

ดีมานต์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

มกราคม 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

ดีมานต์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

มกราคม 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

DEMAND RESPONSE ALGORITHM FOR BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM



JARUN KHONRANG

A Dissertation Submitted to University of Phayao  
in Partial Fulfillment of Requirements  
for the Doctor of Philosophy in Energy Management and Smart Grid Technology  
January 2019  
Copyright of University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ดีมานด์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร

ของ จริญญา คนแรง

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ เกตุจ้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร. บุญวัฒน์ วิจารย์พล)

กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร)

กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชระ วงศ์ปัญญา)

อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยชนัน เกษสุวรรณ)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

(ดร. อภากร วัฒนะ)

คณบดีวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กวีธาดา)

<b>เรื่อง:</b>	ดีมานต์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร
<b>ผู้วิจัย:</b>	จรัญ คนแรง, วิทยานิพนธ์: ปร.ด. (การจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา:</b>	ดร. บุญวัฒน์ วิจารณ์พล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒน์พงศ์ รักษวิเชียร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ วงศ์ปัญญา
<b>คำสำคัญ</b>	การจัดการใช้พลังงาน, ระบบการบริหารพลังงานสำหรับสำนักงาน, ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด, ดีมานต์ เรสปอนส์, อัลกอริทึม

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานต์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยแหล่งพลังงานไฟฟ้าได้มาจาก 2 แหล่งคือ จากการใช้พลังงานส่วนภูมิภาค (PEA) และจากโซลาร์เซลล์ ซึ่งการนำระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เข้ามาพร้อมกับแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลัก (PEA) เพื่อลดค่าไฟฟ้าในช่วงความต้องการสูงสุดแบบอัตโนมัติ ในการทดลองมีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 กิโลวัตต์ และกำลังการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ โดยจะให้ความสำคัญกับการจัดการโหลดประเภทเครื่องปรับอากาศที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และสามารถหยุดทำงานได้บางช่วงเวลาโดยไม่กระทบต่อการทำงานและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยพบว่าการควบคุมเครื่องปรับอากาศทำงานห่างกัน 15 นาทีร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะช่วยให้สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้สูงถึงร้อยละ 80.28 ของการใช้ไฟฟ้าในสภาวะปกติเดิมของสำนักงานและผลจากการทดสอบพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จริงจึงนำมาเขียนอัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดโดยมีโหลดทางไฟฟ้า รวมทั้งสิ้น 1.635 กิโลวัตต์ และใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ผลการทดสอบพบว่าเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน ค่าที่ตั้งไว้ระบบจะทำเชื่อมต่ออัตโนมัติโดยการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารช่วยประหยัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ 3.73 และเมื่อนำไปทดสอบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภท อินดักตีฟ ส่งผลทำให้ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 63.89

**Title:** DEMAND RESPONSE ALGORITHM FOR BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

**Author:** Jarun Khonrang, Dissertation: Ph.D. (Energy Management and Smart Grid Technology), University of Phayao, 2018

**Advisor:** Dr. Bunyawat Vichanpol Co–advisor Associate Professor Dr.Wattanapong Rakwichian Assistant Professor Dr.Watchara Wongpanyo

**Keyword** Energy Management, Energy Management System, Peak Demand, Demand Response, Algorithm

### ABSTRACT

The purpose of this research was to design an effective algorithm for a building energy management system (BEMs) in accordance with energy saving. Demand response was a key factor of energy consumption in the designed algorithm. The electricity sources were derived from 2 lines; the Provincial Electricity Authority (PEA) and solar cells (PV) which the electricity generation system by using solar cell was hybrid with a main power supply (PEA) to automatically reduce electricity charge during peak demand. The experimental scenario with the average electric power of 7.61 kW and solar cell of 5 kWp was investigated. This experiment was firstly focused on an air conditioner due to its high power consumption. Nevertheless, its operation could be intermittently stopped working with no effect to other electric equipment during peak demand. The experimental results indicated that the solar hybrid power system in conjunction with starting each air conditioner one by one every 15 minutes could offer energy usage reduction of 80.28% compared to conventional energy consumption circumstance. It could be said that this algorithm was provided significant energy saving. Next, the designed algorithm was then applied to the experimental system with total load of 1.635 kW and solar energy of 1.5 kWp. The results showed that when the energy consumption was excess an acceptable criteria depended on demand response during peak demand, electricity produced from solar cell will be automatically connected to the experimental system by using a smart energy control (SEC). The result showed that this algorithm was provided an energy usage reduction of 3.73%. In addition, an energy usage reduction of 63.89% could be obtained if an inductive load was used.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นตามความตั้งใจของผู้เขียนได้ เนื่องจากความเมตตาและกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีพระคุณทั้งสองท่าน ท่านแรกขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาเป็นอย่างสูงจากท่านอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์พงศ์ รักษ์วิเชียร ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ในการรับเป็นที่ปรึกษาที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการหาหัวข้อวิทยานิพนธ์และแนวทางการเขียนวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคอยกำกับติดตามดูแลและให้คำแนะนำการเขียนวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ อีกทั้งท่านกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.บุญวัฒน์ วิจารณ์พล ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาและเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำที่ปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความเรียบร้อยและข้อเสนอแนะในการแก้ไขความถูกต้องตามหลักวิชาการขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.ฉัตรแก้ว ชัยสี้อชา ที่คอยให้คำแนะนำในทุก ๆ ปัญหาคอยแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษระ วงศ์ปัญญา ที่กรุณาให้การสนับสนุนข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์รวมถึงช่วยแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สุรัตน์ เศษโพธิ์ ที่ช่วยแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ธนวานิชย์ ที่แนะนำข้อมูลและแนวทางการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาวิชาทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะและช่วยแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จในทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณคุณนพดล มั่นที่สุด ที่คอยสนับสนุนและประสานงานในการทำวิทยานิพนธ์และขอขอบคุณพี่น้องทุกรุ่นทุกท่าน ที่ช่วยเป็นกำลังใจคอยสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์และการเรียนเสมอ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติพี่น้องทุกท่านเป็นอย่างสูงที่คอยสนับสนุนการเรียนและคอยให้กำลังใจในวันที่ท้อแท้จนสามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ มาได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทั้งปวงให้กับผู้เขียน

จรัญ คนแรง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	5
ขอบเขตของการวิจัย .....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย .....	6
นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า .....	8
ดัชนีการใช้พลังงาน .....	11
ระบบการบริหารจัดการพลังงาน.....	11
ระบบการจัดการพลังงานงานในอาคาร .....	12
ระบบการบริหารพลังงานประเภทโรงงาน .....	13
สมาร์ตกริด.....	14
การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน .....	15



การตอบสนองความต้องการ.....	16
โครงสร้างพื้นฐานการอ่านมาตรฐานวัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบก้าวหน้า .....	17
ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในสมาร์ตกริด.....	18
การตรวจจับแบบไร้สาย .....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	25
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย .....	25
ระเบียบวิธีวิจัย.....	26
รูปแบบของการวิจัย .....	27
รูปแบบการทดสอบและรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	30
การออกแบบอัลกอริทึมการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า .....	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	35
ตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานและแนวทางการจัดการใช้พลังงาน.....	35
ตอนที่ 2 ข้อมูลการทดสอบวัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า .....	53
ตอนที่ 3 ผลการทดสอบการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้า .....	56
ตอนที่ 4 ผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า.....	57
ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบระบบการจัดการพลังงานงานในอาคาร .....	60
ตอนที่ 6 การทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้ากรณีโหลดต่อเนื่อง .....	62
ตอนที่ 7 การทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดต่อเนื่อง.....	73
บทที่ 5 บทสรุป.....	83
สรุปผลการวิจัย .....	83
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ .....	87
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป .....	87
บรรณานุกรม .....	88

ภาคผนวก .....	91
ภาคผนวก ก ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน.....	92
ภาคผนวก ข ใ้ดัดโปรแกรมอุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้า .....	177
อธิธานศัพท์ .....	181
ประวัติผู้วิจัย .....	183



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ย้อนหลัง 4 เดือน 4	
ตาราง 2 ตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	33
ตาราง 3 กลุ่มที่ไม่สามารถหยุดทำงานได้ .....	37
ตาราง 4 กลุ่มที่หยุดทำงานได้บางช่วงเวลา.....	37
ตาราง 5 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 5 นาที .....	40
ตาราง 6 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 10 นาที .....	41
ตาราง 7 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 15 นาที.....	41
ตาราง 8 แสดงตารางการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้า .....	50
ตาราง 9 แสดง Cash Flow ของโครงการ กรณีไม่กู้เงินมาลงทุนติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์ .....	51
ตาราง 10 แสดง Cash Flow ของโครงการ กรณีไม่กู้เงินมาลงทุนติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้า โซลาร์เซลล์ ขนาด 5 กิโลวัตต์.....	52
ตาราง 11 แสดงรายการและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดสอบ .....	53
ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า 30 วัน .....	54
ตาราง 13 แสดงผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า .....	59
ตาราง 14 แสดงการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้า .....	60
ตาราง 15 แสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทโหลดต่อเนื่อง (กระตักน้ำร้อน).....	63
ตาราง 16 แสดงอัตราค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานของโหลดต่อเนื่อง.....	63
ตาราง 17 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่อง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานห่างกัน.....	66
ตาราง 18 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่อง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน.....	68
ตาราง 19 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่อง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานห่างกัน.....	70
ตาราง 20 การแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดโหลดต่อเนื่อง .....	73

ตาราง 21 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหนดต่อเนื่องร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการ ..... 73

ตาราง 22 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 76

ตาราง 23 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงาน ..... 79

ตาราง 24 การใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน.....92



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 อัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.....	2
ภาพ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย .....	3
ภาพ 3 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดปี 2561 .....	5
ภาพ 4 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Clipping.....	8
ภาพ 5 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak shifting.....	9
ภาพ 6 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Valley Filling .....	9
ภาพ 7 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Conservation.....	10
ภาพ 8 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Load Growth .....	10
ภาพ 9 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Flexible Load Shape.....	11
ภาพ 10 ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid).....	14
ภาพ 11 รูปแบบการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า .....	17
ภาพ 12 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย .....	26
ภาพ 13 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยควบคุมเวลาการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับการใช้ .....	27
ภาพ 14 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย .....	28
ภาพ 15 ลักษณะการจัดการพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานจากโซลาร์เซลล์ .....	29
ภาพ 16 รูปแบบการทดลองและระบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	30
ภาพ 17 อัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า .....	31
ภาพ 18 การออกแบบวงจรของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า .....	32
ภาพ 19 Block Diagram ของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	33
ภาพ 20 รูปแบบการบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	36
ภาพ 21 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า .....	36

ภาพ 22	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า.....	38
ภาพ 23	การติดตั้ง Eco Power Meter เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า .....	39
ภาพ 24	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการใช้ DR Program .....	42
ภาพ 25	ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ .....	44
ภาพ 26	ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์.....	44
ภาพ 27	ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์.....	45
ภาพ 28	ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์.....	45
ภาพ 29	เปรียบเทียบการใช้งานกับการผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์.....	47
ภาพ 30	เปรียบเทียบการใช้พลังงานจากชุดผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์.....	47
ภาพ 31	การใช้ DR Program ที่เวลา 5 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้า.....	48
ภาพ 32	การใช้ DR Program ที่เวลา 10 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้า.....	49
ภาพ 33	การใช้ DR Program ที่เวลา 15 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้า.....	49
ภาพ 34	แสดงลักษณะการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้าโดย .....	56
ภาพ 35	แสดงวงจรการต่ออุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าสำหรับการควบคุม .....	57
ภาพ 36	แสดงลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการใช้ .....	58
ภาพ 37	จากกราฟแสดงให้เห็นถึงลักษณะของอัตราการลดการใช้กำลังไฟฟ้าจาก .....	62
ภาพ 38	ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานพร้อมกัน .....	65
ภาพ 39	อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 5 นาที.....	67
ภาพ 40	อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 10 นาที .....	70
ภาพ 41	อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 15 นาที .....	72
ภาพ 42	อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุม .....	75
ภาพ 43	เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่องปกติกับการใช้ .....	78
ภาพ 44	เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่องปกติกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและการใช้งานแบบตั้งเวลา.....	81

ภาพ 45 เปรียบเทียบปริมาณการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ .....	84
ภาพ 46 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับการวิธีการ .....	84
ภาพ 47 แสดงลักษณะการควบคุมการเกิดดีมานด์เรสปอนส์ .....	85
ภาพ 48 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า .....	86
ภาพ 49 เปรียบเทียบผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า .....	87



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

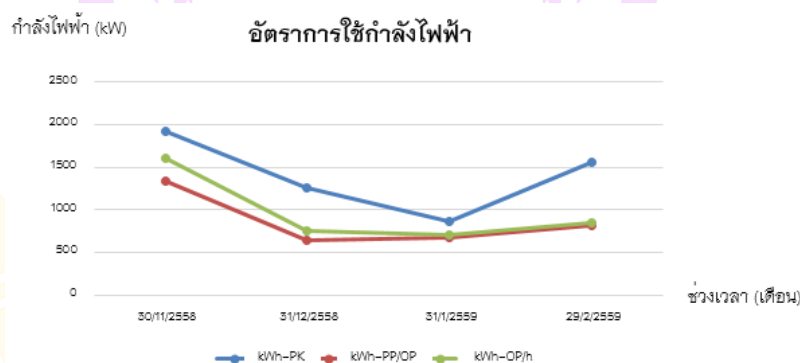
การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งมีสาเหตุมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม ระบบคมนาคม ที่รองรับการเจริญเติบโตแบบก้าวกระโดดล้วนต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้ามาช่วยในการขับเคลื่อนประเทศในทุกกิจกรรมและนอกจากนี้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคธุรกิจ ภาคการศึกษา หน่วยงาน องค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนล้วนต้องใช้เวลาพลังงานไฟฟ้าในดำเนินงานเพิ่มมากขึ้นโดยพบว่าการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในปี 2560 มีอัตราการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 185,370 ล้านหน่วย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1.4 ในปี 2561 ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในภาคธุรกิจที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าถึงร้อยละ 25 ซึ่งรวมไปถึงหน่วยงานจัดการศึกษาที่กระจายอยู่ในทุกจังหวัดของประเทศที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงเนื่องจากต้องใช้ในกระบวนการเรียนการสอนและในปี 2561 ประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ 29,968 เมกะวัตต์ ซึ่งอยู่ในช่วงเวลากลางวันและที่สำคัญประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด 42,715 เมกะวัตต์ [1] ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าของประเทศในอนาคตหากไม่มีระบบบริหารจัดการที่ดีและเหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นหน่วยงานที่จัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาเป็นสถาบันการศึกษาแห่งแรกของจังหวัดเชียงรายปัจจุบันจัดการศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอก รวมทั้งสิ้น 96 หลักสูตร มีนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยประมาณ 20,000 คน ตั้งอยู่บนพื้นที่กว่า 1,400 ไร่ มีอาคารและสิ่งปลูกสร้างมากกว่า 109 อาคาร [2] ใช้แรงดันไฟฟ้า ขนาด 22-33 กิโลวัตต์ มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 314,549.5 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 1,355,007.24 บาท [3] และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีจำนวนของอาคารที่อยู่ระหว่างก่อสร้างรวมถึงครุภัณฑ์ทางการศึกษาที่ใช้ในการเรียนการสอนมากมายที่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าและหากไม่มีมาตรการในการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือระบบการจัดการใช้ไฟฟ้าที่ดีส่งผลทำให้มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายต้องรับภาระค่าไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นรวมถึงภาพรวมการใช้ไฟฟ้าของประเทศที่มีปริมาณสูงมากขึ้น



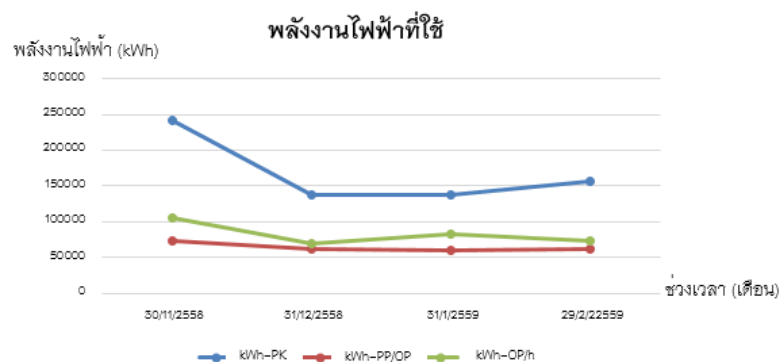
รูปแบบการตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้า (Demand Response : DR) เป็นทางเลือกหนึ่งในการส่งเสริมและการบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและช่วยในการลดการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Demand Peak) เพื่อให้สามารถควบคุมการผลิตและจ่ายไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นที่ต่ออาศัยเทคโนโลยีทางด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการได้ง่ายและที่สำคัญจะช่วยขยายระยะเวลาการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ได้เพิ่มมากขึ้น

การบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยระบบบริหารพลังงานสำหรับสำนักงานเป็นวิธีที่จะช่วยในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดภาระค่าไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเนื่องจากภายในมหาวิทยาลัยมีหน่วยงานประเภทสำนักงานที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงอยู่ตลอดเวลาและต่อเนื่องเพราะเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้บริการทั้งอาจารย์ นักศึกษาและบุคคลทั่วไป ดังนั้นหากต้องการที่จะลดภาระทางไฟฟ้าของทางมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงรายจำเป็นต้องมีระบบบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับสำนักงานโดยหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับโหลดที่ใช้ในสำนักงานแต่ละแบบ



ภาพ 1 อัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

จากภาพ 1 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายจำนวน 4 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2558 ถึง กุมภาพันธ์ 2559 พบว่าในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึง มกราคม 2559 เป็นช่วงที่มีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าลดลงเนื่องจากการใช้เครื่องปรับอากาศภายในมหาวิทยาลัยน้อยกว่าในช่วงภาวะปกติ



**ภาพ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่**

จากภาพ 2 แสดงให้เห็นปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2558 ถึง กุมภาพันธ์ 2559 พบว่าในช่วงระหว่างเดือน ธันวาคม 2558 ถึง มกราคม 2559 มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าในช่วงเดือนอื่น ๆ เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูหนาวส่งผลทำให้การใช้งานเครื่องปรับอากาศมีปริมาณลดลง

ตาราง 1 แสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ราย 4 เดือน

วันที่อ่าน	kW-PK	kW-PP/OP	kW-OP/h	kWh-PK	kWh-PP/OP	kWh-OP/h	Sum kWh	kVAR	หน่วย	ค่าไฟฟ้า
30/11/2015	1,920.75	1,330.36	1,605.88	242,377.10	73,287.77	104,539.37	420,204.20	952.50	6,835.80	1,153,939.50
31/12/2015	1,248.77	639.99	749.26	136,974.50	62,360.48	68,526.29	267,861.30	718.04	6,698.70	1,126,209.70
31/1/2016	868.83	673.15	696.63	137,056.40	60,192.12	81,717.25	278,965.80	508.78	6,154.20	1,288,783.90
29/2/2016	1,549.34	813.80	845.10	156,029.70	61,269.42	73,867.61	291,166.70	790.32	65,513.30	1,851,095.84
เฉลี่ย	1,396.92	864.33	974.22	168,109.43	64,277.45	82,162.63	314,549.50	742.41	21,300.50	1,355,007.24

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นถึงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ราย 4 เดือน ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ โดยจะมีค่าเฉลี่ยของค่าไฟฟ้าเท่ากับ 1,355,007.24 บาท เพื่อช่วยเพิ่มมหาวิทยาลัยลดภาระค่าไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพมุ่งเน้นในกลุ่มของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น เครื่องปรับอากาศ บั๊มน้ำ ห้องปฏิบัติการที่ใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น



ภาพ 3 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดปี 2561

ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2561

จากข้อมูลดังภาพ 3 ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศและเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายและของประเทศไทยพบว่าแนวโน้มสูงขึ้นตามการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมดังนั้นจึงมีแนวคิดในการหารูปแบบการบริหารจัดการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยที่มีความเหมาะสมโดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงานเพื่อช่วยลดการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาดังกล่าวและใช้ไฟฟ้าได้อย่างคุ้มค่ามีประสิทธิภาพสูงสุดร่วมกับการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการ

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของความต้องการของไหลระหว่างการจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมกับแบบดีมานด์ เรสปอนส์

### ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยเป็นการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีการจำลองระบบการบริหารจัดการพลังงานสำนักงานเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมโดยทำการทดสอบรูปแบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการใช้โซลาร์เซลล์และเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ากับการใช้โซลาร์เซลล์

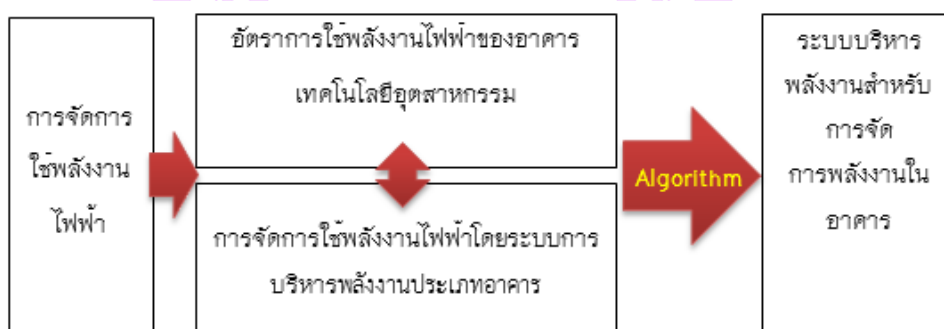
ขอบเขตด้านสถานที่

กรณีศึกษา ห้องพักอาจารย์ จำนวน 1 ห้อง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ขอบเขตด้านระยะเวลา

เดือนธันวาคม 2559 ถึง เมษายน 2561

### กรอบแนวคิดการวิจัย



### ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้อัลกอริทึมที่เหมาะสมสำหรับการบริหารพลังงานในอาคาร
2. ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายไฟฟ้ารายเดือน
3. ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด
4. เป็นต้นแบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

### นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ระบบการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2. ระบบการบริหารพลังงานสำหรับสำนักงาน คือ การใช้เทคโนโลยีและระบบสารสนเทศมาใช้ในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานจากโซลาร์เซลล์
3. ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด คือ ค่าสูงสุดของค่าพลังไฟฟ้า ในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง
4. ดีมานด์ เรสปอนส์ คือ การตอบสนองความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมร่วมกับพลังงานโซลาร์เซลล์ ผ่านทางระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ
5. อัลกอริทึม คือ รูปแบบการจัดการที่อาศัยกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้อธิบายเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน
6. Smart Energy Control (SEC) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และไฟฟ้าปกติโดยใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกินจากค่าที่พยากรณ์ไว้ซึ่งจะควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติจากไมโครคอนโทรลเลอร์

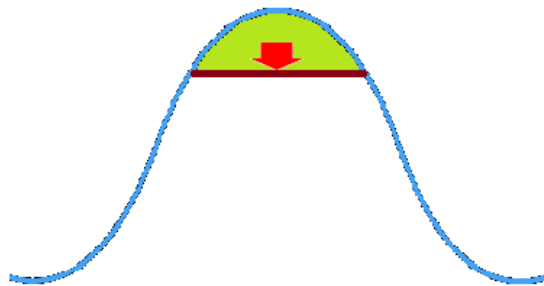
## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Side Management : DSM) คือ แนวทางการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่า (Promotion of Electricity Energy Efficiency) โดยเป็นที่นิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อเกิดวิกฤตทางด้านพลังงานทำให้ทั่วโลกต้องช่วยกันพิจารณาและบริหารจัดการใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาทั้งภาวะการขาดแคลนพลังงานที่มาจากฟอสซิล ปัญหามลภาวะทางอากาศที่มีความรุนแรงและอันตรายต่อทั้งสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เป็นต้น การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยในการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้า การวางแผนในการพัฒนาโรงไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ก่อให้เกิดความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยในประเทศไทยได้นำการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้ามาใช้เป็นประเทศแรกในภูมิภาค เพื่อให้เกิดเป็นแบบแผนในการใช้ไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพและมั่นคง โดยปัจจุบันการจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับกิจการหรือสถานประกอบการที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมี 6 รูปแบบ ได้แก่

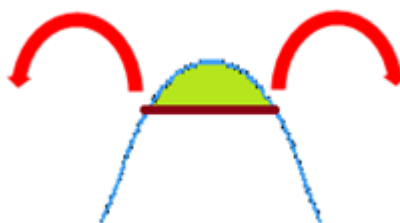
1. การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak clipping) ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการไฟฟ้าที่ง่ายและสะดวกที่สุดโดยอาศัยการควบคุมปริมาณและระยะเวลาในการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้ใช้โดยตรงดังภาพ 4



ภาพ 4 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak Clipping

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.

