัยเทคโนโลยีและแหล่งพลังงานทดแทนเข้าช่วยบริหารจัดการโดยงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นการสร้างนวัตกรรมในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ โดยเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการควบคุมการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Smart Energy Control) ในสำนักงานในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด และใช้พลังงานทดแทนมาชดเชยเพื่อไม่ให้กระทบต่อการดำเนินงาน

### **การจัดการพลังงานในอาคารโดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์**

Demand Response คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยผู้ใช้ไฟฟ้าจากการใช้ปกติรูปแบบเดิม เพื่อช่วยในการตอบสนองต่ออัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ หรือเป็นลักษณะการตอบสนองต่อแรงจูงใจในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดความต้องการในการดำเนินการ รวมทั้งการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้าสูง หรือในช่วงที่ระบบเกิดการผลิตไฟฟ้าไม่พอสอดคล้องความต้องการใช้รวมถึงการใช้พลังงานทดแทน

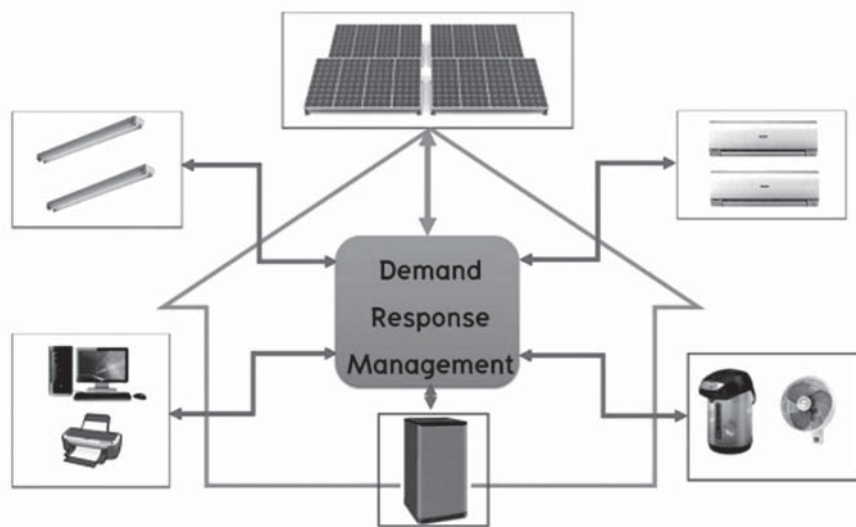
โดย Demand Response จัดอยู่ในส่วนหนึ่งของการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Side Management; DSM) ซึ่งจะเน้นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Electricity Energy Efficiency: EEE) ซึ่ง Demand Response จะพิจารณาให้ความสำคัญด้านการประเมินความน่าเชื่อถือได้ของระบบ โดยให้ความสำคัญต่อการลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดมากกว่าการใช้พลังงานโดยรวมอย่างมีประสิทธิภาพ



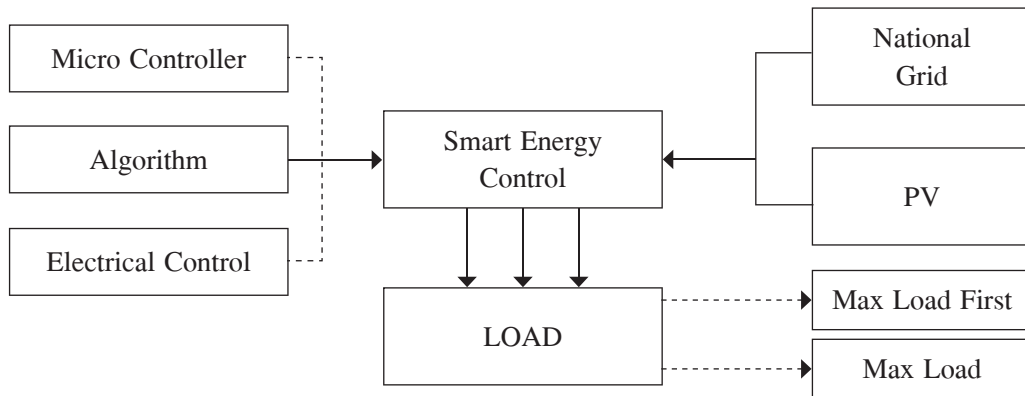
\*SEC (Smart Energy Control)

ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า (ปรับปรุง)  
(ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, ม.ป.ป.)