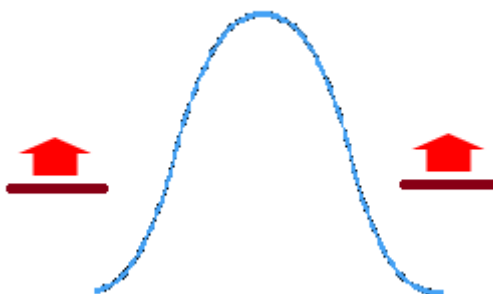
2. การจัดการโหลดที่ใช้งานในอยู่ในช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak shifting) เป็นการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการใช้งานของโหลดโดยให้โหลดทำงานอยู่ในช่วงก่อน Peak Load หรือหลังช่วง Peak Load เพื่อช่วยให้ลดช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุดดังภาพ 5



ภาพ 5 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Peak shifting

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.

3. การนำเทคโนโลยีการกักเก็บแหล่งพลังงาน (Energy Storage) มาใช้ (Valley Filling) เป็นวิธีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อาศัยแหล่งพลังงานมาเสริมในช่วงที่มีความต้องการโดยอยู่ในเวลา Off Peak เป็นการเพิ่มปริมาณจำหน่ายในขณะที่ต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Long run marginal cost) ต่ำกว่าค่าของราคาไฟฟ้าโดยเฉลี่ย หรือเป็นการเพิ่มโหลดให้อยู่ในช่วง Off Peak ดังภาพ 6

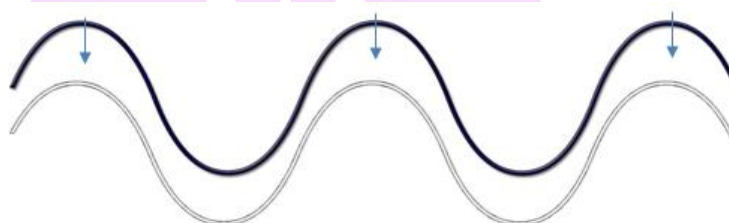


ภาพ 6 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Valley Filling



ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.

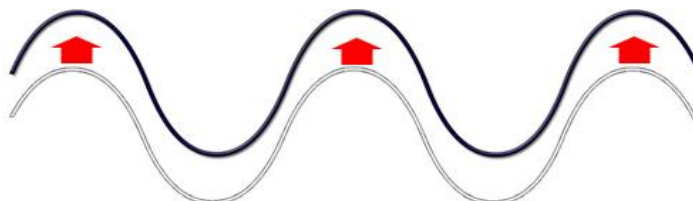
4. การส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและคุ้มค่า (Strategic Conservation) โดยเป็นการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในทุกช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า รวมทั้งการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งวิธีนี้เป็นทางเลือกที่ง่ายและสะดวกที่สุดแต่ต้องมีการรณรงค์และส่งเสริมให้มีการปฏิบัติอย่างจริงจังในทุกๆภาคส่วนดังภาพ 7



ภาพ 7 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Conservation

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย , ม.ป.ป.

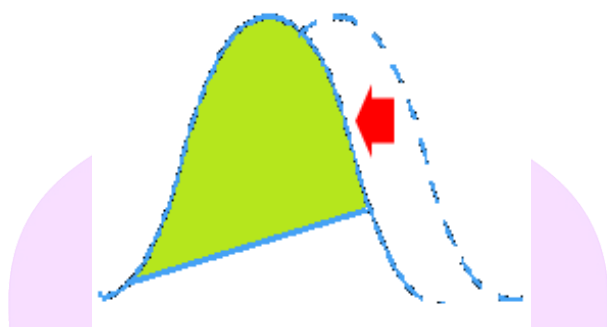
5. การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อาศัยการใช้แหล่งพลังงานทดแทนเข้ามาใช้เพิ่มในระบบการผลิตไฟฟ้า (Strategic Load Growth) เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตหลักอีกทั้งยังช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้างดังภาพ 8



ภาพ 8 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Strategic Load Growth

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย , ม.ป.ป.

6. การปรับเปลี่ยน Load Shape ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า (Flexible Load Shape) วิธีนี้เป็นการปรับช่วงเวลาของการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อเป็นการเลี่ยงช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าสูงสุดดังภาพ 9



ภาพ 9 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ Flexible Load Shape

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย , ม.ป.ป.

#### ดัชนีการใช้พลังงาน

ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Utilization Index – EUI) เป็นตัวกลางที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานแทนที่จะเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานเพียงอย่างเดียว โดยดัชนีการใช้พลังงานนี้จะเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่ทำให้การเปรียบเทียบผลของการอนุรักษ์พลังงานของหน่วยงานเป็นไปอย่างถูกต้อง และช่วยให้การอนุรักษ์พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และไม่รบกวนหรือขัดขวางการทำงานตามปกติของหน่วยงาน

#### ระบบการบริหารจัดการพลังงาน

ระบบการบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System: EMS) คือ ระบบที่มีการควบคุมสั่งการจากส่วนกลาง (Central Control Center) สามารถติดตามผลจากส่วนกลาง และสามารถควบคุมการใช้พลังงานระหว่างอาคารได้ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมการใช้พลังงานให้เหมาะสม เช่น ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงาน HVAC (Heat Ventilation and Air Condition) และระบบผลิตน้ำร้อน ซึ่งระบบทั้งหมดส่วนใหญ่จะเป็นแบบติดตั้งและควบคุมเฉพาะจุด (Stand alone)

ระบบการบริหารจัดการพลังงานเป็นระบบควบคุมสั่งการที่ส่วนกลางทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดภายในอาคารพร้อมกันโดยอาศัยเซนเซอร์เป็นตัวตรวจวัดและส่งสัญญาณทั้งอาคารเพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางแปลผลและส่งข้อมูลการประมวลผลผ่านไปยังชุดควบคุมเพียงชุดเดียวหรือการควบคุมผ่านทางแอปพลิเคชัน

### ระบบการจัดการพลังงานงานในอาคาร

ระบบอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System: BAS) หรือระบบควบคุมอาคาร (Building Control System: BCS) เป็นการนำระบบการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศนำมาประยุกต์ใช้ ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบอาคารต่าง ๆ เข้าด้วยกัน [4] เพื่อทำให้เกิดผลดังต่อไปนี้คือ

1. การควบคุมการใช้พลังงานของอาคารโดยผ่านระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ
2. การควบคุมสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นและระดับของแสงสว่างที่มีความเหมาะสมกับการดำเนินกิจกรรมและผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคาร
3. การบริหารจัดการอาคารให้มีประสิทธิภาพด้วยการจัดเก็บข้อมูลที่แม่นยำ ง่ายต่อการวางแผนการซ่อมบำรุงและตัดสินใจ

การทำงานของระบบ (Building Automation System : BAS) เป็นการนำเอาหลักการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ในระบบสาธารณูปโภคทั้งหมดของอาคาร ให้สามารถควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่ออำนวยความสะดวก และความแม่นยำ รวมไปถึงการจัดการงานระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นิยมทำเป็นระบบเครือข่าย Network แบบ LAN (Local Area Network) โดยรูปแบบของการเชื่อมต่อเข้าระบบเครือข่ายของระบบ BAS จะเป็นแบบ บัส (Bus) มีลักษณะเป็นเส้นตรงและมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่เป็นกิ่งก้านออกจากเส้นตรงหลักซึ่งข้อดี ของระบบนี้คือ สามารถใช้ ซอฟต์แวร์, ข้อมูล, อุปกรณ์ประกอบทางด้าน Hardware ร่วมกัน โดยมีการแบ่งระดับของการควบคุมมีทั้งหมด 4 ระดับคือ Management Level, System control Level, Process Control Level และ Equipment Level

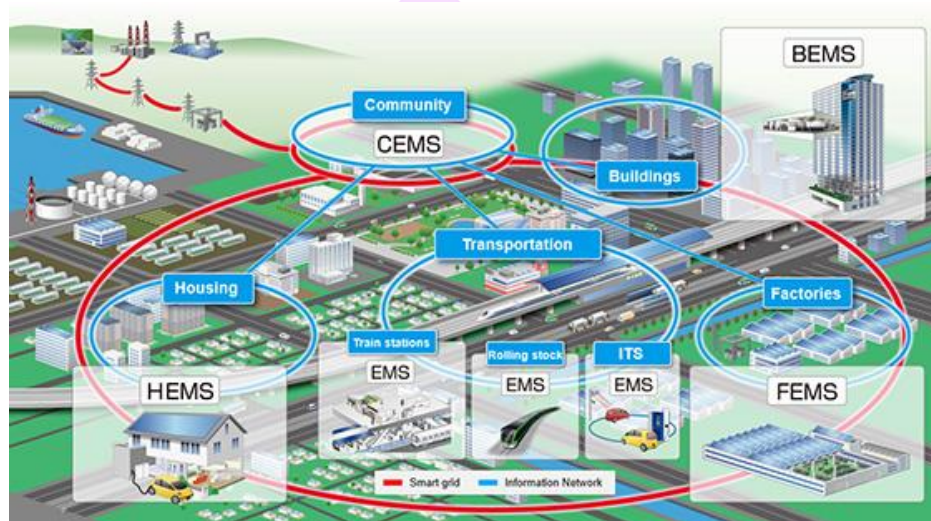
ระบบ (Building Automation System : BAS) นั้นโดยปกติทั่วไปจะประกอบด้วย ระบบการจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management System: BEMS) ช่วยในการป้องกันทางกายภาพ การเข้าถึงการควบคุม ความปลอดภัยด้านเพลิงไหม้ และระบบอื่น ๆ (เช่น ลิฟต์ ป้ายประชาสัมพันธ์ และกล้องวงจรปิด) โดยระบบการจัดการพลังงานในอาคาร (BEMS)

จะเป็นการควบคุมระบบความร้อน การหมุนเวียนอากาศ และเครื่องปรับอากาศ (Heating, Ventilation and Air condition: HVAC) และระบบแสงสว่างภายในอาคารโดยเฉพาะการควบคุม ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ HVAC เช่น Air handling units (AHUs), เครื่องทำความเย็น และ องค์ประกอบเครื่องทำความร้อน ระบบการจัดการพลังงานในอาคารเป็นส่วนประกอบสำคัญของกลุ่มอาคารสมัยใหม่ ซึ่งเป็นการทำให้เกิดความต้องการคือการใช้พลังงานที่น้อยที่สุดในขณะที่ผู้ใช้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก [5] ในสหรัฐอเมริกาการใช้พลังงานทุกปีโดยประมาณ 40% ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด และการบริโภคไฟฟ้า ประมาณ 70% จะมาจากการใช้ภายในอาคาร ปริมาณดังกล่าวเมื่อเทียบกับสถิติการใช้พลังงานโลกซึ่งใช้พลังงานภายในอาคารประมาณ 30% ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด และมีการบริโภคไฟฟ้าประมาณ 60% โดยอาคารส่วนใหญ่จะใช้การควบคุมด้วยระบบ โครงข่ายที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมรอบๆอาคาร อาคารที่ถูกใช้งานมานานจะมีลักษณะ ของการเสื่อมสภาพ มีการปรับปรุงพื้นที่ภายในอาคาร และการใช้งานที่เปลี่ยนไปโดยเฉพาะ อาคารในกลุ่มธุรกิจ ในเรื่องของสภาพอากาศทั้งภายในภายนอกมีการปรับเปลี่ยนตามการ เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของอาคาร ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบระบบ BEMS/HVAC เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ความไม่แน่นอนของการใช้งานในอาคาร และสิ่งแวดล้อมภายนอก อาคาร ระบบการบริหารจัดการพลังงานในอาคารรูปแบบใหม่มีความต้องการพื้นฐานมากมาย เนื่องจากจำนวนของข้อมูลที่มีมาก การควบคุม เช่น เซอร์ และลักษณะการพัฒนาที่ ยุ่งยาก และระบบอัจฉริยะ (Computing intelligent) ซึ่งทั้งหมดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการ ใช้พลังงาน ความมั่นคงในการใช้พลังงาน และสะดวกต่อผู้ใช้งานภายในอาคาร ขอบเขตของ ระบบการจัดการพลังงานในอาคารจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1) ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 2) การรวมระบบการจัดการพลังงานในอาคารเข้ากับการไฟฟ้าและระบบสมาร์ตกริด เทคโนโลยี และ 3) ความยืดหยุ่น สะดวกและมีความปลอดภัยในการใช้งาน [6]

### ระบบการบริหารพลังงานประเภทโรงงาน

ระบบการบริหารพลังงานภายในโรงงาน (Factory Energy Management Systems : FEMS) เป็นระบบการบริหารพลังงานที่อยู่ภายใต้การดำเนินการของโรงงานอุตสาหกรรม ประเภทต่าง ๆ ที่มีความต้องการพลังงานและไฟฟ้าที่มีปริมาณสูงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการ บริหารพลังงานภายในโรงงาน จะต้องดำเนินการภายใต้กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนด มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมจะต้องมีวิธีการจัดการพลังงานทั้ง

ทางด้านพฤติกรรม จิตสำนึก รวมทั้งเทคนิควิธีการทางวิศวกรรมทำงานร่วมกันอย่างมีระบบ [7] เพื่อให้สามารถใช้พลังงานภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะต้องมีวิธีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการพลังงาน



ภาพ 10 ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid)

**ที่มา:** ระบบบริหารจัดการพลังงาน HEMS, BEMS, FEMS, CEMS และพลังงานทดแทน , 2558

#### สมาร์ตกริด

จากภาพ 10 เป็นการแสดงระบบสมาร์ตกริด (Smart Grid) คือระบบโครงข่ายที่ตอบสนองสำหรับการส่งไฟฟ้าอัจฉริยะแบบครบวงจรโดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลซึ่งเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่มีลักษณะของการรวมเอาการผสมผสานทางด้านเทคโนโลยีที่มีความหลากหลายมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นและประสิทธิภาพของการจัดหาแหล่งผลิตไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายไฟฟ้า โดยเทคโนโลยีนี้จะช่วยในการลดต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายไฟฟ้าไปสู่ผู้บริโภค และเป็นระบบโครงข่ายสำหรับส่งไฟฟ้าอัจฉริยะแบบครบวงจรโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ

สมาร์ตกริดจะทำหน้าที่ในการส่งจ่ายไฟฟ้าจากผู้ผลิตและให้บริการทางด้านไฟฟ้าไปสู่ผู้บริโภคด้วยระบบการสื่อสารสองทาง (Two Way Communication) เพื่อควบคุมอุปกรณ์

เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนของผู้บริโภคซึ่งช่วยให้สามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ให้บริการระบบสมาร์ตกริดมีการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมกับโปรแกรมที่สามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าได้ตามเวลาจริง (Real Time) ทำให้ทราบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเท่าไรที่จุดไหนบ้าง เพื่อช่วยคำนวณการแจกจ่ายกระแสไฟ ช่วยให้การจ่ายกระแสไฟฟ้ามีความเสถียร ลดปัญหาไฟดับในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ทั้งยังทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นพฤติกรรมและปรับลดการใช้พลังงานของตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในอนาคตเพื่อมุ่งหน้าไปสู่เมืองอัจฉริยะด้วยสมาร์ตกริด ต้องวางโครงสร้างพื้นฐานให้ครบวงจรทั้งระบบ เริ่มตั้งแต่การผลิต การจัดเก็บพลังงาน การส่งจ่ายไฟฟ้า และการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ภายในบ้านจะต้องสามารถสื่อสารแบบสองทางได้ [8]

### การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน

การลดการผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การใช้สายส่งที่ทันสมัยและการนำปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าเช่น พลังงานลม พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง และพลังงานแสงอาทิตย์ แหล่งพลังงานเหล่านี้มีข้อได้เปรียบในการทดแทนของเดิมที่ใช้ไปได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้พลังงานทดแทนจึงผลิตได้อย่างไม่มีวันหมดสิ้นแต่ต้องมีเครื่องผลิตไฟฟ้าเฉพาะที่มีการออกแบบการใช้แหล่งพลังงานทดแทนเหล่านี้ที่มีประสิทธิภาพเช่น กังหันลมต้องการที่จะเปลี่ยนการไหลของอากาศไปเป็นพลังงาน ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นไฟฟ้า และอื่นๆ มากไปกว่านั้นยังช่วยในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเป็นการพิจารณาทางเลือกในการผลิตไฟฟ้าที่มีราคาต้นทุนถูกกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันและก๊าซธรรมชาติในการพิจารณาในด้านการใช้ น้ำมันและการขนส่ง ในหลายประเทศผู้ประกอบการด้านพลังงานได้สร้างโรงผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้าใช้แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอุตสาหกรรมหลักของโลกซึ่งมีปริมาณการผลิตรวมกันราว 238,000 เมกกะวัตต์ (ค.ศ.2011) ตัวอย่างอื่นๆของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนเช่น ระบบการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ซึ่งประกอบด้วย 9 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีกำลังผลิตไฟฟ้าที่ 354 เมกกะวัตต์ [9]

ยิ่งไปกว่านั้นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมีจำนวนเพิ่มขึ้นและกำลังเป็นที่นิยมในหมู่ของผู้บริโภค ครัวเรือนจำนวนมากมีการติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง ตลอดจนภาครัฐได้มีการให้เงินทุนอุดหนุนสำหรับการติดตั้งและการขายไฟฟ้ากลับสู่สายส่ง ซึ่งจุดมุ่งหมายของระบบนี้ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน เช่นเดียวกันเนื่องจากผู้บริโภค

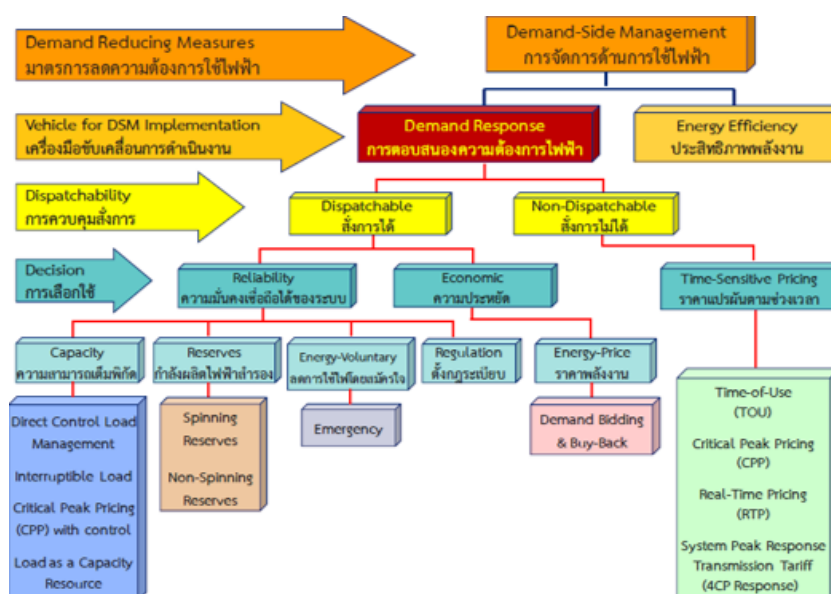
สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในที่อยู่อาศัยจะสามารถลดความต้องการใช้ไฟฟ้าและความหนาแน่นบนสายส่งในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ทำให้ไฟฟ้ามีความพอเพียงในการใช้

### การตอบสนองของความต้องการ

ระบบสายส่งในอนาคตจะมีลักษณะการทำงานแบบตอบสนองสองทางระหว่างผู้บริโภคและผู้ให้บริการ ด้วยคุณลักษณะเด่นนี้จะทำให้สามารถเปิดกว้างในการใช้งานเทคโนโลยีซึ่งจะทำงานร่วมกับการบริหารจัดการพลังงานผ่านการตรวจสอบติดตามแบบกระจายศูนย์ ดังนั้นการตอบสนองความต้องการ (Demand-response: DR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมาร์ตกริดที่จะเสนอความเป็นไปได้ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านของผู้บริโภค และอาคารสำนักงาน และยังลดความหนาแน่นภายในสายส่งในช่วงของการใช้งานไฟฟ้าสูงสุด โดยการปรับปริมาณความต้องการไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น สามารถให้ข้อมูลที่แน่นอนของรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของผู้บริโภคเองซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการติดตามตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงและการใช้ไฟฟ้าที่สมดุลในแนวทางที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และหลีกเลี่ยงความแออัดบนสายส่งไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีประโยชน์มากในบริบทของการผลิตไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยจากพลังงานทดแทนซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถซื้อขายไฟฟ้าส่วนเกินที่ตนเองผลิตได้

Demand Response คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยผู้ใช้ไฟฟ้าจากการใช้งานในรูปแบบเดิม เพื่อช่วยในการตอบสนองต่ออัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ หรือเป็นลักษณะการตอบสนองต่อแรงจูงใจในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความต้องการในการดำเนินการ รวมทั้งการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้าสูง หรือในช่วงที่ระบบเกิดปัญหาการผลิตไฟฟ้าไม่พอต่อความต้องการใช้

จากภาพ 11 พบว่า Demand Response จัดอยู่ในส่วนหนึ่งของการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Side Management ; DSM) ซึ่งจะเน้นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Electricity Energy Efficiency : EEE) ซึ่ง Demand Response จะพิจารณาให้ความสำคัญด้านการประเมินความน่าเชื่อถือได้ของระบบ โดยให้ความสำคัญต่อการลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดมากกว่าการใช้พลังงานโดยรวมอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพ 11 รูปแบบการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า

ที่มา: DSM การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย , ม.ป.ป.