การออกแบบการจัดการใช้พลังงานในอาคาร



ภาพที่ 2 การออกแบบระบบสำหรับการจัดการดีมานด์ เรสปอนส์



ภาพที่ 3 การออกแบบอุปกรณ์การจัดการพลังงานในอาคาร



## วัตถุประสงค์การวิจัย

ออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงาน



## วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. จำนวน 30 วัน

1.1 ใช้อุปกรณ์ **Power Meter** สำหรับเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและลักษณะของการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดสอบ

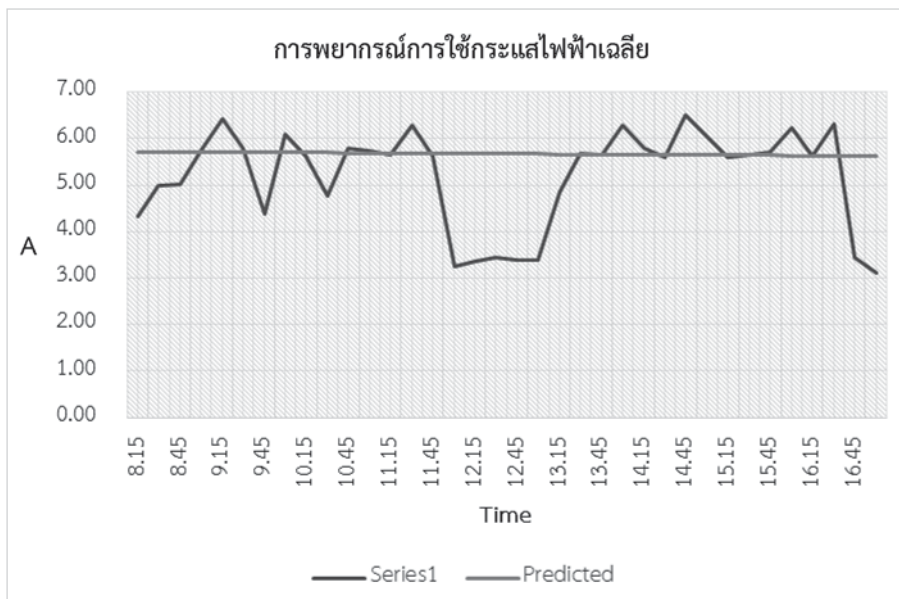
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวน	รวม (วัตต์)	กลุ่ม
1.	กระดิกน้ำร้อน	670	1	670	1
2.	หลอดไส้	40	1	40	1
3.	พัดลมตั้งโต๊ะ	75	1	75	1
4.	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	450	1	450	2
5.	ปริ้นเตอร์	400	1	400	2
รวมกำลังไฟฟ้า				1,635	วัตต์

**ขั้นตอนที่ 2** การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 30 วัน

**ตารางที่ 2** แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 1 เดือน ในแต่ละช่วงเวลา

DATA	Time	A	kW	kWh	DATA	Time	A	kW	kWh
1	8.00	3.21	0.71	0.18	29	15.00	6.03	1.33	0.33
2	8.15	4.32	0.95	0.24	30	15.15	5.60	1.23	0.31
3	8.30	4.98	1.10	0.27	31	15.30	5.65	1.24	0.31
4	8.45	5.03	1.11	0.28	32	15.45	5.71	1.26	0.31
5	9.00	5.73	1.26	0.32	33	16.00	6.22	1.37	0.34
6	9.15	6.42	1.41	0.35	34	16.15	5.63	1.24	0.31
7	9.30	5.80	1.28	0.32	35	16.30	6.31	1.39	0.35
8	9.45	4.39	0.97	0.24	36	16.45	3.45	0.76	0.19
9	10.00	6.10	1.34	0.34	37	17.00	3.12	0.69	0.17
10	10.15	5.63	1.24	0.31				<b>รวม</b>	<b>10.47</b>
11	10.30	4.78	1.05	0.26					
12	10.45	5.78	1.27	0.32					
13	11.00	5.74	1.26	0.32					
14	11.15	5.66	1.25	0.31					
15	11.30	6.30	1.39	0.35					
16	11.45	5.62	1.24	0.31					
17	12.00	3.24	0.71	0.18					
18	12.15	3.36	0.74	0.18					
19	12.30	3.45	0.76	0.19					
20	12.45	3.38	0.74	0.19					
21	13.00	3.40	0.75	0.19					
22	13.15	4.84	1.06	0.27					
23	13.30	5.67	1.25	0.31					
24	13.45	5.66	1.25	0.31					
25	14.00	6.30	1.39	0.35					
26	14.15	5.78	1.27	0.32					
27	14.30	5.61	1.23	0.31					
28	14.45	6.51	1.43	0.36					