### โครงสร้างพื้นฐานการอ่านมาตรวัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบก้าวหน้า

โครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรวัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบก้าวหน้า (Advance Metering Infrastructure: AMI) คือการใช้งานหลักของสมาร์ตกริดในอนาคต โครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรแบบก้าวหน้าจะมีให้ประโยชน์ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยมีมิเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัววัดติดตามตรวจสอบแบบตามเวลาการใช้งานจริง เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรแบบก้าวหน้าจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญจำเป็นต่อสมาร์ตกริด ซึ่งจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำที่จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการในภาคธุรกิจ โครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรแบบก้าวหน้าสามารถถูกใช้งานโดยการเก็บข้อมูลของการบริโภคไฟฟ้ารายเดือนเพื่อใช้ในการเรียกเก็บเงินโดยให้ข้อมูลรายละเอียดการใช้งานเช่น ความต้องการใช้ เวลาใช้งาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และข้อมูลคุณภาพไฟฟ้าการใช้งานเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรแบบก้าวหน้าในด้านของการดำเนินการสามารถกำจัดความต้องการใช้แรงงานที่มากในกระบวนการของภาคธุรกิจเช่น การใช้คนออกไปอ่านมิเตอร์ไฟฟ้า การใช้คนสำหรับการบริการเชื่อมต่อและตัดไฟฟ้า การพยากรณ์ความต้องการและคาดการณ์เกิดไฟฟ้าดับหรือขัดข้องและการจัดการซ่อมแซม และอื่น ๆ ที่



มิเตอร์สามารถตอบสนองงานได้ ยิ่งไปกว่านั้นระบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบการอ่านมาตรแบบก้าวหน้าจะมีคุณลักษณะการตอบสนองการใช้งานแบบสองทาง (Two-way communication) จะสามารถใช้ประโยชน์ในการส่งสัญญาณเตือนช่วงใกล้จุดค่าบริการไฟฟ้าสูงสุดให้แก่ผู้บริโภครับรู้ เช่น การสื่อสารโดยตรงกับผู้บริโภคสามารถส่งเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานในช่วงของเวลาการใช้ไฟฟ้าสูงสุด เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการควบคุมโดยตรงของการบริหารจัดการความต้องการ (Demand Response : DR)

### ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในสมาร์ทกริด

ความสมบูรณ์ของการใช้งานของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญมากสำหรับการใช้งานในระบบสมาร์ทกริด โดยเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทที่สำคัญในการริเริ่มดำเนินการงานด้านสมาร์ทกริด เช่น ระบบการสื่อสารไร้สายและโครงข่ายการตรวจจับไร้สาย (Wireless sensor) ซึ่งปัจจุบันได้เริ่มใช้งานอย่างแพร่หลายในหลายองค์กรเช่น โรงงานอุตสาหกรรมและระบบโทรคมนาคม เป็นต้น โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีดังกล่าวได้พัฒนาอย่างสมบูรณ์ทำให้สามารถประยุกต์ใช้สำหรับการดำเนินงานในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าได้

### การสื่อสารแบบดิจิทัล

การสื่อสารแบบดิจิทัลเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบการควบคุมและดำเนินการในระบบสายส่งปัจจุบันและจะกลายเป็นปัจจัยสำคัญในระบบสมาร์ทกริด โดยสายส่งจ่ายไฟฟ้าจะมีระบบการติดตามตรวจสอบโดยปกติทั่วไปด้วยระบบ Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) [10] ซึ่งทำการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ในพื้นที่จุดติดตามภายในโครงข่ายไฟฟ้า อย่างไรก็ตามธรรมชาติของระบบควบคุมนี้จะอาศัยโครงข่ายการสื่อสารที่มีระดับย่านความถี่ต่ำและไม่มีความยืดหยุ่น ในระบบสมาร์ทกริดโดยโครงสร้างพื้นฐานของการสื่อสารที่มีอยู่จะถูกแทนที่โดยรูปแบบและมาตรฐานของเทคโนโลยีสื่อสารที่พบเห็นในปัจจุบันคือ การใช้งานอินเทอร์เน็ต โครงสร้างพื้นฐานของการสื่อสารจะมีความจำเป็นในการขยายและเพิ่มย่านความถี่ของคลื่นเพื่อสนับสนุนการตอบสนองความต้องการของการทำงานที่มากขึ้นเช่น โครงสร้างพื้นฐานระบบการอ่านมาตรวัดแบบก้าวหน้าและระบบการจัดการพลังงานเช่น การติดตามที่ครอบคลุมทุกพื้นที่และอุปกรณ์การตรวจจับเฉพาะตามความต้องการ ตลอดจนขั้นตอนและการบริการทางด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารในอนาคต ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นสูงมีความเชื่อมั่นและพอเพียงต่อการใช้งานเพื่อสนับสนุนระบบสมาร์ทกริด

### การตรวจจับแบบไร้สาย

ปัจจุบันการดำเนินการควบคุมของสายส่งจ่ายไฟฟ้ามีพื้นฐานการวัดซึ่งเป็นกุญแจสำคัญที่อยู่ภายในโครงสร้างพื้นฐานการกระจายศูนย์ การวัดแบบนี้ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถสังเกตคุณภาพของอุปกรณ์และสายส่งได้ และดูแลคุณภาพของการจัดส่งไฟฟ้าและสร้างเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการด้านยุทธศาสตร์ ผู้ควบคุมสายส่งจ่ายไฟฟ้าสามารถเชื่อมั่นในตัวตรวจจับภาคสนามในการตรวจวัด ตัวตรวจจับในทุกวันนี้ส่วนมากนิยมเป็นแบบไร้สายเป็นตัวกลางในการสื่อสารเช่น โทรศัพท์แบบไร้สายที่สามารถส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังผู้ควบคุมระบบ อย่างไรก็ตามระบบสายส่งนี้จะเพิ่มต้นทุนการใช้งานและข้อจำกัดในเรื่องจำนวนตัวตรวจจับที่สามารถใช้งานได้ใสายส่งไฟฟ้าเนื่องมาจากมีการขยายการใช้งานเพิ่มขึ้น ตัวตรวจจับแบบนี้มีลักษณะที่สอดคล้องกับระบบควบคุมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในอนาคตการใช้งานสมาร์ตกริดจะสามารถตอบสนองของความต้องการในการวัดผลจากสายส่งมากขึ้นและตัวตรวจจับจะมีความจำเป็นต่อการใช้งานที่มากขึ้นและนำมาใช้ในการวัดผลที่มีจำนวนความถี่มากขึ้น ล่าสุดการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless technology) และระบบไมโครเทคโนโลยี (Micro-electro-mechanical: MEMS) มีการดำเนินการพัฒนาในตัวของเทคโนโลยีการตรวจจับรูปแบบใหม่ ซึ่งบูรณาการโดยตัวตรวจจับ การประมวลผลข้อมูล และองค์ประกอบของการสื่อสาร ที่สามารถสื่อสารกันในระยะที่สั้นลง นอกเหนือจากนี้ยังให้ต้นทุนที่ต่ำและการใช้งานที่ง่าย ธรรมชาติของอุปกรณ์ไร้สายนั้นจะอำนวยความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลการวัดผลที่มีความละเอียดสูงโดยการใช้งานสมาร์ตกริด เทคโนโลยีการตรวจจับไร้สายจะมีความสำคัญมากสำหรับการใช้งานในด้านการบริหารจัดการพลังงานและการใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือนโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิภายในบ้าน และการเคลื่อนไหวของคนภายในบ้าน ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Parveen Dabur, Gurdeepinder Singh and Naresh Kumar Yadav (2012). [10] ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของการจัดการความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้ายังไม่ประสิทธิภาพทำให้โรงไฟฟ้าต้องผลิตไฟฟ้าและส่งไปยังผู้บริโภค ซึ่งในโรงไฟฟ้าจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าสูงขึ้นเนื่องจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้การก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ต้องมีขนาดใหญ่

เพื่อรองรับการขยายตัวของโหลดในอนาคต แต่การที่จะสร้างโรงไฟฟ้าให้เพียงพอในประเทศที่กำลังพัฒนานั้นไม่สามารถทำได้ดังนั้นการจัดการใช้ไฟฟ้าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาโดยต้องมีการเลือกใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาเพื่อลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของผู้บริโภคโดยการควบคุมและจัดการโหลดจากทางด้านสาธารณูปโภค

D. Stimoniaris, et al., (2016) [11] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าโดยทำการออกแบบระบบควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้าโดยใช้ซอฟต์แวร์มาช่วยในการจัดการเพื่อให้สามารถใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพโดยอาศัยการบริหารแบบไมโครกริดเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยระบบมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการเลือกใช้แหล่งพลังงานทั้งพลังงานทดแทนและสายส่งไฟฟ้าซึ่งการบริหารแบบบัสนี้จะช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งผลการทดลองพบว่าเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบัสสามารถควบคุมการจัดการด้านไฟฟ้าตามโครงสร้างของสมาร์ตกริด

กิตติวุฒิ จินนะบุตร, ชงชัย คล้ายคลึง และ กฤตวิทย์ บัวใหญ่ (2558) [12] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองโหลด ทดสอบกับอาคารเป้าหมาย 2 อาคารประกอบด้วยอาคารบ้านพักอาศัยและอาคารสำนักงาน โดยเริ่มต้นจากการจัดทำบัญชีรายชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและตารางเวลาการทำงาน เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองโหลด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด การกำหนดและการดำเนินมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟที่ลดได้เมื่อดำเนินมาตรการตามที่เสนอ พบว่ากรณีบ้านพักอาศัยในวันทำงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 108.8 กิโลวัตต์/เดือน หรือคิดเป็นจำนวนเงินค่าไฟที่ลดได้เท่ากับ 612 บาท/เดือน ส่วนกรณีอาคารสำนักงานในวันทำงาน(จันทร์ - ศุกร์)สามารถลดพลังงานได้ 1065.42 กิโลวัตต์/เดือน หรือคิดเป็นจำนวนเงินค่าไฟที่ลดได้เท่ากับ 4,642.31 บาท/เดือน

Stanislav Misák, et al., (2015) [13] ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการด้านไฟฟ้าของบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) โดยทำการทดลองที่ VSB – Technical University of Ostrava campus สาธารณรัฐเช็ก ซึ่งเป็นการทดลองในแบบ Off Grid จากการทดลองพบว่า การจัดการด้านไฟฟ้าโดยใช้ ADSM (Active Demand Side Management) เป็นการใช้งานร่วมกันระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานทดแทน ระบบการตรวจวัด โดยจะควบคุมปริมาณการใช้โหลดไฟฟ้าโดยปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมและจัดการด้วย ADSM จะประกอบไปด้วย (1) ข้อจำกัด

ของค่าพารามิเตอร์ ที่กำหนดขึ้น (2) ระบบป้องกัน ความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ ของการทำงานในระบบ Off-Grid

Zvonimir Klaić, Krešimir Fekete and Damir Šljivac (2015) [14] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยในการจัดการโหลดร่วมกับระบบโซลาร์เซลล์ โดยปัจจุบันมีความพยายามที่จะนำพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในระบบไฟฟ้าแต่ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างการผลิตไฟฟ้าและความต้องการของผู้บริโภคซึ่งต้องสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้อย่างรวดเร็วและเพียงพอ โดยพลังงานทดแทนจำเป็นต้องมีระบบการจัดเก็บพลังงานที่เพียงพอ ดังนั้นการแก้ปัญหาและการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าต้องนำระบบสมาร์ตกริดเข้ามาใช้เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคให้มีความสมดุล

โดยบทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงการออกแบบระบบการใช้พลังงานทดแทนร่วมกับระบบไฟฟ้าโดยจะเน้นการจัดการโหลดที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดของบ้านโดยเครื่องปรับอากาศจะมีผลทำให้เกิดภาวะโหลดสูงสุดเมื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาจัดการในส่วนเครื่องปรับอากาศเพื่อให้ลดอัตราความต้องการสูงสุด

นัตยา คล้ายเรือง (2554) [15] ได้ศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการ Demand Response ในอุตสาหกรรมประเภทอาหาร และเครื่องดื่มพบว่าแนวโน้มค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของประเทศไทยในแต่ละปีมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการค่าพลังงานไฟฟ้า คือการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟสามารถร่วมกันจัดการการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาวิกฤตให้มีไฟฟ้าใช้ได้เพียงพอโดยการนำมาตรการ Demand Response มาใช้การดำเนินงานวิจัยได้สำรวจข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหารและเครื่องดื่มมาประเมินหาศักยภาพในการลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการ Demand response ของกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้ วัตถุประสงค์เพื่อให้ภาครัฐใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายการส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมให้สามารถดำเนินการลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศในช่วงเวลาวิกฤตได้ประสบผลสำเร็จ ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มอุตสาหกรรมประเภทอาหารและเครื่องดื่มสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศในช่วงเวลาวิกฤตได้เท่ากับ 284 เมกะวัตต์ โดยคิดเป็นร้อยละ 10 ของค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดรวมที่อุตสาหกรรมประเภทนี้ ซึ่งสามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ การดำเนินการด้วยมาตรการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเพื่อจ่ายโหลดในโรงงานแทนการใช้ไฟจากการไฟฟ้าช่วยลดได้ 241 เมกะวัตต์ และมาตรการปรับกระบวนการผลิตช่วยลดได้ 43 เมกะวัตต์

รัชฎาพร คาญ และ นัตยา คล้ายเรือง. (2558) [16] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาศักยภาพในการลดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาวิกฤต ด้วยมาตรการการตอบสนองด้าน

โหลด โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลการผลิต และศึกษารูปแบบการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มโรงงาน ตัวอย่างประเภทเคมีภัณฑ์ จำนวน 14 โรงงาน โดยทำการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของโรงงาน แล้วนำผลการสำรวจและตรวจวัดมาหาค่าศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ในช่วงที่ประเทศเกิดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเวลา 13.00–16.00 น. ของวันทำงานในฤดูร้อน จากผลการสำรวจสามารถสรุปมาตรการในการลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละโรงงานออกมาได้เป็น 2 แนวทาง คือ การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง และการปรับกระบวนการผลิต จากการศึกษาทำให้ทราบศักยภาพในการลดพลังไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน ตัวอย่าง 14 โรงงานมีค่าศักยภาพรวมสูงสุดเท่ากับ 5,628 กิโลวัตต์ หรือคิดเป็นร้อยละ 12.28 ของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดรวมที่โรงงานตัวอย่างทั้งหมดใช้ ส่งผลให้กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเคมีภัณฑ์มีศักยภาพในการช่วยลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดของประเทศได้เท่ากับ 32 เมกะวัตต์ ในช่วงเวลาวิกฤต

พจนันท์วัฒน์ เลาะเลิศสุขและคณะ (2556) [18] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมากเกินไปในส่วนของระบบปรับอากาศซึ่งจากการสำรวจและตรวจสอบผลจากความสูญเสียของระบบในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากระบบปรับอากาศ ในอาคารโรงแรมโนโวเทลแพลทินัม กรุงเทพฯ โดยเน้นไปที่ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) และมอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด และเมื่อได้ทำการตรวจวัดในส่วนของเครื่องจักรและการควบคุมพร้อมทั้งเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลพบว่ามีระบบในการควบคุมดูแลระบบทำความเย็นและปรับอากาศไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูงและใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการใช้วิธีจัดการวางแผนการบำรุงรักษาและการจัดการด้านตารางการเปิด – ปิดระบบทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยประเมินผลและเปรียบเทียบผลจากการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นและมอเตอร์ก่อนที่จะทำการปรับปรุงเทียบกับหลังทำการปรับปรุงพบว่าค่าไฟฟ้าลดลง 8 %

อาจารย์ ศุภสุธิกุล (2557) [19] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อเครื่องปรับอากาศมีการทำงานและหยุดทำงานในระยะสั้น และเพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน ทำการทดลองโดยศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากสภาวะการทำงานจริงทำการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงสั้นเป็นระยะเวลาต่างๆ กัน ผลการทดลองพบว่า การหยุดทำงานเครื่องปรับอากาศในระยะสั้นส่งผลให้เมื่อเปิดเครื่องทำงานอีกครั้งจะมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยที่สูงขึ้นพลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้นจาก 527.07 วัตต์ต่อชั่วโมง เป็น

527.2 วัตต์ต่อชั่วโมง เมื่อมีการปิดเป็นเวลา 10 นาที เมื่อปิดเครื่องเป็นเวลา 20–35 นาที พลังงานที่ใช้มีค่าเฉลี่ยที่ 529 วัตต์ต่อชั่วโมง เนื่องจากในช่วงหยุดการทำงานนั้นเกิดความร้อนสะสมภายในบริเวณห้องทำให้อุณหภูมิห้องเพิ่มมากขึ้น แต่การเพิ่มของพลังงานนั้นมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับผลประหยัดจากการปิดเครื่องปรับอากาศ อีกทั้งพบว่าจำนวนนาฬิกาที่ปิดเครื่องแปรผันโดยตรงกับผลประหยัดที่ได้ สรุปได้ว่าการปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลาสั้นส่งผลกระทบน้อยมากต่อการเพิ่มขึ้นของพลังงานจากภาวะปกติ การอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมที่สุดคือเมื่อผู้ใช้ออกจากห้องทุกครั้งควรปิดเครื่องปรับอากาศ

ศรายุทธ์ ขุนณรงค์ และคณะ (2559). [20] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยเทคนิคการปรับอุณหภูมิระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยจากการศึกษาพบว่าปัจจุบันอาคารสำนักงานต่าง ๆ ที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ จะมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น เนื่องจากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นและราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยก็สูงขึ้น ตามปัจจัยราคาน้ำมันดังนั้นก็การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการ อนุรักษ์และประหยัดพลังงานจึงถือเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยลดต้นทุนเกี่ยวกับค่าพลังงาน ไฟฟ้าในอาคารได้ จากการสำรวจพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารร้อยละ 55–65 ถูกใช้สำหรับระบบปรับอากาศ ซึ่งสำรวจสามารถควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพก็สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้บทความฉบับนี้จึงนำเสนอเทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารโดยการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ ให้เหมาะสมกับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ของอาคาร โดยการตรวจวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารซึ่งหากพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่าจุดที่กำหนด (Set Point) ระบบจะทำการปรับลดการทำงานของระบบปรับอากาศ โดยเริ่มจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุดก่อน แล้วทยอยปรับพื้นที่อื่นถัดไปตามลำดับ ตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนด เพื่อให้ระบบปรับอากาศลดภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงและอยู่ในระดับที่กำหนดที่ไม่เกินค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าลงได้

เบญจพร อภิวงศ์งาม และคณะ (2560) [21] ได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในกระบวนการผลิตถั่วแปะญี่ปุ่นแช่แข็งโดยพบว่าอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งมีการใช้พลังงานมากขึ้นอย่างต่อเนื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยการประยุกต์ใช้การจัดการพลังงานทางด้านวิศวกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการลดค่าไฟฟ้าในกระบวนการผลิตถั่วแปะญี่ปุ่นแช่แข็งโดยการปรับเปลี่ยนเวลาการเดินเครื่องจักรเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมกันและการควบคุมอัตราการผลิตให้มีความสม่ำเสมอ จาก

การศึกษา พบว่า ในกรณีศึกษาสามารถย้ายความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา On peak ให้ไปอยู่ในช่วงเวลา Off peak แทน ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 235.37 กิโลวัตต์ (27.94%) และปริมาณการใช้ ไฟฟ้าลดลง 2,169.03 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (15.24%) สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 9,416.92 บาท/วัน (23.88%) ส่งผลให้ค่าไฟฟ้าของกระบวนการผลิตในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ลดลง 320,323.03 และ 252,216.52 บาท ตามลำดับ ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะ ( $SEC_E$ ) ลดลง 0.030 kWh/kg (17.96%) และ 0.021 kWh/kg (14.09%) ตามลำดับ ค่าไฟฟ้าต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ลดลง 0.118 บาท/kg (18.04%) และ 0.114 บาท/kg (19.69%) ตามลำดับโดยเทคนิคดังกล่าวสามารถช่วยให้ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงานในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมลดลง 851,036.33 บาท (13.92%) และ 1,278,702.99 บาท (18.41%) เทคนิคดังกล่าวนอกจากจะช่วยลดค่าไฟฟ้ายังทำให้โรงงานมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีขึ้น