**ขั้นตอนที่ 3** การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา 08.00 – 17.00 น.



ภาพที่ 4 แสดงการพยากรณ์การใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเวลาตั้งแต่ 08.00 – 17.00 น.

**ผลการวิจัย**

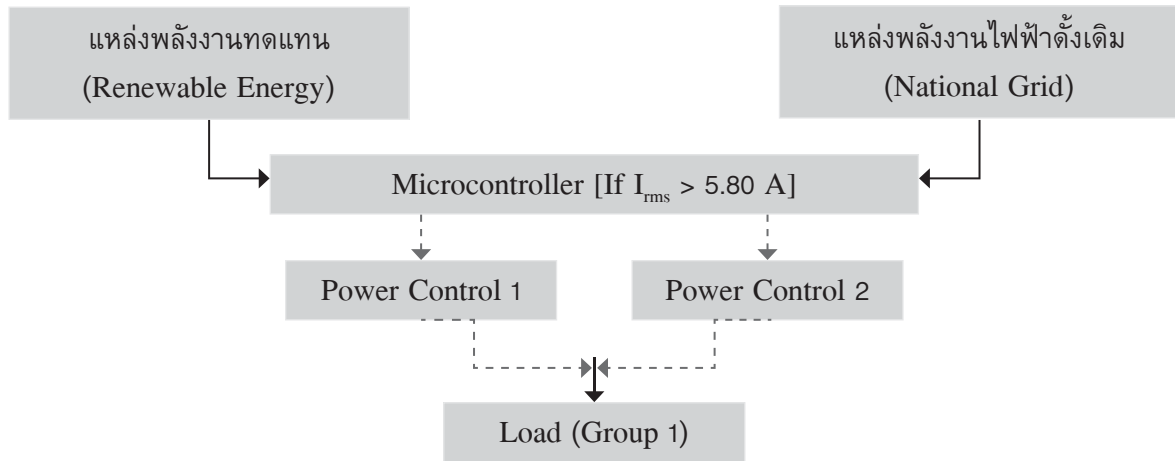
จากภาพที่ 4 การใช้วิธี Regression Model เพื่อพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของการใช้งานไฟฟ้าทั้งหมดตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. ในระยะเวลา 1 เดือน โดยจะวัดค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำการทดลองตามตารางที่ 1 พบว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยที่ 5.80 A นำค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานที่ได้มาออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานทดแทนโดยสมการที่ได้จากวิธี Regression Model จะได้สมการดังนี้