ปิยะพล บวรอุดมวงศ์ และสาธิต พุทธิชัยยงค์ (2559) [23] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องทอระบบส่งเส้น ด้ายพุ่งด้วยน้ำโดยจากการศึกษาพบว่า การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องทอระบบส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าเครื่องทอ Water-Jet จากการศึกษาทดลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลสูงสุดในการประหยัดพลังงานคือ การเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องทอเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งได้ผลมากที่สุดในการประหยัดพลังงานคือ 63.17% ต่อมาคือการเปลี่ยนอุปกรณ์หลอดไฟ จากหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟ LED T8 ซึ่งได้ผลการประหยัดพลังงานรองลงมาอยู่ที่ 18.16% ถัดมาคือการเปลี่ยนมิเตอร์ไฟเป็นแบบอัตรา TOU พร้อมสลับตารางทำงานในวันหยุด ผลการประหยัดพลังงานอยู่ที่ 12.40% โดยในการควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ของโรงงาน โดยการเปลี่ยนการจัดตารางการเปิดเครื่องให้เหลื่อมล้ำกัน 15 นาทีต่อแถว (1แถว = 16 เครื่อง) และเปรียบเทียบจากเดิมซึ่งเปิดพร้อมกันทุกแถว และแนวทางลำดับต่อมาคือการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ โดยการปรับปรุงค่าคาปาซิเตอร์ซึ่งได้ผลอยู่ที่ 6.27% และปัจจัยสุดท้ายที่ทำการศึกษาคือ การควบคุมกำลังไฟ Peak Load กล่าวคือแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้า Water-Jet โดยการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนสูงแต่จะได้ผลการประหยัดไฟฟ้าสูงสุดเช่นกัน และผลของการลดต้นทุนไฟฟ้าจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันด้านอุตสาหกรรมการผลิตในระยะยาวได้ จากผลการทดลองพบว่า แนวทางประหยัดไฟดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถลดค่าไฟฟ้าได้จาก 0.62 บาท/หลา เป็น 0.46 บาท/หลา

## บทที่ 3

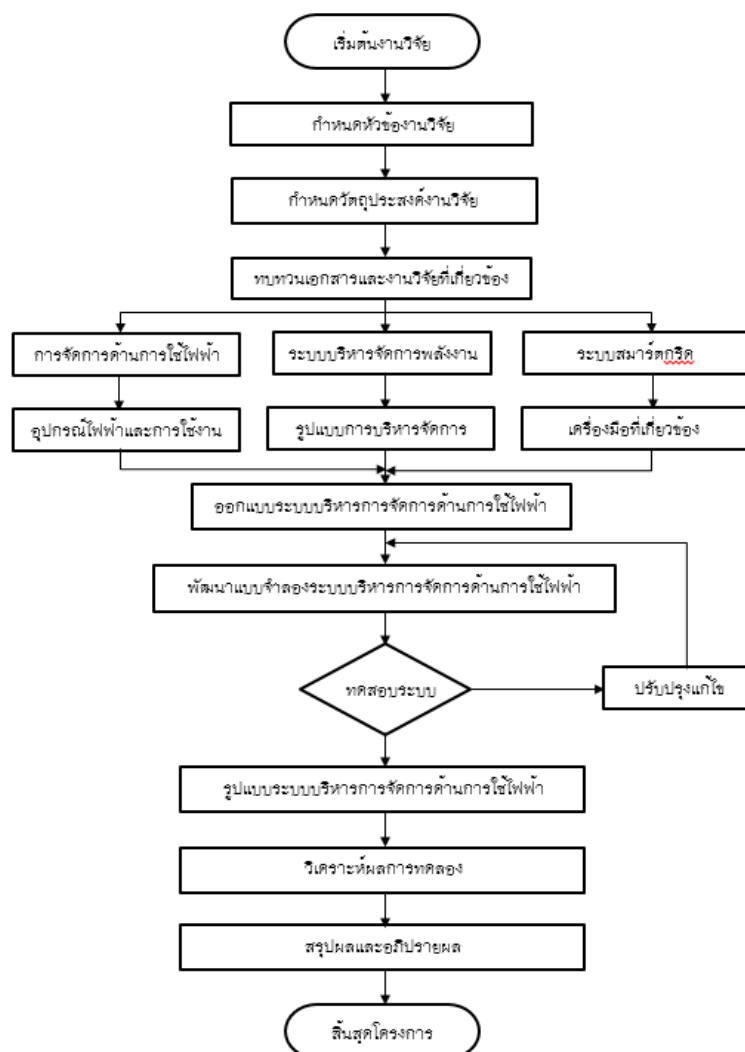
### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เพื่อเป็นแนวทางให้การดำเนินงานวิจัยอย่างมีระบบบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยอย่างครบถ้วนและสำเร็จลุล่วงตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. กำหนดหัวข้องานวิจัย
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
3. การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ออกแบบระบบบริหารจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า
5. พัฒนาแบบจำลองระบบบริหารจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า
6. เปรียบเทียบรูปแบบระบบบริหารจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า
7. วิเคราะห์ผลการทดลอง
8. สรุปผลและอภิปรายผล





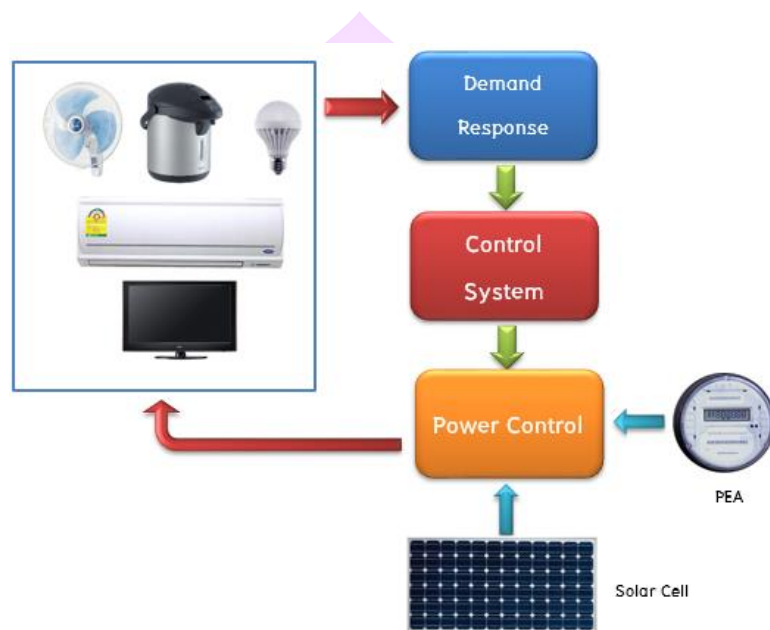
ภาพ 12 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) เพื่อทดสอบหาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าโดยการจำลองรูปแบบการใช้งานของสำนักงานและทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าโดยผู้ใช้งาน การใช้ระบบบริหารจัดการร่วมกับการใช้โซลาร์เซลล์เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

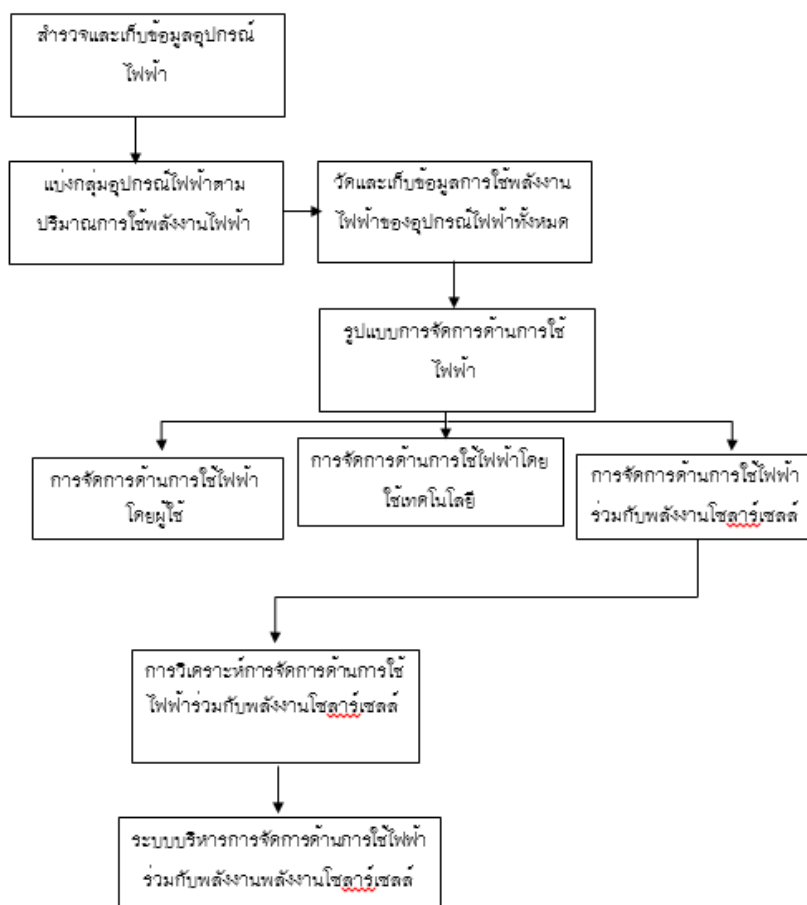
### รูปแบบของการวิจัย

การออกแบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Side Management ; DSM) เพื่อใช้ในการควบคุมการเกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในสำนักงานโดยอาศัยใช้อุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยีควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้ากับชุดโซลาร์เซลล์ดังภาพ 13



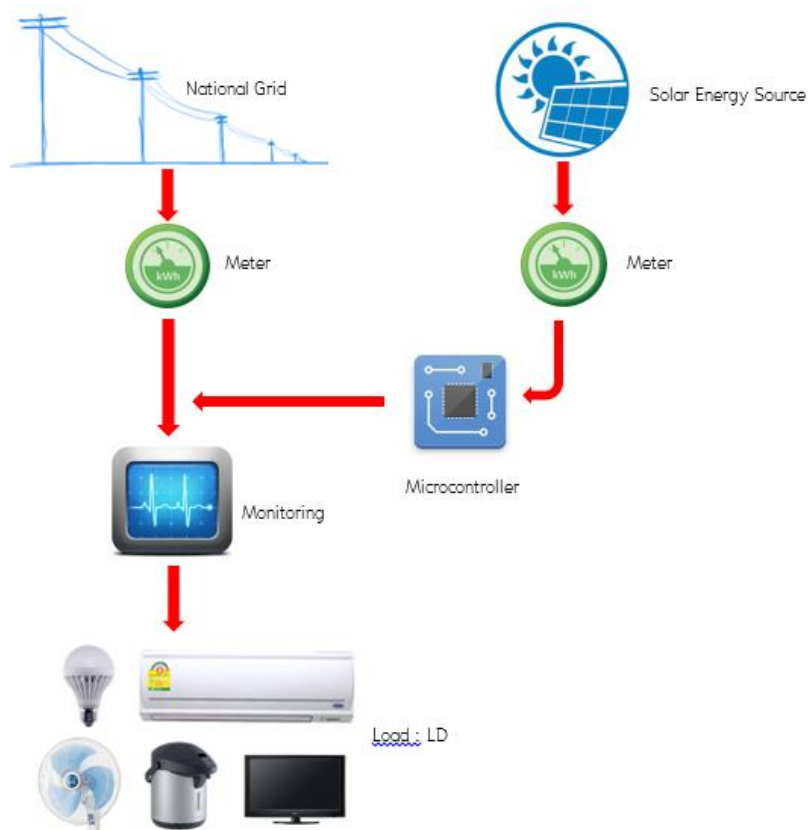
ภาพ 13 การจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยควบคุมเวลาการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับการใช้พลังงานจากชุดโซลาร์เซลล์การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบบริหารพลังงานไฟฟ้าสำหรับสำนักงาน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพ 14 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

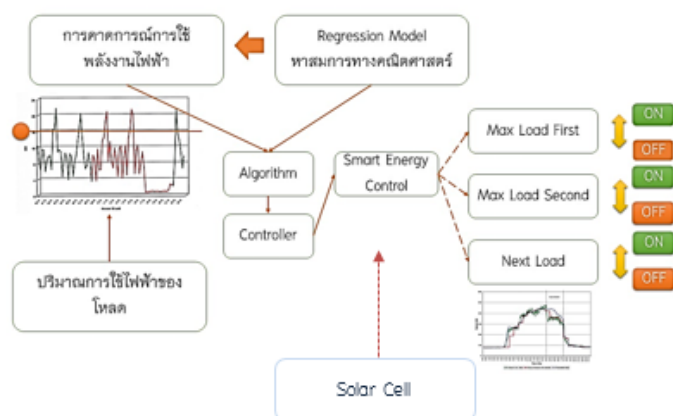




ภาพ 15 ลักษณะการจัดการพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานจากโซลาร์เซลล์

จากภาพ 15 เป็นรูปแบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโซลาร์เซลล์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการควบคุมการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดหากมีการเปลี่ยนแปลงระบบจะควบคุมการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าและจากโซลาร์เซลล์ให้กับโหลดทางไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ

## รูปแบบการทดสอบและรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า



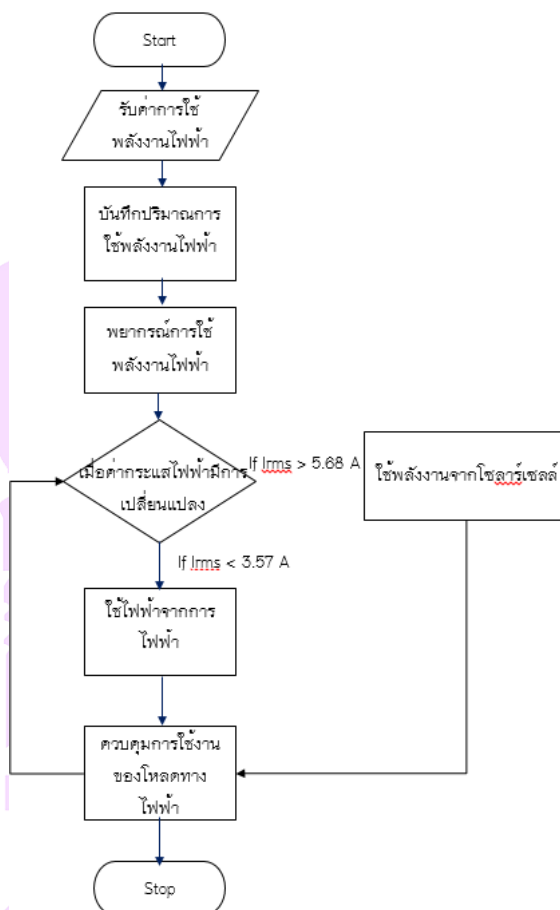
ภาพ 16 รูปแบบการทดสอบและระบบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 16 เป็นรูปแบบการทดสอบระบบการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดโดยให้การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานเพื่อออกแบบอัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติรวมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์และทำการเปรียบเทียบผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดกับการใช้งานในภาวะปกติ

โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบระบบการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดประกอบด้วย

- |                        |                  |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|
| 1. เครื่องปรับอากาศ    | ขนาด 2,630 วัตต์ | จำนวน 3 เครื่อง |
| 2. ตู้เย็น 10 คิว      | ขนาด 145 วัตต์   | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ | ขนาด 450 วัตต์   | จำนวน 10 ชุด    |
| 4. ปริ้นเตอร์          | ขนาด 400 วัตต์   | จำนวน 4 เครื่อง |
| 5. แฟกซ์               | ขนาด 600 วัตต์   | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. หลอดฟลูออโรเรสเซนต์ | ขนาด 42 วัตต์    | จำนวน 18 ชุด    |
| 7. พัดลม               | ขนาด 75 วัตต์    | จำนวน 6 เครื่อง |
| 8. กระติกน้ำร้อน       | ขนาด 750 วัตต์   | จำนวน 5 เครื่อง |

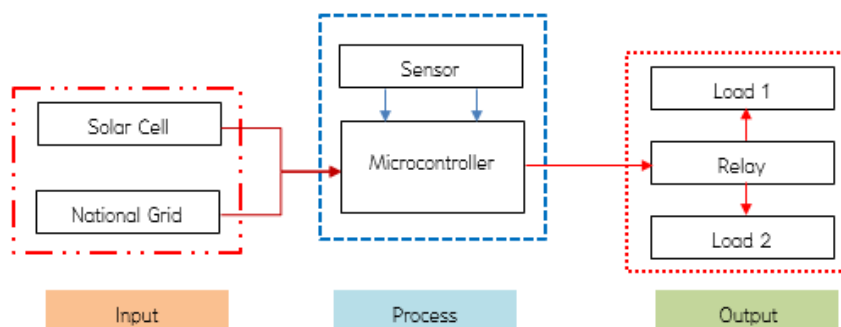
## การออกแบบอัลกอริทึมการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพ 17 อัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 17 เป็นการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยมีการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ครอบคลุมการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงานในตลอดทั้งสัปดาห์เพื่อนำไปพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าจากวิธีการ Regression Model โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าหากพบว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยสูงสุดที่ 5.68 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้าใช้งานต่ำสุดที่ 3.57 แอมแปร์ เพื่อนำไปเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมหลักเมื่อระบบตรวจจับค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งานมากกว่า 5.68 แอมแปร์ ระบบจะสลับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาจ่ายให้กับโหลดไฟฟ้าประเภทที่สามารถหยุดการทำงานได้บางช่วงเวลาและ





ภาพ 19 Block Diagram ของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 19 เป็นการแสดงให้เห็นถึง Block Diagram ของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แบ่งอุปกรณ์ในการควบคุมออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. ชุดของแหล่งจ่ายภายนอก ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากชุดโซลาร์เซลล์และแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติจากการไฟฟ้า 2. ชุดของกระบวนการควบคุมประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะรับค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าจากชุดเซนเซอร์ 3. ชุดของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานทางด้านเอาต์พุต ประกอบด้วยชุดทางด้านไฟฟ้ากำลังได้แก่รีเลย์ที่ใช้ในการสลับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากภายนอก โดยผ่านการควบคุมจากชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยหลังจากทำการประกอบชุดการทดลองเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทำการทดสอบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งก่อนและหลังจากการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบโดยบันทึกค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องลงในตารางการบันทึกผลดังตารางตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 2 ตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

Data	Time	Current	Predicted Y
1	8.00		
2	8.15		
3	8.30		
4	8.45		
5	9.00		
6	9.15		



ตาราง 2 (ต่อ)

Data	Time	Current	Predicted Y
7	9.30		
8	9.45		
9	10.00		
10	10.15		
11	10.30		
12	10.45		
13	11.00		
14	11.15		
15	11.30		
16	11.45		
17	12.00		
18	12.15		
19	12.30		
20	12.45		
21	13.00		
22	13.15		
23	13.30		
24	13.45		
25	14.00		
26	14.15		
27	14.30		

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

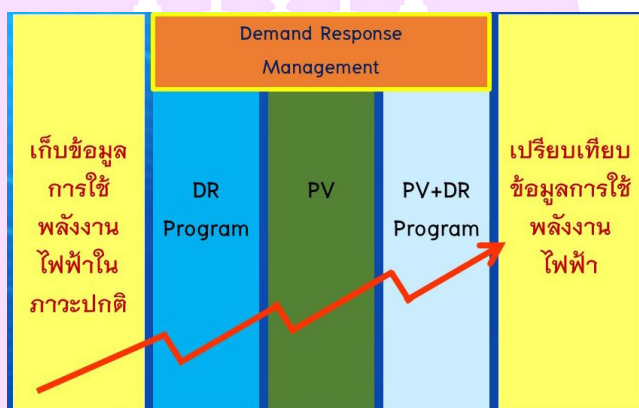
การวิจัยเรื่องดีมานด์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงาน และเปรียบเทียบลักษณะความต้องการของโหนดระหว่างการจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมกับแบบดีมานด์ เรสปอนส์ ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงาน เพื่อหาแนวทางในการลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับการจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าโดยผลที่ได้จากการทดสอบ สามารถแบ่งเป็น 7 ตอนดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานและแนวทางการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน
- ตอนที่ 2 ข้อมูลการทดลองวัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า
- ตอนที่ 3 ผลการทดสอบการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้า
- ตอนที่ 4 ผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า
- ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบระบบการจัดการพลังงานงานในอาคาร
- ตอนที่ 6 การทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้ากรณีโหนดต่อเนื่อง
- ตอนที่ 7 การทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าร่วมกับโหนดต่อเนื่อง

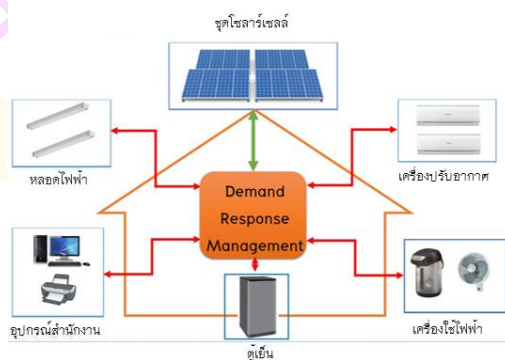
#### ตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานและแนวทางการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน

ในการลดค่าไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงมีวิธีการหลากหลายรูปแบบการบริหารจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระค่าไฟฟ้าโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันรูปแบบการทำงานในสำนักงานมีการใช้ไฟฟ้ามก การบริหารจัดการในช่วงที่เกิดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานสามารถทำได้โดยการเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาการทำงานปกติเพื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาของการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด โดยรูปแบบการบริหารจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

โดยเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีผลต่อการใช้กำลังไฟฟ้าและสามารถควบคุมได้โดยไม่กระทบต่อการปฏิบัติงานในภาวะปกติเพื่อทดสอบผลการลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงที่เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดและทำการเก็บข้อมูลของชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ และ 5 กิโลวัตต์ เพื่อนำมาใช้ในการลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานและการนำรูปแบบการจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับการใช้ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เพื่อนำมาทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Peak) และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบข้อมูลของการลดการเกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยอาศัยรูปแบบการบริหารจัดการการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ดังภาพ 20



ภาพ 20 รูปแบบการบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพ 21 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับการบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 21 เป็นการออกแบบลักษณะการควบคุมการเกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Peak) ของสำนักงานโดยใช้รูปแบบของการควบคุมการใช้งานตามประเภทของโหลดทางไฟฟ้า ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าและการลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาชดเชยเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงาน โดยใช้วิธีการจัดการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสำนักงานในเวลาทำงานปกติโดยเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถหยุดเดินได้บางช่วงเวลาโดยไม่กระทบต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและการนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ และ 5 กิโลวัตต์ มาใช้ร่วมกับการจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

#### 1. การแบ่งประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน

ในการแบ่งประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

ตาราง 3 กลุ่มที่ไม่สามารถหยุดทำงานได้

ลำดับ	รายการ	ขนาด (Watt)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (Watt)
1	ตู้เย็น 10 คิว	145	1	145
2	คอมพิวเตอรืตั้งโต๊ะ	450	10	4,500
3	ปริ้นส์เตอร์	400	4	1,600
4	แฟกซ์	600	1	600
รวม				6,845

ตาราง 4 กลุ่มที่หยุดทำงานได้บางช่วงเวลา

ลำดับ	รายการ	ขนาด (Watt)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (Watt)
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	42	18	756
2	เครื่องปรับอากาศ	2,630	3	7,890
3	พัดลม	75	6	450
รวม				9,096

อุปกรณ์ไฟฟ้าในสำนักงานประกอบด้วยโหลดทางไฟฟ้าประเภทซึ่งลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันรวมทั้งอัตราการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการใช้งานโดยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูงจะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่ไม่สามารถหยุดทำงานได้ ได้แก่ ตู้เย็นขนาด 10 คิว คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ปริ้นเตอร์ และแฟกซ์ และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่หยุดทำงานได้บางช่วงเวลา ได้แก่ หลอดฟลูออโรเรสเซนต์ เครื่องปรับอากาศ และพัดลม ผลจากการวิเคราะห์ขนาดกำลังไฟฟ้าของโหลดทางไฟฟ้าและลักษณะการใช้งานทั้งสองกลุ่มพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีผลต่อค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานในช่วงที่ต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเป็นช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น. ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีผลคืออุปกรณ์ที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบเนื่องจากการสตาร์ทมอเตอร์จะมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าเริ่มแรกสูงกว่าปกติจึงให้ความสำคัญกับเครื่องปรับอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยจะการบริหารจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก

## 2. ปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงาน

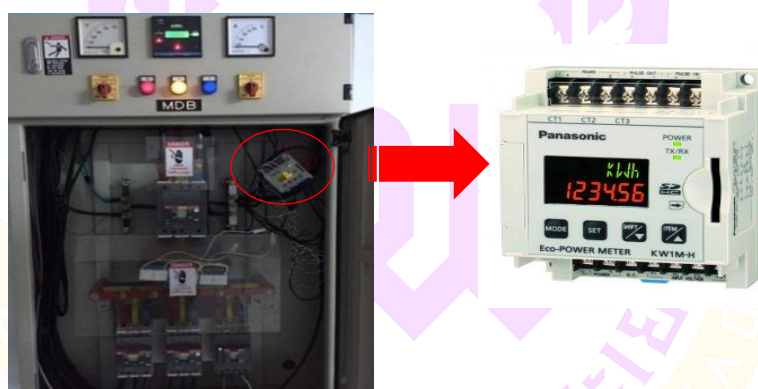


ภาพ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า

จากภาพ 22 พบว่าอัตราค่าเฉลี่ยการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานจำนวน 13 วันโดยใช้ Eco Power Meter เป็นอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงจะอยู่ช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น. โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 7.61 กิโลวัตต์ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวโหลดทางไฟฟ้าที่มีผลต่อความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ได้แก่ เครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน จากการวิเคราะห์ประเภทของโหลดทางไฟฟ้าในสำนักงานซึ่งประกอบด้วยโหลดหลากหลายประเภทโดยในช่วงเวลาความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะเป็นช่วงบ่ายซึ่งเกิดจากการใช้โหลด

ประเภทเครื่องปรับอากาศตั้งนั้นในการลดปริมาณความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจึงให้ความสำคัญกับการจัดการโหลดไฟฟ้าประเภทนี้เป็นหลักเนื่องจากมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบส่งผลทำให้การเริ่มต้นทำงานของอุปกรณ์พร้อม ๆ กันมีผลทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงและในช่วงเวลาบ่ายจะมีอุณหภูมิภายนอกสูงส่งผลให้การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น

จากการเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสำนักงานจะเน้นที่ขนาดกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์และพฤติกรรมการใช้งาน โดยการจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อลดค่าไฟฟ้าและต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานจากการวิเคราะห์ที่โหลดไฟฟ้าสามารถแบ่งโหลดทางไฟฟ้าออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ไม่สามารถหยุดทำงานได้และกลุ่มที่หยุดทำงานได้บางช่วงเวลา พบว่าในช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น. เป็นช่วงที่มีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยในเวลา 14.39 น. มีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 กิโลวัตต์ ดังนั้นจะให้ความสำคัญกับโหลดไฟฟ้าที่สามารถหยุดเดินได้บางช่วงเวลาและไม่กระทบต่อการทำงานของคนที่ทำงานอยู่ในช่วงเวลาที่ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเป็นหลัก



ภาพ 23 การติดตั้ง Eco Power Meter เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า

### 3. การทดสอบการจัดการใช้กำลังไฟฟ้าโดยใช้ Demand Response Program

การทดสอบการจัดการใช้กำลังไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบของการลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานโดยเน้นในกลุ่มที่สามารถหยุดทำงานได้บางช่วงเวลาจากการตรวจสอบขนาดและพฤติกรรมการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าพบว่าอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ในช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น. ซึ่งเกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศซึ่งมีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่นตั้งนั้นเพื่อช่วยลดการ

ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจึงแบ่งการทดลองที่มุ่งเน้นในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นหลักโดยแบ่งเป็น

การเปิดใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในกลุ่มที่หยุดทำงานได้บางช่วงเวลาโดยเน้นเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นโหลดที่มีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้วิธีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ การทดสอบจะใช้เครื่องปรับอากาศที่อยู่ในสำนักงานในสภาวะการทำงานปกติขนาด 2.63 กิโลวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง โดยจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ช่วงโดยในช่วงแรกจะควบคุมให้เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทำงานห่างกัน 5 นาที ช่วงที่ 2 จะให้เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทำงานห่างกัน 10 นาที และการทดสอบในช่วงที่ 3 จะให้เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องทำงานห่างกัน 15 นาที ตามลำดับและทำการบันทึกค่าการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดของแต่ละช่วงการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบอัตราการลดการใช้ไฟฟ้าของสำนักงานเพื่อวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานสำหรับการควบคุมเครื่องปรับอากาศในช่วงที่ 1 แสดงดังตาราง 3

ตาราง 5 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 5 นาที

ลำดับ	รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	ขนาด (kW)	ช่วงเวลาการทำงาน (นาที)		
			0 – 5	5 – 10	10 ขึ้นไป
1	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1	2.63	●	●	●
2	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2	2.63	○	●	●
3	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 3	2.63	○	○	●

หมายเหตุ: ○ สภาวะหยุดทำงาน      ● สภาวะทำงาน

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในสำนักงาน โดยในการทดสอบการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทั้ง 3 ตัว โดยกำหนดให้เครื่องปรับอากาศตัวแรกทำงานก่อนใช้เวลา 5 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาจะทำการจ่ายไฟฟ้าให้เครื่องปรับอากาศตัวที่สองทำงานไปจนครบกำหนด 5 นาที และเมื่อครบกำหนดเวลาจะทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศตัวที่สามทำงานโดยหลังจากที่เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทำงานแล้วจะให้ระบบของเครื่องปรับอากาศทำงานโดยอัตโนมัติจนกว่าจะทำการหยุดการทำงานพร้อมกับบันทึกผลการใช้ไฟฟ้าของสำนักงานดังตารางการทำงานที่ 5

ตาราง 6 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 10 นาที

ลำดับ	รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	ขนาด (kW)	ช่วงเวลาการทำงาน (นาที)		
			0 – 10	10 – 20	20 ขึ้นไป
1	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1	2.63	●	●	●
2	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2	2.63	○	●	●
3	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 3	2.63	○	○	●

หมายเหตุ: ○ สภาวะหยุดทำงาน ● สภาวะทำงาน

ในการทดสอบในช่วงที่สองจะเป็นการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทั้ง 3 ตัว ให้มีระยะห่างของช่วงเวลาการทำงานทุก ๆ 10 นาที โดยกำหนดให้เครื่องปรับอากาศตัวแรกทำงานก่อนใช้เวลา 10 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาจะจ่ายไฟฟ้าให้เครื่องปรับอากาศตัวที่สองทำงานไปจนครบกำหนด 10 นาที และเมื่อครบกำหนดเวลาจะจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศตัวที่สามทำงานโดยหลังจากที่เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทำงานแล้วจะให้ระบบของเครื่องปรับอากาศทำงานโดยอัตโนมัติจนกว่าจะทำการหยุดการทำงานพร้อมกันบันทึกผลการใช้ไฟฟ้าของสำนักงานดังตารางการทำงานที่ 6

ตาราง 7 การกำหนดช่วงเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทุก 15 นาที

ลำดับ	รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	ขนาด (kW)	ช่วงเวลาการทำงาน (นาที)		
			0 – 15	15 – 30	30 ขึ้นไป
1	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1	2.63	●	●	●
2	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2	2.63	○	●	●
3	เครื่องปรับอากาศตัวที่ 3	2.63	○	○	●

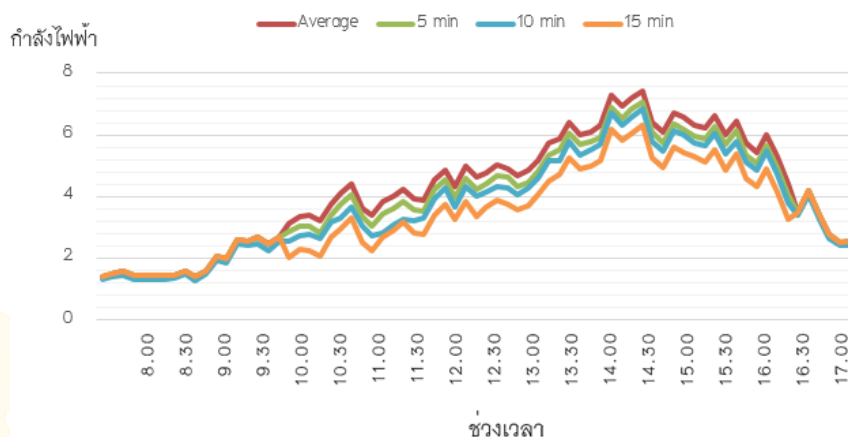
หมายเหตุ: ○ สภาวะหยุดทำงาน ● สภาวะทำงาน

ในการทดสอบในช่วงที่สองจะเป็นการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทั้ง 3 ตัว ให้มีระยะห่างของช่วงเวลาการทำงานทุก ๆ 15 นาที โดยกำหนดให้เครื่องปรับอากาศตัวแรกทำงานก่อนใช้เวลา 15 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาจะทำการจ่ายไฟฟ้าให้



เครื่องปรับอากาศตัวที่สองทำงานไปจนครบกำหนด 15 นาที และเมื่อครบกำหนดเวลาจะทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศตัวที่สามทำงานโดยหลังจากที่เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทำงานแล้วจะให้ระบบของเครื่องปรับอากาศทำงานโดยอัตโนมัติจนกว่าจะทำการหยุดการทำงานพร้อมกับบันทึกผลการใช้ไฟฟ้าของสำนักงานดังตารางการทำงานที่ 7

จากการทดสอบการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศจำนวนสามตัวทั้งสามช่วงเวลาดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 4 พบว่าการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศจำนวน สามเครื่องให้ทำงานในช่วงที่มีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยกำหนดระยะเวลาในการทำงานห่างกันที่เวลา 15 นาที เป็นระยะเวลาที่สามารถลดอัตราการใช้ไฟฟ้าได้สูงสุดและสอดคล้องกับการควบคุมการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง [22] โดยสามารถลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าได้สูงสุดถึงร้อยละ 17.44 ของการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานทั้งหมดโดยสามารถเปรียบเทียบได้ดังกราฟตามภาพ 24



ภาพ 24 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการใช้ DR Program

จากภาพ 24 เป็นการเปรียบเทียบผลการใช้ Demand Response Program เพื่อควบคุมการทำงาน of เครื่องปรับอากาศทั้งสามตัวในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดโดยพบว่าในการเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวให้ทำงานห่างกัน 5 นาที สามารถลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของการใช้งานไฟฟ้าในสภาวะปกติลดลงเท่ากับร้อยละ 5.55 เมื่อทำการเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวห่างกัน 10 นาที สามารถลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของการใช้งานไฟฟ้าในสภาวะปกติลดลงเท่ากับร้อยละ 11.18 และ เมื่อทำการเปิดเครื่องปรับอากาศแต่ละตัว

ให้ทำงานห่างกัน 15 นาที โดยสามารถลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของการใช้งานไฟฟ้าในสภาวะปกติลดลงเท่ากับร้อยละ 17.44 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงาน

จากการทดสอบเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมและช่วยประหยัดไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานพบว่าการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสำนักงานทั้งหมดที่เกิดจากช่วงเวลาการทำงานและพฤติกรรมการใช้งานของอุปกรณ์และเมื่อสามารถบริหารจัดการการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยควบคุมการทำงานให้เว้นระยะการทำงานห่างกันเครื่องละ 15 นาที จะเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมโดยจะช่วยลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานเท่ากับร้อยละ 17.44 ของการใช้ไฟฟ้าในสภาวะปกติโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพล บวรอุดมวงศ์ และสาธิต พุทธิชัยยงค์ [23] ในการพิจารณาค่า Peak Load ทุก 15 นาทีโดยในการควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ของโรงงาน โดยการเปลี่ยนการจัดตารางการเปิดเครื่องจักรให้เหลื่อมล้ำกัน 15 นาทีต่อแถวและการควบคุมการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง [22]

4. การทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ และ 5 กิโลวัตต์

การทดสอบการนำพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 กิโลวัตต์

ในการทดสอบการนำพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานโดยใช้ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ มาเก็บข้อมูลการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการนำมาลดการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานโดยจะทำการเก็บผลการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00–18.00 น. จำนวน 5 วัน และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของการผลิตไฟฟ้า ดังภาพ 25



### ภาพ 25 ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์

ข้อมูลของการผลิตกำลังไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

จากการเก็บข้อมูลการผลิตกำลังไฟฟ้าของชุดผลิตไฟฟ้าจากพลังงานโซลาร์เซลล์จำนวน 5 วัน ในช่วงเวลา 06.00–18.00 น. โดยทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าในอาคารโดยปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ทำให้ต้องอาศัยเวลา ทิศทางในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และสภาวะอากาศที่มีความเหมาะสมถึงจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์โดยจากการเก็บข้อมูลการผลิตกำลังไฟฟ้าพบว่าปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นมีปริมาณน้อยดังแสดงในภาพ 25 โดยค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลเฉลี่ยจำนวน 5 วัน ของชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ซึ่งพบว่าในช่วงเวลา 12.10–15.15 น. เป็นช่วงเวลาที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากโดยค่าที่ กำลังไฟฟ้าผลิตได้ตลอดทั้งวันเฉลี่ยอยู่ที่ 0.28 กิโลวัตต์ และในช่วงเวลา 15.15 น. จะสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 0.53 กิโลวัตต์ ของการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวัน



ภาพ 26 ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์

## 2. การทดสอบการนำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 5 กิโลวัตต์



ภาพ 27 ชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์



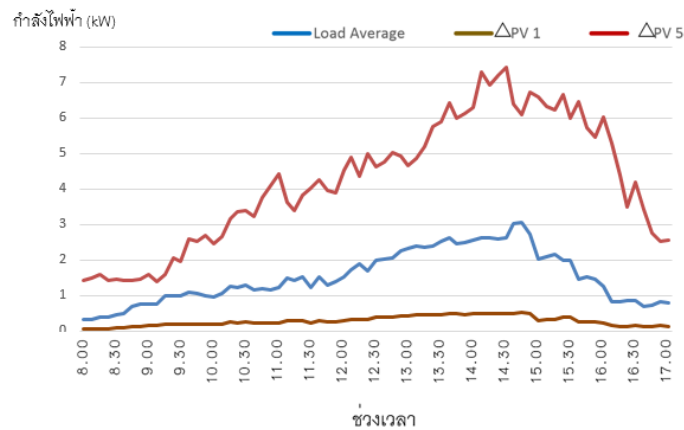
ภาพ 28 ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์

จากการเก็บข้อมูลการผลิตกำลังไฟฟ้าของชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ จำนวน 5 วัน ในช่วงเวลา 06.00-18.00 น. โดยทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าในอาคารซึ่งปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ทำให้ต้องอาศัยเวลา ทิศทางในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และสภาวะอากาศที่มีความเหมาะสมถึงจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์โดยจากการเก็บข้อมูลการผลิตกำลังไฟฟ้าพบว่าปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นมีปริมาณน้อยดังแสดงในภาพ 28 โดยค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลเฉลี่ยจำนวน 5 วัน ของชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ซึ่งพบว่า 11.50 – 16.05 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการผลิตไฟฟ้าได้มากโดยค่าที่ผลิตได้ตลอดทั้งวันเฉลี่ยอยู่ที่ 1.43 กิโลวัตต์ และ

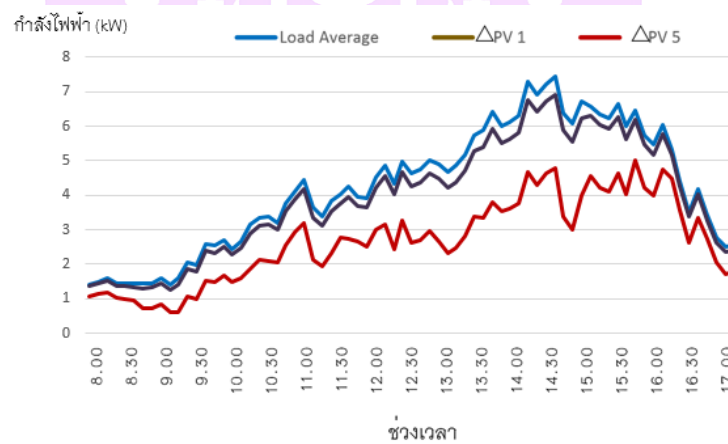
ในช่วงเวลา 15.00 น. จะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้สูงสุดที่ 3.07 กิโลวัตต์ ของการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวัน

5. เปรียบเทียบการนำกำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

จากการเก็บข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ขนาด 1 กิโลวัตต์ และขนาด 5 กิโลวัตต์ เพื่อนำค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าของแต่ละขนาดมาเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างและเป็นแนวทางในการนำไปใช้ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการสูงสุดพบว่า กำลังการผลิตไฟฟ้าของชุดโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ เมื่อนำมาใช้กับระบบไฟฟ้าสำนักงาน จะสามารถช่วยลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ร้อยละ 6.63 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดและเนื่องจากโหลดไฟฟ้าที่ทำการเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของสำนักงานจะมีปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 7.61 กิโลวัตต์ และที่สำคัญช่วงเวลาความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดนั้น จะเกิดในช่วงเวลา 14.00–16.00 น. ตามหลักการของการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า Demand-Side Management คือ มาตรการที่ปรับเปลี่ยนปริมาณ และหรือ ลักษณะของการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (end-use) โดยทั่วไป เพื่อวัตถุประสงค์หลัก 2 ด้าน คือ การปรับการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับการผลิตไฟฟ้า โดยผ่านเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ หรืออาจเป็นการปรับเปลี่ยนแบบแผนการใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีการจัดการบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อเพิ่มขนาดของชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ เพื่อให้เหมาะสมต่อการลดการใช้กำลังไฟฟ้าจากแหล่งไฟฟ้าที่มาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและสามารถใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์โดยไม่ให้มีกำลังไฟฟ้าที่ผลิตเกินจากความต้องการใช้ไฟฟ้าของสำนักงานโดยกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะสามารถช่วยลดการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานได้ถึงร้อยละ 30.51 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sibon Nan [17] ที่จำลองรูปแบบของชุมชนอัจฉริยะโดยอาศัยการจัดการดีมานด์เรสปอนส์ที่ไม่กระทบต่อความสะดวกสบายของผู้ที่อยู่อาศัยดังภาพ 29



ภาพ 29 เปรียบเทียบการใช้งานกับการผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์



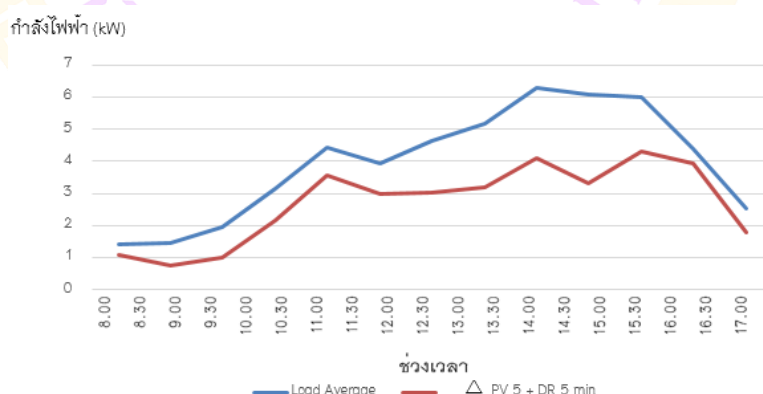
ภาพ 30 เปรียบเทียบการใช้พลังงานจากชุดผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์

จากภาพ 29 เป็นผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานกับปริมาณกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ และขนาด 5 กิโลวัตต์ และจากภาพ 30 เป็นการเปรียบเทียบผลการใช้กำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้าในสภาวะการทำงานปกติโดยเมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ มาเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเฉลี่ยร้อยละ 6.63 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งหมด และเมื่อเพิ่มชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ เข้าในระบบสามารถช่วยลดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้เมื่อมาเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเฉลี่ยร้อยละ 36.04 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งหมดในสำนักงานและเมื่อ

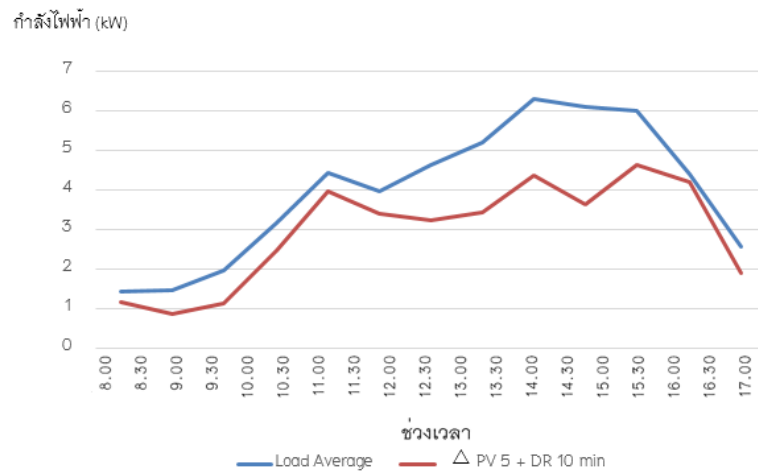
ออกแบบวิธีการจัดการใช้กำลังไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมร่วมกับการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ให้เหมาะสมต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าในสำนักงานจะส่งผลให้มีอัตราการใช้ไฟฟ้าลดลงเพิ่มมากขึ้น