$$Y_L = 11.31951 * X_{1-37} + 0.201027 \dots\dots\dots(1)$$

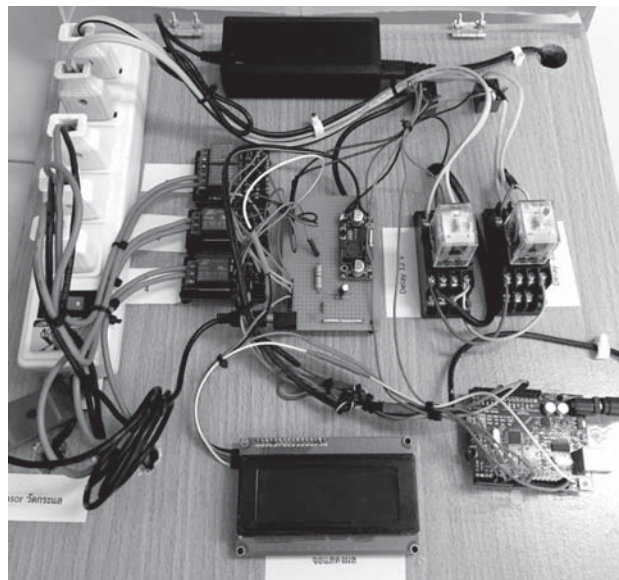
จากสมการที่ 1 นำไปออกแบบอัลกอริทึมเพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานทดแทนของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งหลักการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จะควบคุมการปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อมีค่ากระแสเกินค่าที่พยากรณ์ไว้โดยแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในชุดที่ 1 ตามตารางที่ 1 ระบบควบคุมจะทำการปิด-เปิดการทำงานและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากับแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกินจากการพยากรณ์
2. ระบบจะควบคุมไฟฟ้าให้อุปกรณ์ในชุดที่ 2 ตามตารางที่ 1 ให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

ในการออกแบบอัลกอริทึมของระบบควบคุมจากการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าและนำไปเขียนลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้งานและเชื่อมต่อไปกับแหล่งพลังงานทดแทน ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลักษณะของรูปแบบการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์



ภาพที่ 6 ลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ



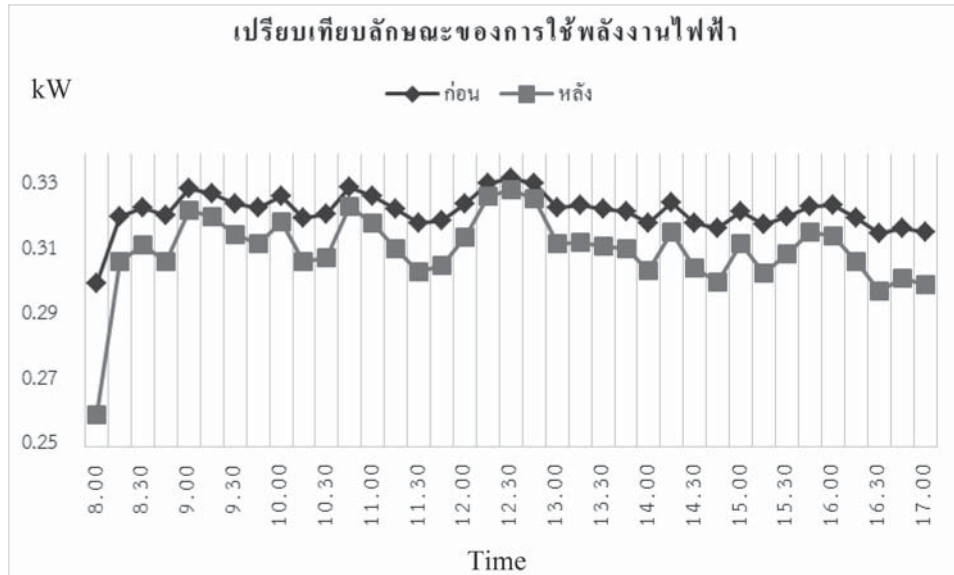
### สรุปผล อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง ดีมานต์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างอัลกอริทึมโดยใช้การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ พบว่าเมื่อทำการเก็บผลการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกๆ 15 นาที จำนวน 30 วัน เพื่อนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาทำการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า จะได้สมการจาก Regression คือ  $Y_L = 11.31951 * X_{1-37} + 0.201027$  จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าจากการพยากรณ์อยู่ที่ 5.68 A เมื่อทำการเขียนอัลกอริทึมเพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้มีกระแสเพิ่มขึ้นเกินค่าที่พยากรณ์ไว้ ระบบจะทำการสลับแหล่งจ่ายจากพลังงานทดแทนให้กับอุปกรณ์ในชุดที่ 1 โดยไม่กระทบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในชุดที่ 2 ลักษณะของการควบคุมการเกิดดีมานต์ เรสปอนส์ ดังแสดงภาพที่ 3