#### 6. การนำโซลาร์เซลล์ร่วมกับการใช้ DR Program

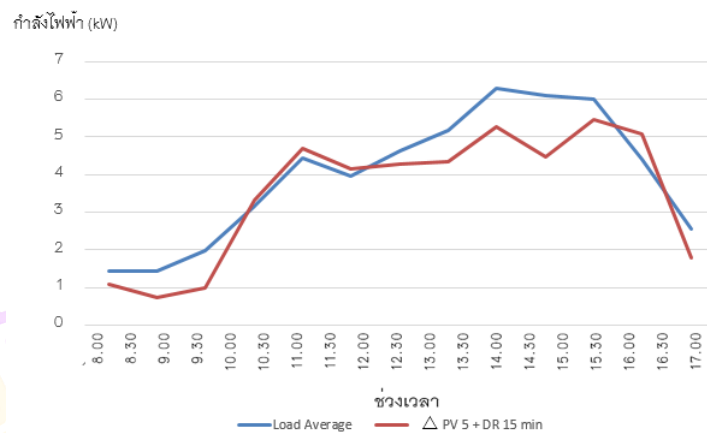
เพื่อให้สามารถลดความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดสามารถนำพลังงานไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์มาช่วยลดการใช้ไฟฟ้าสูงสุดร่วมกับมาตรการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดหลังจากการใช้วิธีการจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศซึ่งมีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นและสามารถควบคุมการทำงานได้สะดวกโดยจากการทดสอบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ ในระยะเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศ จำนวน 3 เครื่องห่างกัน 5 นาที สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 69.51 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงาน ดังภาพ 31 และการทดสอบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ ในระยะเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศ จำนวน 3 เครื่องห่างกัน 10 นาที สามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 75.15 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงาน ดังภาพ 32 และการทดสอบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ ในระยะเวลาการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศ จำนวน 3 เครื่องห่างกัน 15 นาที สามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 80.28 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงาน ดังภาพ 33



ภาพ 31 การใช้ DR Program ที่เวลา 5 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ 5 กิโลวัตต์



ภาพ 32 การใช้ DR Program ที่เวลา 10 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ 5 กิโลวัตต์



ภาพ 33 การใช้ DR Program ที่เวลา 15 นาที ร่วมกับการใช้ชุดผลิตกำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ 5 กิโลวัตต์

จากการทดสอบการใช้ DR Program โดยวิธีการจัดการควบคุมการทำงานของโหลดไฟฟ้าในสำนักงานที่มีผลต่อการเกิดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดพบว่าเครื่องปรับอากาศมีผลต่อการใช้ไฟฟ้า การทดสอบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นหลักโดยจะควบคุมการใช้งานในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในเวลา 14.00 – 16.00 น. โดยจะแบ่งเป็นการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้วิธีการจัดการโหลดประเภทเครื่องปรับอากาศ และการใช้



ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับการจัดการโหลด ซึ่งการจัดการโหลดจะควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศทำงาน แบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาคือการควบคุมให้เครื่องปรับอากาศทำงานห่างกัน 5 นาทีทำงานต่อเนื่อง, การควบคุมให้เครื่องปรับอากาศทำงานห่างกัน 10 นาที ทำงานต่อเนื่องและการควบคุมเครื่องปรับอากาศทำงานห่างกัน 15 นาที ทำงานต่อเนื่องและการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ในแต่ละช่วงเวลาโดยพบว่าการควบคุมเครื่องปรับอากาศทำงานห่างกัน 15 นาทีร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์จะช่วยให้สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้สูงถึงร้อยละ 80.28 ของการใช้ไฟฟ้าในสภาวะปกติของสำนักงานโดยสอดคล้องกับการควบคุมไม่ให้เกิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือนจะส่งผลให้มีการปรับเพิ่มอัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด [22]

#### ตาราง 8 แสดงตารางการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้า

SUM	49.11	หน่วยละ	ราคา	ค่าไฟฐาน 30 วัน	Avg.	
Peak	13.80	5.80	79.95			
Off Peak	35.33	2.64	93.15			
รวมค่าไฟฟ้า			173.1011	5,193.03 บาท		
SUM	45.86	หน่วยละ	ราคา	ค่าไฟฐาน 30 วัน	ขนาด 1 กิโลวัตต์	ประหยัด/ ปี
Peak	12.93	5.80	75.00			
Off Peak	32.96	2.64	86.83			4,064.52 บาท
รวมค่าไฟฟ้าต่อวัน		161.81	4,854.31 บาท			
			ส่วนต่างค่าไฟฟ้า			338.72 บาท
Peak	8.95	5.80	51.88			
Off Peak	22.50	2.64	59.24			22,312.68 บาท
รวมค่าไฟฟ้าต่อวัน			111.12	3,333.66 บาท		
			ส่วนต่างค่าไฟฟ้า			1,859.37 บาท

จากตาราง 8 เป็นการคำนวณเพื่อหาผลการประหยัดการใช้ไฟฟ้าโดยใน ส่วนที่ 1 จะเป็นการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของสำนักงานรวมกับการทำงานในช่วงเวลาวันหยุดและใน ส่วนที่ 2 เป็นผลการประหยัดจากการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ และส่วนที่ 3 เป็นผลการประหยัดจากการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ โดยจากการใช้วิธีการจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับการใช้ชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ เพื่อความเหมาะสมสำหรับเป็นทางเลือกในการใช้ชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ เข้ามาใช้ในการลด ค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงานโดยจากการคำนวณพบว่าเมื่อใช้ชุดผลิตไฟฟ้า โซลาร์เซลล์ ขนาด 1 กิโลวัตต์ ทำการติดตั้งและจ่ายไฟฟ้าเข้าในระบบจะช่วยให้สามารถ ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 4,064.52 บาทต่อปี และเมื่อนำชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ขนาด 5 กิโลวัตต์ มาติดตั้งและจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบของสำนักงานจะสามารถช่วยให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 22,312.68 บาทต่อปีโดยสามารถคำนวณระยะเวลาการคืนทุนสำหรับการติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้า โซลาร์เซลล์เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการลดค่าไฟฟ้าของสำนักงานดังตาราง 6 และ 7

ตาราง 9 แสดง Cash Flow ของโครงการ กรณีไม่กู้เงินมาลงทุนติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์ เซลล์ ขนาด 1 กิโลวัตต์

ปีที่	งบลลงทุน	ค่าเสื่อม	ผลตอบแทนต่อปี (1)	ผลตอบแทนต่อปี (รวมค่าเสื่อม) (2)	รายได้สุทธิ (NCF)
0	-60,500	0	0	0	- 60,500.00
1	-	2.5 %	3,962.91	4,005.31	-56,480.89
2	-	0.7 %	3,934.46	4,019.11	-52,418.78
3	-	0.7 %	3,934.46	4,062.11	-48,313.20
4	-	0.7 %	3,934.46	4,105.58	-44,163.70
5	-	0.7 %	3,934.46	4,149.51	-39,969.79
6	-	0.7 %	3,934.46	4,193.91	-35,731.01
7	-	0.7 %	3,934.46	4,238.78	-31,446.87
8	-	0.7 %	3,934.46	4,284.14	-27,116.90
9	-	0.7 %	3,934.46	4,329.98	-22,740.59
10	-	0.7 %	3,934.46	4,376.31	-18,317.46
11	-	0.7 %	3,934.46	4,423.13	-13,846.99

ตาราง 9 (ต่อ)

ปีที่	งบลลงทุน	ค่าเสื่อม	ผลตอบแทนต่อปี (1)	ผลตอบแทนต่อปี (รวมค่าเสื่อม) (2)	รายได้สุทธิ (NCF)
12	-	0.7 %	3,934.46	4,470.46	-9,328.70
13	-	0.7 %	3,934.46	4,518.30	-4,762.06
14	-	0.7 %	3,934.46	4,566.64	-146.55
15	-	0.7 %	3,934.46	4,615.50	4,518.34
IRR ที่ 15 ปี = 0.7640 %					
NPV = -1,454.65 บาท					

หมายเหตุ: ชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ขนาด 1 กิโลวัตต์ อ้างอิงจากราคากลางของมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
เชียงใหม่, 2559

ตาราง 10 แสดง Cash Flow ของโครงการ กรณีไม่กู้เงินมาลงทุนติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้า  
โซลาร์เซลล์ ขนาด 5 กิโลวัตต์

ปีที่	งบลลงทุน	ค่าเสื่อม	ผลตอบแทนต่อปี (1)	ผลตอบแทนต่อปี (รวมค่าเสื่อม) (2)	รายได้สุทธิ (NCF)
0	-208,000	0	0	0	- 208,000
1	-	2.5 %	21,754.86	21,987.64	- 186,012
2	-	0.7 %	21,598.67	22,063.35	- 163,949
3	-	0.7 %	21,598.67	22,299.43	- 141,650
4	-	0.7 %	21,598.67	22,538.04	- 119,112
5	-	0.7 %	21,598.67	22,779.19	- 96,332.3
6	-	0.7 %	21,598.67	23,022.93	- 73,309.4
7	-	0.7 %	21,598.67	23,269.28	- 50,040.1
8	-	0.7 %	21,598.67	23,518.26	- 26,521.9
9	-	0.7 %	21,598.67	23,769.90	- 2,751.98
10	-	0.7 %	21,598.67	24,024.24	21,272.26
IRR ที่ 10 ปี = 1.7824 %					
NPV = 8,142.89 บาท					

หมายเหตุ: ชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ขนาด 5 กิโลวัตต์ อ้างอิงจากราคากลางของมหาวิทยาลัยราชภัฏ  
เชียงใหม่ , 2559

จากตาราง 6 และ 7 พบว่าในการติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับการใช้วิธีการจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าช่วยให้ลดค่าไฟฟ้าได้โดยการติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ โดยการลงทุนในการติดตั้งเริ่มแรกมี 208,000 บาท มีความคุ้มค่ามากกว่าการติดตั้งชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ โดยจากการคำนวณ จะได้ค่า NPV = 8,142.89 บาทและมีระยะการคืนทุน 9.11 ปี

จากข้อมูลข้างต้นสำนักงานสามารถใช้การควบคุม DR Program ที่เวลา 15 นาที ร่วมกับการใช้กำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ทำให้ลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดสอดคล้องกับการควบคุมการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง [22] จะพบว่าการจัดการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายใต้การควบคุมการใช้งานโหลดที่ใช้กำลังไฟฟ้าและเมื่อนำโซลาร์เซลล์มาใช้ร่วมสามารถช่วยลดการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดและเพื่อให้สามารถควบคุมการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงได้นำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ในการควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัติร่วมกับการใช้โซลาร์เซลล์ดังกล่าวตอนที 2

## ตอนที่ 2 ข้อมูลการทดสอบวัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้า

การเก็บข้อมูลการใช้โดยอุปกรณ์ Power Meter สำหรับเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบซึ่งมีขนาด อัตราการใช้กำลังไฟฟ้าและลักษณะของการใช้งานที่แตกต่างกันดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงรายการและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดสอบ

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวน	รวม (วัตต์)	กลุ่ม
1.	กระติกน้ำร้อน	670	1	670	1
2.	หลอดฟลูออเรสเซนต์	42	1	42	1
3.	พัดลมตั้งโต๊ะ	75	1	75	1
4.	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	450	1	450	2
5.	ปริ้นเตอร์	400	1	400	2
รวมกำลังไฟฟ้า				1,637	

จากตาราง 11 พบว่าการนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาเก็บข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งานซึ่งในการจัดการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานในสภาวะปกติ จากการวิเคราะห์โหลดไฟฟ้าสามารถแบ่งกลุ่มของโหลดไฟฟ้าออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถหยุดการใช้งานได้ชั่วคราวและกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มอุปกรณ์ที่ไม่สามารถหยุดการใช้งานได้ โดยมีการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. เป็นเวลา 30 วันเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาการทำงานปกติ

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า 30 วัน

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	5.20	1.14	0.29
2	8.15	5.63	1.28	0.32
3	8.30	5.68	1.29	0.32
4	8.45	5.63	1.28	0.32
5	9.00	5.77	1.32	0.33
6	9.15	5.75	1.31	0.33
7	9.30	5.70	1.30	0.32
8	9.45	5.68	1.29	0.32
9	10.00	5.74	1.31	0.33
10	10.15	5.63	1.28	0.32
11	10.30	5.64	1.29	0.32
12	10.45	5.78	1.32	0.33
13	11.00	5.74	1.31	0.33
14	11.15	5.66	1.29	0.32
15	11.30	5.60	1.27	0.32
16	11.45	5.62	1.28	0.32
17	12.00	5.70	1.30	0.32
18	12.15	5.81	1.32	0.33

ตาราง 12 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
19	12.30	5.83	1.33	0.33
20	12.45	5.81	1.32	0.33
21	13.00	5.68	1.29	0.32
22	13.15	5.68	1.30	0.32
23	13.30	5.67	1.29	0.32
24	13.45	5.66	1.29	0.32
25	14.00	5.60	1.27	0.32
26	14.15	5.71	1.30	0.33
27	14.30	5.61	1.27	0.32
28	14.45	5.57	1.27	0.32
29	15.00	5.68	1.29	0.32
30	15.15	5.60	1.27	0.32
31	15.30	5.65	1.28	0.32
32	15.45	5.71	1.30	0.32
33	16.00	5.70	1.30	0.32
34	16.15	5.63	1.28	0.32
35	16.30	5.55	1.26	0.32
36	16.45	5.58	1.27	0.32
37	17.00	5.57	1.26	0.32
เฉลี่ย	5.52	รวม	11.90	เฉลี่ย

จากตาราง 12 เป็นการแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวน 30 วันเพื่อนำค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้า โดยค่าที่ได้จากการพยากรณ์ มาจากการนำค่ากระแสไฟฟ้ามาเป็นตัวกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่า

กระแสไฟฟ้าหากมีการใช้ไฟฟ้ากระแสเกินจากค่าที่พยากรณ์ไว้จะส่งผลให้อุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้าทำงานได้อัตโนมัติดังการทดสอบตอนที่ 3

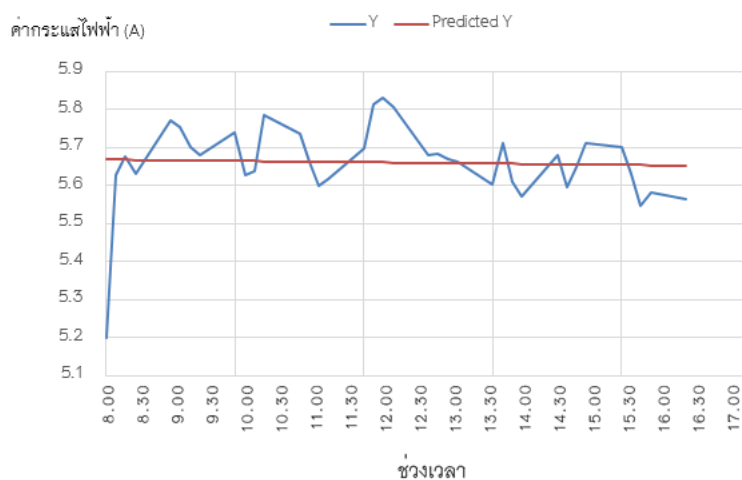
### ตอนที่ 3 ผลการทดสอบการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้า

จากข้อมูลในตาราง 10 สามารถนำมาพยากรณ์อัตราการใช้กำลังไฟฟ้า โดยใช้ Regression Model ได้สมการดังนี้

$$Y_L = ((-0.0017451 * (T_{1,2,3,\dots,37})) + 5.6824) \quad \dots(1)$$

โดยกำหนดให้  $Y_L$  = ค่ากระแสไฟฟ้าจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลด  
 $T_{(1,2,3,\dots,37)}$  = จำนวนข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์

การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า



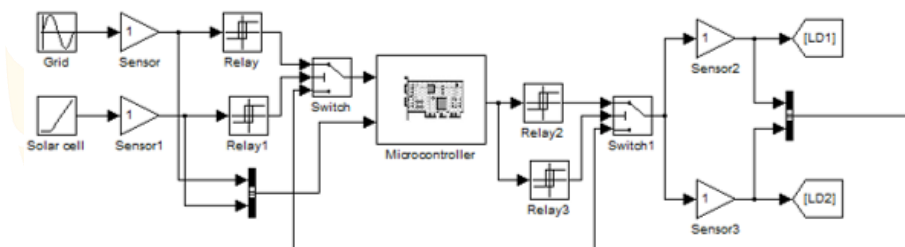
ภาพ 34 แสดงลักษณะการพยากรณ์การใช้กำลังไฟฟ้าโดยใช้ Regression Model

จากสมการ 1 นำมาเขียนอัลกอริทึมเพื่อควบคุมการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์โดยกำหนดช่วงของการควบคุมจากเส้น Predicted Y โดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ 5.68 แอมแปร์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อกระแสไฟฟ้าเกินค่าที่ตั้งไว้ระบบจะทำการหยุดการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในกลุ่มที่ 1 และระบบจะเปลี่ยนให้เครื่องใช้ไฟฟ้าในกลุ่มที่ 1 เชื่อมต่อกับแหล่ง

ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ แทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของการไฟฟ้าและเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าลดลงต่ำกว่า 3.57 แอมแปร์ ระบบจะทำการเปลี่ยนระบบให้อุปกรณ์กลับมาใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของการไฟฟ้าเหมือนเดิมแบบอัตโนมัติเพื่อช่วยควบคุมไม่ให้มีการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด

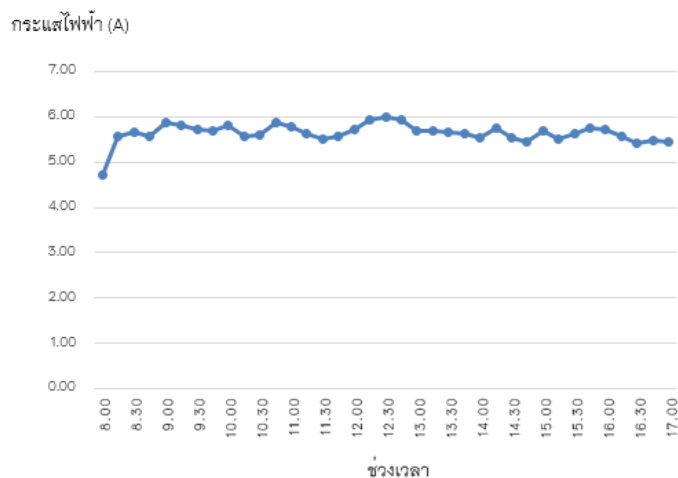
#### ตอนที่ 4 ผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า

จากการทดสอบอุปกรณ์การจัดการใช้พลังงานจากอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้โดยจะทำงานได้โดยการใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับปริมาณกระแสไฟฟ้า หากมีปริมาณเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5.68 แอมแปร์ จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังโหลดในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถหยุดได้ชั่วคราวและระบบจะเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่ายที่ได้จากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาให้กับโหลดไฟฟ้าในกลุ่มที่ 2 แทนการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าและเมื่อตรวจเช็คได้ว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงจากค่าที่ตั้งไว้ที่ 3.57 แอมแปร์ ระบบจะทำการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์กลับมาใช้ไฟฟ้าปกติแบบอัตโนมัติจากการทดสอบพบว่าระบบสามารถควบคุมการเกิดดีมานด์ เรสพอนส์ ได้ดังตาราง 10



ภาพ 35 แสดงวงจรการต่ออุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าสำหรับการควบคุม





**ภาพ 36 แสดงลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการใช้  
อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า**

จากภาพ 36 เป็นการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการใช้วิธีการพยากรณ์และนำมาออกแบบอุปกรณ์ในการควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกินจากค่าที่ได้พยากรณ์ไว้ระบบจะทำการเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากไฟฟ้าปกติเป็นการใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เพื่อช่วยลดการเกิดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดได้แบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้วิธีการบริหารจัดการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้าชุดควบคุมจะทำงานได้เองอัตโนมัติหลังจากได้ค่าจากการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าทั้งหมดโดยผลที่ได้จากการควบคุมดังตาราง 13

ในการออกแบบชุดควบคุมการใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าที่มีความใกล้เคียงกับการใช้งานจริง โดยการควบคุมอุปกรณ์ต้องไม่กระทบต่อการใช้งานของอุปกรณ์อื่นที่ทำงานในสภาวะปกติและต้องมีการแบ่งโหลดทางไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หยุดการทำงานไม่ได้ กับ กลุ่มที่สามารถหยุดการทำงานได้ชั่วคราว โดยจะเน้นไปที่กลุ่มสามารถหยุดการทำงานได้ชั่วคราวเพื่อให้สามารถบริหารจัดการได้ง่ายและโหลดไฟฟ้านำมาใช้จำเป็นต้องให้มีความสอดคล้องกับชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ที่จะสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอกับโหลดไฟฟ้าที่ควบคุม

ตาราง 13 แสดงผลการทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้า

Data	Time	I (A)	Data	Time	I (A)
1	8.00	4.72	20	12.45	5.93
2	8.15	5.58	21	13.00	5.68
3	8.30	5.67	22	13.15	5.69
4	8.45	5.58	23	13.30	5.66
5	9.00	5.87	24	13.45	5.65
6	9.15	5.83	25	14.00	5.52
7	9.30	5.73	26	14.15	5.74
8	9.45	5.68	27	14.30	5.54
9	10.00	5.80	28	14.45	5.46
10	10.15	5.58	29	15.00	5.68
11	10.30	5.60	30	15.15	5.52
12	10.45	5.89	31	15.30	5.62
13	11.00	5.80	32	15.45	5.74
14	11.15	5.65	33	16.00	5.72
15	11.30	5.52	34	16.15	5.58
16	11.45	5.56	35	16.30	5.41
17	12.00	5.72	36	16.45	5.48
18	12.15	5.94	37	17.00	5.45
19	12.30	5.98	เฉลี่ย	5.64	

จากตาราง 13 เมื่อทำการต่อวงจรอุปกรณ์ควบคุมการจัดการใช้กำลังไฟฟ้า (Smart Energy Control) กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยระบบจะทำการตั้งค่ากระแสไฟฟ้าที่ 5.68 แอมแปร์ และจะให้ระบบทำงานควบคุมการจ่ายไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าปกติกับไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบอัตโนมัติซึ่งจะได้กระแสไฟฟ้าใช้งานเฉลี่ย 5.64 แอมแปร์ ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

### ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบระบบการจัดการพลังงานงานในอาคาร

เมื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัตินำมาเปรียบเทียบกับผลจากการใช้งานปกติพบว่าการใช้อุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าอัตโนมัติสามารถช่วยลดอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าลดลงจากการใช้ไฟฟ้าปกติ ดังแสดงในตาราง 14

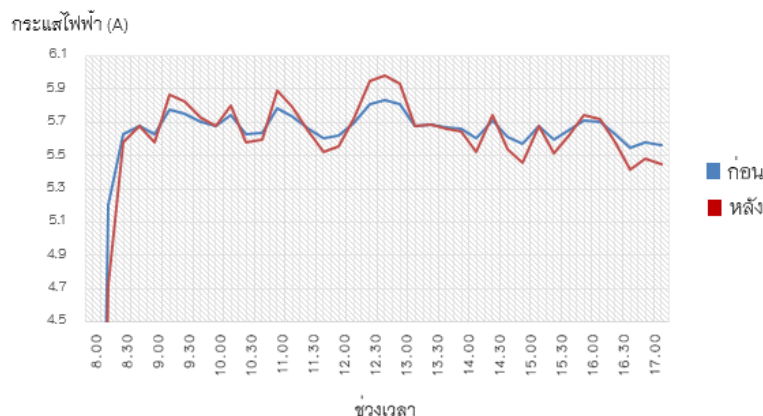
ตาราง 14 แสดงการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้า (Smart Energy Control) กับการใช้งานปกติ

Data	Time	ก่อนการใช้			หลังการใช้		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	5.20	1.20	0.30	4.72	1.04	0.26
2	8.15	5.63	1.28	0.32	5.58	1.23	0.31
3	8.30	5.68	1.29	0.32	5.67	1.25	0.31
4	8.45	5.63	1.28	0.32	5.58	1.23	0.31
5	9.00	5.77	1.32	0.33	5.87	1.29	0.32
6	9.15	5.75	1.31	0.33	5.83	1.28	0.32
7	9.30	5.70	1.30	0.32	5.73	1.26	0.31
8	9.45	5.68	1.29	0.32	5.68	1.25	0.31
9	10.00	5.74	1.31	0.33	5.80	1.28	0.32
10	10.15	5.63	1.28	0.32	5.58	1.23	0.31
11	10.30	5.64	1.29	0.32	5.60	1.23	0.31
12	10.45	5.78	1.32	0.33	5.89	1.30	0.32
13	11.00	5.74	1.31	0.33	5.80	1.27	0.32
14	11.15	5.66	1.29	0.32	5.65	1.24	0.31
15	11.30	5.60	1.27	0.32	5.52	1.21	0.30
16	11.45	5.62	1.28	0.32	5.56	1.22	0.31
17	12.00	5.70	1.30	0.32	5.72	1.26	0.31
18	12.15	5.81	1.32	0.33	5.94	1.31	0.33
19	12.30	5.83	1.33	0.33	5.98	1.32	0.33
20	12.45	5.81	1.32	0.33	5.93	1.30	0.33
21	13.00	5.68	1.29	0.32	5.68	1.25	0.31

ตาราง 14 (ต่อ)

Data	Time	ก่อนการใช้			หลังการใช้		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	I (A)	P (kW)	W (kWh)
22	13.15	5.68	1.30	0.32	5.69	1.25	0.31
23	13.30	5.67	1.29	0.32	5.66	1.25	0.31
24	13.45	5.66	1.29	0.32	5.65	1.24	0.31
25	14.00	5.60	1.27	0.32	5.52	1.22	0.30
26	14.15	5.71	1.30	0.33	5.74	1.26	0.32
27	14.30	5.61	1.27	0.32	5.54	1.22	0.30
28	14.45	5.57	1.27	0.32	5.46	1.20	0.30
28	15.00	5.68	1.29	0.32	5.68	1.25	0.31
30	15.15	5.60	1.27	0.32	5.52	1.21	0.30
31	15.30	5.65	1.28	0.32	5.62	1.24	0.31
32	15.45	5.71	1.30	0.32	5.74	1.26	0.32
33	16.00	5.70	1.30	0.32	5.72	1.26	0.31
34	16.15	5.63	1.28	0.32	5.58	1.23	0.31
35	16.30	5.55	1.26	0.32	5.41	1.19	0.30
36	16.45	5.58	1.27	0.32	5.48	1.21	0.30
37	17.00	5.57	1.26	0.32	5.45	1.20	0.30
เฉลี่ย		5.66			5.64		
รวม				11.93			11.48
ร้อยละ							3.73 %

จากตาราง 14 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าหลังจากติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้า (Smart Energy Control) ที่ควบคุมแบบอัตโนมัติกับการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสภาวะปกติ พบว่าค่าการใช้กำลังไฟฟ้าก่อนการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าและหลังใช้อุปกรณ์มีอัตราการลดลงของการใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ ร้อยละ 3.73 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดเนื่องจากโหลดไฟฟ้าที่นำมาทดสอบมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยและไม่มีโหลดไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงส่งผลให้มีค่าการลดลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อย



ภาพ 37 จากกราฟแสดงให้เห็นถึงลักษณะของอัตราการลดการใช้กำลังไฟฟ้าจากการใช้อุปกรณ์ควบคุมการเกิด ดีมานต์ เรสพอนส์

จากภาพ 37 พบว่าการทดสอบอุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 3.73 โดยในช่วงเวลา 12.00 – 12.50 น. ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์ควบคุมสูงกว่าเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการใช้กำลังไฟฟ้าที่เกินจากค่าที่ได้พยากรณ์ไว้ โดยหลักการการทำงานของอุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมโดยให้ใช้งานตามปกติเพื่อไม่ให้กระทบต่อการทำงาน โดยจะมุ่งเน้นควบคุมโหลดไฟฟ้าที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานและสามารถหยุดการทำงานของโหลดไฟฟ้าได้ชั่วคราวแล้วนำค่าที่ได้ไปเข้าโปรแกรมการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยในที่นี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ได้ค่ากระแสสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์กำลังสำหรับควบคุมการจ่ายไฟฟ้าจากไฟฟ้าปกติกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบอัตโนมัติและเพื่อให้การทดสอบอุปกรณ์จัดการใช้กำลังไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงนำไปทดสอบกับโหลดไฟฟ้าประเภทต่อเนื่องดังในตอนี่ 6

#### ตอนที่ 6 การทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้ากรณีโหลดต่อเนื่อง

การทดสอบการใช้กำลังไฟฟ้ากรณีโหลดต่อเนื่องที่มีผลต่อการใช้กำลังไฟฟ้าของระบบโดยในการทดสอบจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่คงที่และสามารถควบคุมการใช้งานได้ง่ายและเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานในสำนักงานมากโดยจะมุ่งเน้นการทดสอบกับกระตึกน้ำร้อนที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าแตกต่างกันดังตาราง 12

ตาราง 15 แสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทโหลดต่อเนื่อง (กระตักน้ำร้อน)

ลำดับ	ขนาด (วัตต์ ; W)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (วัตต์ ; W)	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ; kW)
1	610	2	1,220	1.85
2	670	2	1,340	2.09
3	750	1	750	1.18
	รวม	5	3,310	5.1

จากตาราง 15 เป็นการทดสอบอัตราการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทกระตักน้ำร้อนที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าในการเริ่มทำงานค่อนข้างสูงเพื่อให้สามารถออกแบบการควบคุมการใช้ไฟฟ้าให้สามารถลดการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของสำนักงาน จากตารางจะมีกระตักน้ำร้อนจำนวน 5 เครื่อง โดยมีขนาดกำลังไฟฟ้า 610 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง ขนาดกำลังไฟฟ้า 670 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง และขนาดกำลังไฟฟ้า 750 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง โดยจากการคำนวณเบื้องต้นพบว่ากระตักน้ำร้อนจำนวน 5 เครื่องจะมีขนาดกำลังไฟฟ้ายรวมสูงถึง 3.31 กิโลวัตต์ และมีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าในการทำความร้อนรวมสูงถึง 5.1 กิโลวัตต์ ส่งผลให้เกิดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงหากกระตักน้ำร้อนทำงานพร้อมกันอยู่ตลอดเวลา ในการทดสอบจึงเป็นการหาแนวทางการลดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่มีความเหมาะสมและการใช้โซลาร์เซลล์มาใช้ร่วมกับการจัดการใช้กระตักน้ำร้อนโดยค่าที่ได้จากการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนในสภาวะปกติโดยเฉลี่ยดังแสดงตามตาราง 16

ตาราง 16 แสดงอัตราค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานของโหลดต่อเนื่อง

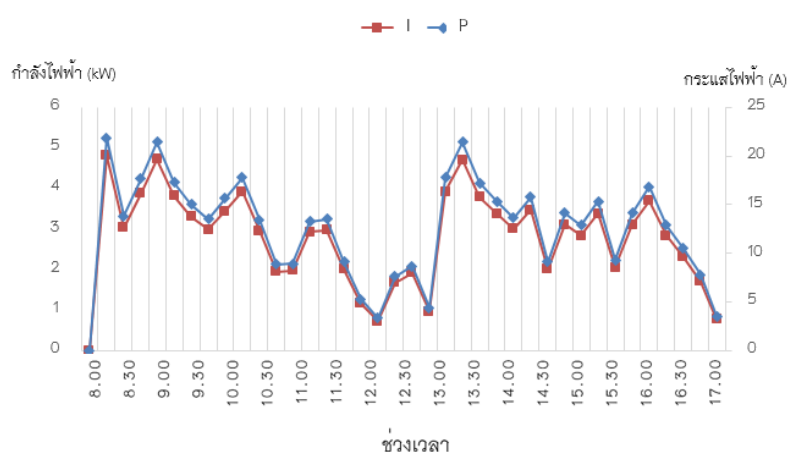
Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	21.85	4.81	1.20
2	8.15	13.81	3.04	0.76
3	8.30	17.63	3.88	0.97
4	8.45	21.44	4.72	1.18
5	9.00	17.31	3.81	0.95
6	9.15	15.04	3.31	0.83
7	9.30	13.54	2.98	0.74

ตาราง 16 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
8	9.45	15.63	3.44	0.86
9	10.00	17.81	3.92	0.98
10	10.15	13.44	2.96	0.74
11	10.30	8.85	1.95	0.49
12	10.45	8.94	1.97	0.54
13	11.00	13.26	2.92	0.73
14	11.15	13.49	2.97	0.69
15	11.30	9.13	2.01	0.46
16	11.45	5.26	1.16	0.27
17	12.00	3.31	0.73	0.18
18	12.15	7.63	1.68	0.42
19	12.30	8.67	1.91	0.48
20	12.45	4.40	0.97	0.24
21	13.00	17.81	3.92	0.98
22	13.15	21.40	4.71	1.18
23	13.30	17.22	3.79	0.95
24	13.45	15.35	3.38	0.84
25	14.00	13.63	3.00	0.75
26	14.15	15.76	3.47	0.87
27	14.30	9.13	2.01	0.50
28	14.45	14.13	3.11	0.78
29	15.00	12.85	2.83	0.71
30	15.15	15.35	3.38	0.84
31	15.30	9.31	2.05	0.51
32	15.45	14.13	3.11	0.78
33	16.00	16.81	3.70	0.92

ตาราง 16 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
34	16.15	12.90	2.84	0.71
35	16.30	10.49	2.31	0.58
36	16.45	7.76	1.71	0.43
37	17.00	3.49	0.77	0.19
<b>เฉลี่ย</b>		<b>12.92</b>	<b>รวม</b>	<b>26.23</b>



ภาพ 38 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานพร้อมกัน

จากภาพ 38 เป็นการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ กระจกน้ำร้อนจำนวน 5 เครื่องในช่วงการทำงานปกติเวลาตั้งแต่ 08.00 – 17.00 น. ในการควบคุมการทำงานของกระจกน้ำร้อนโดยที่เริ่มต้นการทำงานพร้อมกันและเมื่อกระจกน้ำร้อนหยุดการทำงานจะทำการถ่ายน้ำร้อนออกและเติมน้ำที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °C) เข้าไปให้เสมือนภาวะการใช้งานปกติของสำนักงานเพื่อจะได้เก็บข้อมูลผลการใช้ไฟฟ้าของกระจกน้ำร้อนทั้ง 5 เครื่อง และนำผลที่ได้ไปออกแบบการทดลองเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าของกระจกน้ำร้อนในการลดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ และในการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของกระจกน้ำร้อนจะทำการเก็บค่ากระแสไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาที ตลอดช่วงเวลากการทำงานปกติของสำนักงานโดยพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานของกระจกน้ำร้อนมีค่าเท่ากับ 12.92 แอมแปร์



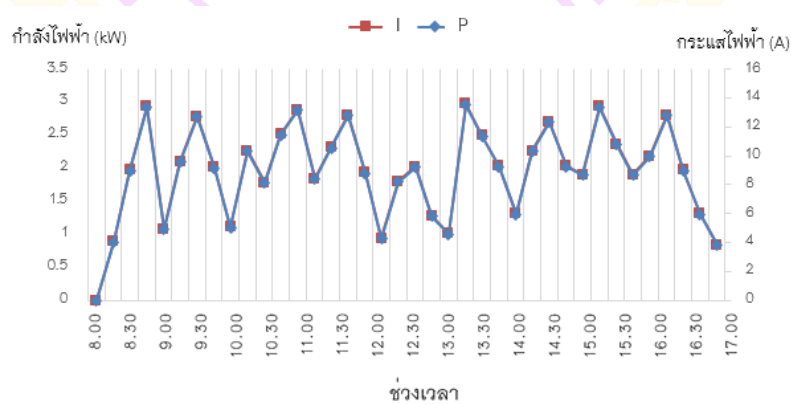
และ ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยรวมเท่ากับ 26.23 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือเท่ากับ 26 หน่วยไฟฟ้าต่อวัน

ตาราง 17 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลตต่อเมือง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานห่างกัน 5 นาที

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	4.04	0.89	0.22
2	8.15	8.99	1.98	0.49
3	8.30	13.35	2.94	0.73
4	8.45	4.90	1.08	0.27
5	9.00	9.58	2.11	0.53
6	9.15	12.67	2.79	0.70
7	9.30	9.17	2.02	0.50
8	9.45	5.04	1.11	0.28
9	10.00	10.31	2.27	0.57
10	10.15	8.13	1.79	0.45
11	10.30	11.44	2.52	0.65
12	10.45	13.13	2.89	0.67
13	11.00	8.40	1.85	0.49
14	11.15	10.54	2.32	0.60
15	11.30	12.76	2.81	0.66
16	11.45	8.81	1.94	0.43
17	12.00	4.26	0.94	0.23
18	12.15	8.22	1.81	0.45
19	12.30	9.22	2.03	0.51
20	12.45	5.81	1.28	0.32
21	13.00	4.58	1.01	0.25
22	13.15	13.54	2.98	0.74

ตาราง 17 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
23	13.30	11.35	2.50	0.62
24	13.45	9.26	2.04	0.51
25	14.00	5.94	1.31	0.33
26	14.15	10.31	2.27	0.57
27	14.30	12.31	2.71	0.68
28	14.45	9.26	2.04	0.51
29	15.00	8.67	1.91	0.48
30	15.15	13.35	2.94	0.73
31	15.30	10.76	2.37	0.59
32	15.45	8.67	1.91	0.48
33	16.00	9.94	2.19	0.55
34	16.15	12.76	2.81	0.70
35	16.30	8.99	1.98	0.49
36	16.45	5.94	1.31	0.33
37	17.00	3.81	0.84	0.21
<b>เฉลี่ย</b>		<b>9.14</b>	<b>รวม</b>	<b>18.52</b>



ภาพ 39 อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 5 นาที

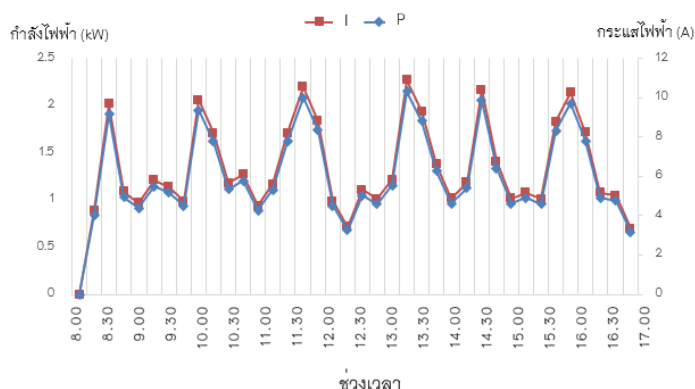
จากภาพ 39 เป็นการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนโดยจากการเก็บข้อมูลหากกระตักน้ำร้อนทำงานพร้อมกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าใช้งานมีค่าสูงจึงทำการออกแบบวิธีการเริ่มต้นการทำงานโดยกำหนดให้กระตักน้ำร้อนตัวแรกทำงานก่อน 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะจ่ายไฟฟ้าให้กระตักน้ำร้อนตัวที่สองทำงานต่อไปจนครบ 5 นาที จนครบทั้งหมดและจะไม่หยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. โดยจะมีการกำหนดให้มีการเติมน้ำที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °C) กับกระตักน้ำร้อนเสมือนการใช้งานปกติอยู่ตลอดเวลาและทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ทุก ๆ 15 นาทีโดยพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานของกระตักน้ำร้อนที่ทำงานห่างกัน 5 นาทีมี ค่าเท่ากับ 9.14 แอมแปร์ และ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของกระตักน้ำร้อนมีค่าเท่ากับ 18.52 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือมีค่าเท่ากับ 18 หน่วยไฟฟ้าต่อวัน

ตาราง 18 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลตต่อเนื่อง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานห่างกัน 10 นาที

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	4.04	0.89	0.22
2	8.15	9.17	2.02	0.50
3	8.30	4.94	1.09	0.27
4	8.45	4.40	0.97	0.24
5	9.00	5.49	1.21	0.30
6	9.15	5.17	1.14	0.28
7	9.30	4.49	0.99	0.25
8	9.45	9.35	2.06	0.51
9	10.00	7.76	1.71	0.43
10	10.15	5.35	1.18	0.29
11	10.30	5.76	1.27	0.30
12	10.45	4.26	0.94	0.25
13	11.00	5.31	1.17	0.32
14	11.15	7.76	1.71	0.45
15	11.30	9.99	2.20	0.53

ตาราง 18 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
16	11.45	8.35	1.84	0.42
17	12.00	4.49	0.99	0.25
18	12.15	3.26	0.72	0.18
19	12.30	5.04	1.11	0.28
20	12.45	4.58	1.01	0.25
21	13.00	5.54	1.22	0.30
22	13.15	10.31	2.27	0.57
23	13.30	8.81	1.94	0.48
24	13.45	6.26	1.38	0.34
25	14.00	4.63	1.02	0.25
26	14.15	5.40	1.19	0.30
27	14.30	9.85	2.17	0.54
28	14.45	6.40	1.41	0.35
29	15.00	4.63	1.02	0.25
30	15.15	4.90	1.08	0.27
31	15.30	4.58	1.01	0.25
32	15.45	8.31	1.83	0.46
33	16.00	9.72	2.14	0.53
34	16.15	7.81	1.72	0.43
35	16.30	4.90	1.08	0.27
36	16.45	4.76	1.05	0.26
37	17.00	3.17	0.70	0.17
<b>เฉลี่ย</b>		6.19	<b>รวม</b>	12.58



ภาพ 40 อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 10 นาที

จากภาพ 40 เป็นการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนโดยจากการเก็บข้อมูลหากกระตักน้ำร้อนทำงานพร้อมกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าใช้งานมีค่าสูงจึงทำการออกแบบวิธีการเริ่มต้นการทำงานโดยกำหนดให้กระตักน้ำร้อนตัวแรกทำงานก่อน 10 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะจ่ายไฟฟ้าให้กระตักน้ำร้อนตัวที่สองทำงานต่อไปจนครบ 10 นาที จนครบทั้งหมดและจะไม่หยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนตั้งแต่เวลา 08.00 – 17.00 น. โดยจะมีการกำหนดให้มีการเติมน้ำที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °C) กับกระตักน้ำร้อนเสมือนการใช้งานปกติ อยู่ตลอดเวลาและทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ทุก ๆ 15 นาทีโดยพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานของกระตักน้ำร้อนที่ทำงานห่างกัน 10 นาทีมี ค่าเท่ากับ 6.19 แอมแปร์ และ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของกระตักน้ำร้อนมีค่าเท่ากับ 12.58 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือมีค่าเท่ากับ 12 หน่วยไฟฟ้าต่อวัน

ตาราง 19 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของโหลตต่อเนื่อง โดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานห่างกัน 15 นาที

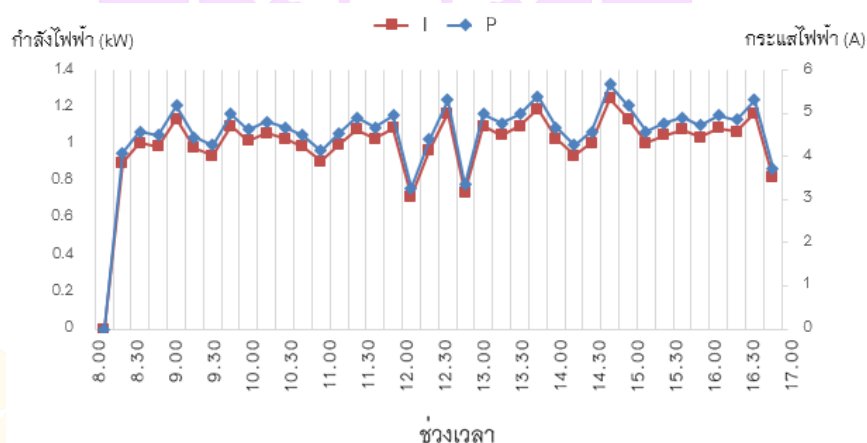
Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	4.08	0.90	0.22
2	8.15	4.58	1.01	0.25
3	8.30	4.49	0.99	0.25
4	8.45	5.17	1.14	0.28
5	9.00	4.44	0.98	0.24