2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของความต้องการของโหลระหว่างการจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมกับแบบดีมานด์ เรสปอนส์ พบว่าการใช้อุปกรณ์การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเกิดดีมานด์ เรสปอนส์ ช่วยทำให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าดั้งเดิม (National Grid) โดยผลการทดสอบจะได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 3.73% ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า



## ข้อเสนอแนะ

1. สามารถเพิ่มขนาดของชุดพลังงานทดแทนให้มากขึ้นเพื่อรองรับการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้
2. ควรเพิ่มชุดควบคุมให้สามารถรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มากขึ้น
3. ควรเพิ่มระบบในการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า



## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนแม่บทการพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ.2558-2579. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2559. จาก [www.eppo.go.th/power/smart\\_grid%20plan.pdf](http://www.eppo.go.th/power/smart_grid%20plan.pdf)
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2559). *Thailand Electricity Load Profile*. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559. จาก <http://command.energy.go.th/egatLoadprofile/>
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2558). ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า. สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2559. จาก <https://www.amr.pea.co.th/AMRWEB/Index.aspx>

- กิตติวุฒิ จินนะบุตร, ธงชัย คล้ายคลึง และกฤตวิทย์ บัวใหญ่. (2557). *การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยวิธีสร้างแบบจำลองโหลด*. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6.
- นาคยา คล้ายเรือง. (2558). *ศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการ Demand Response ในอุตสาหกรรมประเภทอาหารและเครื่องดื่ม*. การประชุมวิชาการครั้งที่ 53.
- รัชฎาพร คำภู และนาคยา คล้ายเรือง. (2558). *ศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ด้วยมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเคมีภัณฑ์*. การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2558). *ระบบฐานข้อมูลอาคาร*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2559. จาก <http://map.crru.ac.th/>
- ยรรยง เต็งอำนาจ. (2558). *ระบบบริหารจัดการพลังงาน HEMS, BEMS, FEMS, CEMS และพลังงานทดแทน*. โครงการสมาร์ตซิตี้ โดยคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2559. จาก <http://www.pointthai.net/index.php>
- Arab Forum for Environment and Development (AFED). (2012). *Environmental Housekeeping Handbook for Office Buildings in the Arab Countries*. Energy Efficiency Handbook. Beirut, Lebanon. 62.
- D. Stimoniari, T. Kollatoua, D. Tsiamitrosa, M.A. Zehir, A. Batman, M. Bagriyanik, A. Ozdemir & E. Dialynas. (2015). *Demand-side management by integrating bus communication technologies into smart grids*. D. Wijayasekara, O. Linda, M.
- Energy Saving. (255). *การบริหารจัดการอาคารด้วยระบบ Building Automation System (BAS) เพื่อการประหยัดพลังงาน*. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559. จาก <http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=114&cno=3162>
- Faycal Bouhafs, Michael Mackay, Madjid MerabtiF. (2014). *Overview of the Smart Grid. Communication Challenges and Solutions in the Smart Grid*, 1-12.
- Manic, C. Rieger. (2014). *Mining building energy management system data using fuzzy anomaly detection and linguistic description*. *IEEE Trans. Ind. Inform.*, 10(3), 1829-1840.
- Parveen Dabur, Gurdeepinder Singh & Naresh Kumar Yadav. (2012). *Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects*. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ISSN: 2277-3878, Volume-1, Issue-1. Retrieved April, 18, 2016. [www.elsevier.com/locate/epsr](http://www.elsevier.com/locate/epsr)
- Stanislav Mišák, Jindřich Stuchlý, Jan Platoš & Pavel Krömerba. (2015). *A heuristic approach to Active Demand Side Management in Off-Grid systems operated in a Smart-Grid environment*. *Energy and Buildings*. Retrieved April, 13, 2016. [www.elsevier.com/locate/enbuild](http://www.elsevier.com/locate/enbuild)
- Zvonimir Klaić, Krešimir Fekete & Damir Šljivac. (2015). *Demand Side Load Management in The Distribution System With Photovoltaic Generation*. *Tehnički vjesnik* 22(4), 989-995.