ตาราง 19 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
6	9.15	4.26	0.94	0.23
7	9.30	4.99	1.10	0.27
8	9.45	4.63	1.02	0.25
9	10.00	4.81	1.06	0.26
10	10.15	4.67	1.03	0.26
11	10.30	4.49	0.99	0.24
12	10.45	4.13	0.91	0.23
13	11.00	4.54	1.00	0.25
14	11.15	4.90	1.08	0.27
15	11.30	4.67	1.03	0.26
16	11.45	4.94	1.09	0.25
17	12.00	3.26	0.72	0.18
18	12.15	4.40	0.97	0.24
19	12.30	5.31	1.17	0.29
20	12.45	3.35	0.74	0.18
21	13.00	4.99	1.10	0.27
22	13.15	4.76	1.05	0.26
23	13.30	4.99	1.10	0.27
24	13.45	5.40	1.19	0.30
25	14.00	4.67	1.03	0.26
26	14.15	4.26	0.94	0.23
27	14.30	4.58	1.01	0.25
28	14.45	5.67	1.25	0.31
29	15.00	5.17	1.14	0.28
30	15.15	4.58	1.01	0.25
31	15.30	4.76	1.05	0.26

ตาราง 19 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
32	15.45	4.90	1.08	0.27
33	16.00	4.72	1.04	0.26
34	16.15	4.94	1.09	0.27
35	16.30	4.85	1.07	0.27
36	16.45	5.31	1.17	0.29
37	17.00	3.72	0.82	0.20
<b>เฉลี่ย</b>		<b>4.66</b>	<b>รวม</b>	<b>9.47</b>



ภาพ 41 อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานห่างกัน 15 นาที

จากภาพ 41 เป็นการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนโดยจากการเก็บข้อมูลหากกระตักน้ำร้อนทำงานพร้อมกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าใช้งานมีค่าสูงจึงทำการออกแบบวิธีการเริ่มต้นการทำงานโดยกำหนดให้กระตักน้ำร้อนตัวแรกทำงานก่อน 15 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะจ่ายไฟฟ้าให้กระตักน้ำร้อนตัวที่สองทำงานต่อไปจนครบ 15 นาที จนครบทั้งหมดและจะไม่หยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนตั้งแต่วเวลา 08.00 – 17.00 น. โดยจะมีการกำหนดให้มีการเติมน้ำที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °C) กับกระตักน้ำร้อนเสมือนการใช้งานปกติอยู่ตลอดเวลาและทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ทุก ๆ 15 นาทีโดยพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานของกระตักน้ำร้อนที่ทำงานห่างกัน 15 นาทีมี ค่าเท่ากับ 4.66

แอมแปร์ และ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของกระตักน้ำร้อนมีค่าเท่ากับ 9.47 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือมีค่าเท่ากับ 9 หน่วยไฟฟ้าต่อวันดังนั้นเพื่อให้สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจึงทำการทดสอบการจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนร่วมกับอุปกรณ์จัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบผลการลดการใช้ไฟฟ้าดังแสดงในการทดลองตอนที่ 7

### ตอนที่ 7 การทดสอบการใช้อุปกรณ์จัดการใช้พลังงานไฟฟ้ายร่วมกับโหลดต่อเนื่อง

ในการทดสอบจะใช้กระตักน้ำร้อนจำนวน 5 เครื่อง เพื่อดูอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า ร่วมกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยในการทดสอบจะทำการวิเคราะห์โหลดทางไฟฟ้าเพื่อทำการแบ่งกลุ่มของกระตักน้ำร้อนออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อให้สามารถใช้กับไฟฟ้าที่ได้จากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์โดยในการทดลองจะต้องใช้ชุดอินเวอร์เตอร์เนื่องจากกระตักน้ำร้อนมีขนาดลวดสำหรับทำความร้อนซึ่งจะใช้กระตักน้ำร้อนขนาด 750 วัตต์ สำหรับใช้ไฟฟ้าจากชุดผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ ตามตาราง 17

### ตาราง 20 การแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดโหลดต่อเนื่อง

ลำดับ	ขนาด (วัตต์ ; W)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (วัตต์ ; W)	กำลังไฟฟ้ายรวม (กิโลวัตต์ ; kW)	กลุ่ม
1	610	2	1,220	1.85	1
2	670	2	1,340	2.09	1
3	750	1	750	1.18	2
	รวม	5	3,310	5.1	

หมายเหตุ: กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

### ตาราง 21 แสดงอัตราเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่องร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	17.67	3.89	0.97
2	8.15	13.35	2.94	0.73
3	8.30	9.31	2.05	0.51
4	8.45	13.17	2.90	0.72

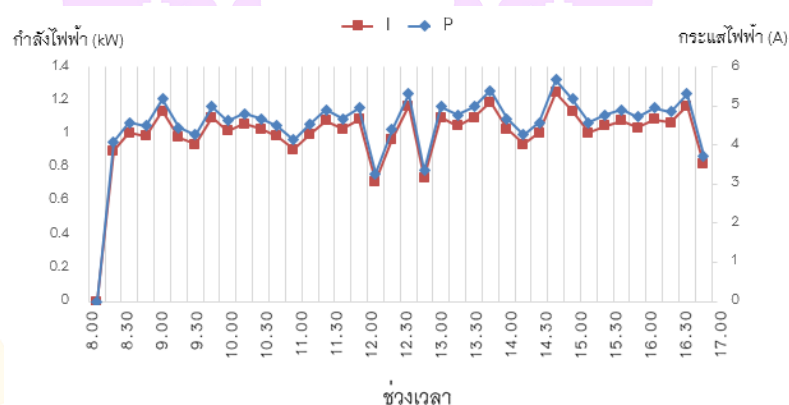


ตาราง 21 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
5	9.00	17.13	3.77	0.94
6	9.15	12.81	2.82	0.70
7	9.30	8.58	1.89	0.47
8	9.45	3.99	0.88	0.22
9	10.00	12.22	2.69	0.67
10	10.15	14.04	3.09	0.77
11	10.30	13.17	2.90	0.73
12	10.45	13.67	3.01	0.72
13	11.00	10.85	2.39	0.57
14	11.15	8.81	1.94	0.49
15	11.30	9.58	2.11	0.54
16	11.45	10.35	2.28	0.55
17	12.00	9.04	1.99	0.50
18	12.15	3.49	0.77	0.19
19	12.30	5.49	1.21	0.30
20	12.45	9.58	2.11	0.53
21	13.00	4.40	0.97	0.24
22	13.15	16.72	3.68	0.92
23	13.30	13.22	2.91	0.73
24	13.45	10.99	2.42	0.60
25	14.00	8.58	1.89	0.47
26	14.15	4.44	0.98	0.24
27	14.30	9.72	2.14	0.53
28	14.45	13.31	2.93	0.73
29	15.00	15.81	3.48	0.87
30	15.15	12.35	2.72	0.68

ตาราง 21 (ต่อ)

Data	Time	I (A)	P (kW)	W (kWh)
31	15.30	8.81	1.94	0.48
32	15.45	10.49	2.31	0.58
33	16.00	12.49	2.75	0.69
34	16.15	9.94	2.19	0.55
35	16.30	9.17	2.02	0.50
36	16.45	5.35	1.18	0.29
37	17.00	3.40	0.75	0.19
เฉลี่ย		10.42	รวม	21.16



ภาพ 42 อัตราการใช้ไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 42 เป็นการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ กระจกน้ำร้อนร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าในภาวะปกติโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรงที่ขนาด 750 W ในช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00 – 17.00 น. และทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาทีพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้เท่ากับ 10.42 แอมแปร์ และ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 21.16 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

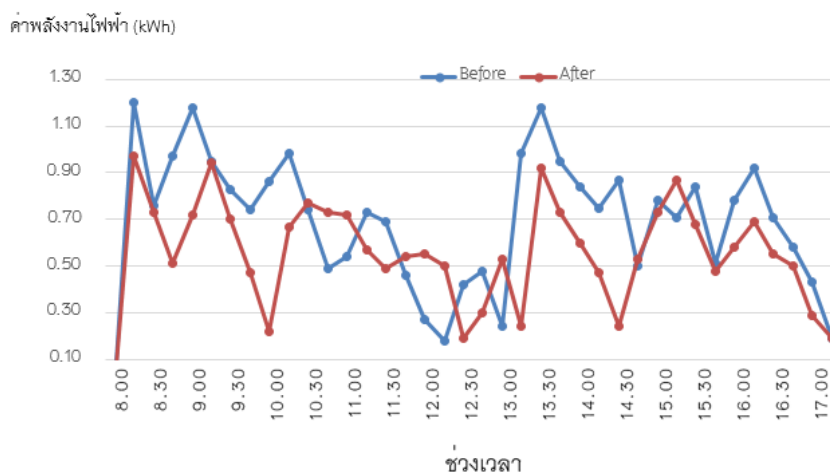
ตาราง 22 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า (Smart Energy Control) กับการใช้งานปกติ

Data	Time	ก่อนการใช้			หลังการใช้		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	I (A)	P (kW)	W (kWh)
1	8.00	21.85	4.81	1.20	17.67	3.89	0.97
2	8.15	13.81	3.04	0.76	13.35	2.94	0.73
3	8.30	17.63	3.88	0.97	9.31	2.05	0.51
4	8.45	21.44	4.72	1.18	13.17	2.90	0.72
5	9.00	17.31	3.81	0.95	17.13	3.77	0.94
6	9.15	15.04	3.31	0.83	12.81	2.82	0.70
7	9.30	13.54	2.98	0.74	8.58	1.89	0.47
8	9.45	15.63	3.44	0.86	3.99	0.88	0.22
9	10.00	17.81	3.92	0.98	12.22	2.69	0.67
10	10.15	13.44	2.96	0.74	14.04	3.09	0.77
11	10.30	8.85	1.95	0.49	13.17	2.90	0.73
12	10.45	8.94	1.97	0.54	13.67	3.01	0.72
13	11.00	13.26	2.92	0.73	10.85	2.39	0.57
14	11.15	13.49	2.97	0.69	8.81	1.94	0.49
15	11.30	9.13	2.01	0.46	9.58	2.11	0.54
16	11.45	5.26	1.16	0.27	10.35	2.28	0.55
17	12.00	3.31	0.73	0.18	9.04	1.99	0.50
18	12.15	7.63	1.68	0.42	3.49	0.77	0.19
19	12.30	8.67	1.91	0.48	5.49	1.21	0.30
20	12.45	4.40	0.97	0.24	9.58	2.11	0.53
21	13.00	17.81	3.92	0.98	4.40	0.97	0.24
22	13.15	21.40	4.71	1.18	16.72	3.68	0.92
23	13.30	17.22	3.79	0.95	13.22	2.91	0.73
24	13.45	15.35	3.38	0.84	10.99	2.42	0.60
25	14.00	13.63	3.00	0.75	8.58	1.89	0.47

ตาราง 22 (ต่อ)

Data	Time	ก่อนการใช้			หลังการใช้		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	I (A)	P (kW)	W (kWh)
26	14.15	15.76	3.47	0.87	4.44	0.98	0.24
27	14.30	9.13	2.01	0.50	9.72	2.14	0.53
28	14.45	14.13	3.11	0.78	13.31	2.93	0.73
28	15.00	12.85	2.83	0.71	15.81	3.48	0.87
30	15.15	15.35	3.38	0.84	12.35	2.72	0.68
31	15.30	9.31	2.05	0.51	8.81	1.94	0.48
32	15.45	14.13	3.11	0.78	10.49	2.31	0.58
33	16.00	16.81	3.70	0.92	12.49	2.75	0.69
34	16.15	12.90	2.84	0.71	9.94	2.19	0.55
35	16.30	10.49	2.31	0.58	9.17	2.02	0.50
36	16.45	7.76	1.71	0.43	5.35	1.18	0.29
37	17.00	3.49	0.77	0.19	3.40	0.75	0.19
<b>เฉลี่ย</b>		12.92			10.42		
<b>รวม</b>				26.23			21.16
<b>ร้อยละ</b>				19.33			

จากตาราง 22 เป็นการทดสอบเพื่อหาอัตราร้อยละของการประหยัดการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้าโดยในการทดสอบพบว่าเมื่อนำค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนในสภาวะปกติมาเทียบกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงในอัตราร้อยละ 19.83 ของการใช้ไฟฟ้าของกระตักน้ำร้อนแบบปกติที่ไม่มีการควบคุมการทำงาน



ภาพ 43 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของไหลตต่อเนื่องปกติกับการใช้  
อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพ 43 เป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของไหลตต่อเนื่องกับการใช้  
อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในสภาวะการใช้งานปกติโดยพบว่าในช่วงเวลาตั้งแต่  
08.00 – 17.00 น. และทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาทีพบว่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย  
ก่อนใช้อุปกรณ์ควบคุมเท่ากับ 12.92 แอมแปร์ และ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 26.23  
กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยหลังใช้อุปกรณ์ควบคุมเท่ากับ 10.42 แอมแปร์ และ  
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 21.16 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ดังนั้นการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้  
พลังงานไฟฟ้าทำให้ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 19.33 ของการใช้พลังงาน  
ไฟฟ้าในภาวะปกติ

โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าจะต้องมีค่ากระแสไฟฟ้า  
ที่ได้จากการพยากรณ์การใช้ไฟฟารวมของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อกำหนดค่าให้ชุดควบคุมโดยใช้  
ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเมื่อเซนเซอร์ตรวจ  
พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเกินค่าที่พยากรณ์ไว้ระบบจะทำการปิดระบบการจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์ใน  
ชุดที่ 2 และทำการเชื่อมต่อชุดผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาเชื่อมต่อแทนการต่อจากระบบของ  
การไฟฟ้า

ตาราง 23 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงาน  
ไฟฟ้า (Smart Energy Control) กับการใช้งานแบบตั้งเวลา

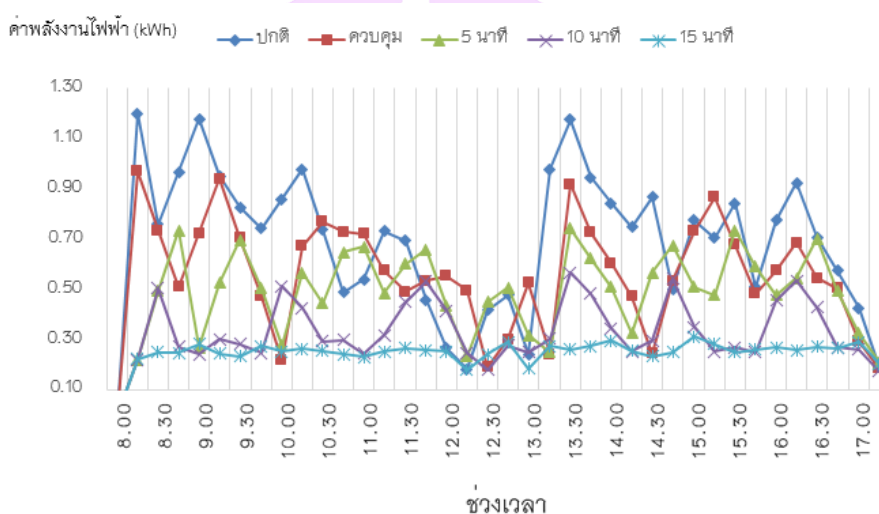
Data	Time	ใช้อุปกรณ์ควบคุม			ตั้งเวลาการทำงาน (นาที)		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	5	10	15
1	8.00	17.67	3.89	0.97	0.22	0.22	0.22
2	8.15	13.35	2.94	0.73	0.49	0.50	0.25
3	8.30	9.31	2.05	0.51	0.73	0.27	0.25
4	8.45	13.17	2.90	0.72	0.27	0.24	0.28
5	9.00	17.13	3.77	0.94	0.53	0.30	0.24
6	9.15	12.81	2.82	0.70	0.70	0.28	0.23
7	9.30	8.58	1.89	0.47	0.50	0.25	0.27
8	9.45	3.99	0.88	0.22	0.28	0.51	0.25
9	10.00	12.22	2.69	0.67	0.57	0.43	0.26
10	10.15	14.04	3.09	0.77	0.45	0.29	0.26
11	10.30	13.17	2.90	0.73	0.65	0.30	0.24
12	10.45	13.67	3.01	0.72	0.67	0.25	0.23
13	11.00	10.85	2.39	0.57	0.49	0.32	0.25
14	11.15	8.81	1.94	0.49	0.60	0.45	0.27
15	11.30	9.58	2.11	0.54	0.66	0.53	0.26
16	11.45	10.35	2.28	0.55	0.43	0.42	0.25
17	12.00	9.04	1.99	0.50	0.23	0.25	0.18
18	12.15	3.49	0.77	0.19	0.45	0.18	0.24
19	12.30	5.49	1.21	0.30	0.51	0.28	0.29
20	12.45	9.58	2.11	0.53	0.32	0.25	0.18
16	11.45	10.35	2.28	0.55	0.43	0.42	0.25
17	12.00	9.04	1.99	0.50	0.23	0.25	0.18
18	12.15	3.49	0.77	0.19	0.45	0.18	0.24
19	12.30	5.49	1.21	0.30	0.51	0.28	0.29

ตาราง 23 (ต่อ)

Data	Time	ใช้อุปกรณ์ควบคุม			ตั้งเวลาการทำงาน (นาที)		
		I (A)	P (kW)	W (kWh)	5	10	15
20	12.45	9.58	2.11	0.53	0.32	0.25	0.18
21	13.00	4.40	0.97	0.24	0.25	0.30	0.27
22	13.15	16.72	3.68	0.92	0.74	0.57	0.26
23	13.30	13.22	2.91	0.73	0.62	0.48	0.27
24	13.45	10.99	2.42	0.60	0.51	0.34	0.30
25	14.00	8.58	1.89	0.47	0.33	0.25	0.26
26	14.15	4.44	0.98	0.24	0.57	0.30	0.23
27	14.30	9.72	2.14	0.53	0.68	0.54	0.25
28	14.45	13.31	2.93	0.73	0.51	0.35	0.31
29	15.00	15.81	3.48	0.87	0.48	0.25	0.28
30	15.15	12.35	2.72	0.68	0.73	0.27	0.25
31	15.30	8.81	1.94	0.48	0.59	0.25	0.26
32	15.45	10.49	2.31	0.58	0.48	0.46	0.27
33	16.00	12.49	2.75	0.69	0.55	0.53	0.26
34	16.15	9.94	2.19	0.55	0.70	0.43	0.27
35	16.30	9.17	2.02	0.50	0.49	0.27	0.27
36	16.45	5.35	1.18	0.29	0.33	0.26	0.29
37	17.00	3.40	0.75	0.19	0.21	0.17	0.20
<b>เฉลี่ย</b>		12.92					
<b>รวม</b>				21.16	18.52	12.85	9.47
<b>ร้อยละ</b>				19.33	29.39	51.01	63.89

ในการทดลองการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนโดยใช้อุปกรณ์ตั้งเวลา เพื่อให้เชื่อมต่อกับไฟฟ้าได้แม่นยำขึ้นโดยจะแบ่งลักษณะการควบคุมออกเป็น 3 แบบ ประกอบด้วย การควบคุมให้กระตักน้ำร้อนทำงานห่างกันช่วงละ 5 นาที การควบคุมให้กระตัก

น้ำร้อนทำงานห่างกันช่วงละ 10 นาที และการควบคุมให้กระติกน้ำร้อนทำงานห่างกันช่วงละ 15 นาที และเก็บข้อมูลเพื่อนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามาเปรียบเทียบกับหาอัตราร้อยละของการใช้ไฟฟ้าสูงสุดโดยพบว่าการตั้งเวลาควบคุมให้กระติกน้ำร้อนทำงานห่างกันช่วงละ 15 นาที จะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้สูงถึงร้อยละ 63.89 ของการใช้งานกระติกน้ำร้อนแบบทำงานพร้อมกัน สอดคล้องกับการควบคุมการเกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง [22]



ภาพ 44 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่องปกติกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและการใช้งานแบบตั้งเวลา

จากภาพ 44 เป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดต่อเนื่องปกติกับการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าในสถานะการใช้งานแบบตั้งเวลาโดยพบว่าในช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00–17.00 น. และทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาทีพบว่า อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 5 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 21.16 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 19.33 การทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 10 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 18.52 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 29.39 การทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 15 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 12.85 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 51.01 และการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 15 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมเท่ากับ 9.47 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ค่าปริมาณการใช้



พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 63.89 ดังนั้นการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 15 นาที จะช่วยให้สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้สูงสุดเมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้าในภาวะปกติ

จากการเปรียบเทียบกราฟปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับกระตักน้ำร้อนและการใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติพบว่าหากมีการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์โดยไม่ให้ทำงานพร้อมกันจะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้ อุปกรณ์ควบคุมดังจะเห็นได้จากกราฟการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทำงานห่างกันในเวลา 15 นาทีจะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุดโดยในการลดอัตราการเกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดส่งผลให้ลดการจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าสู่ระบบและสอดคล้องกับหลักการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง [22] ในการควบคุมไม่ให้เกิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือนของการไฟฟ้าที่จะเก็บข้อมูลในทุก ๆ 15 นาทีหากมีค่าที่เกินเพียงครั้งเดียวจะส่งผลให้มีการปรับเพิ่มอัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์

## บทที่ 5

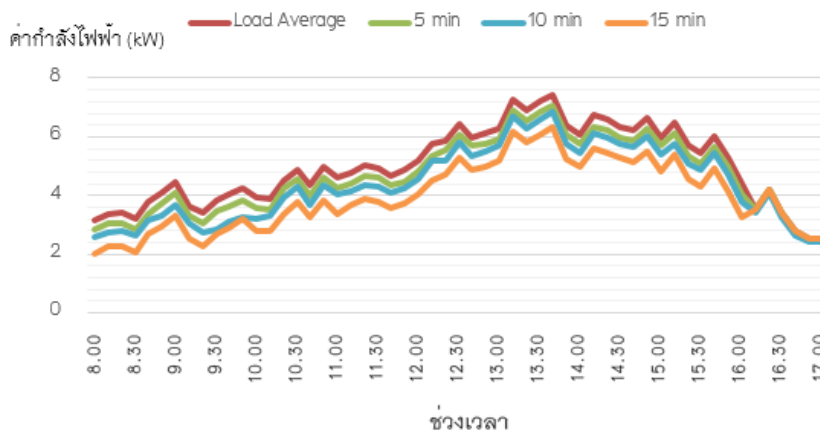
### บทสรุป

การวิจัยเรื่องดีมานด์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ออกแบบและสร้างอัลกอริทึม โดยใช้ดีมานด์ เรสปอนส์ เป็นตัวกำหนดการจัดการพลังงานในอาคารให้สอดคล้องกับการประหยัดพลังงาน 2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของความต้องการของโหนดระหว่างการจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมกับแบบดีมานด์ เรสปอนส์

### สรุปผลการวิจัย

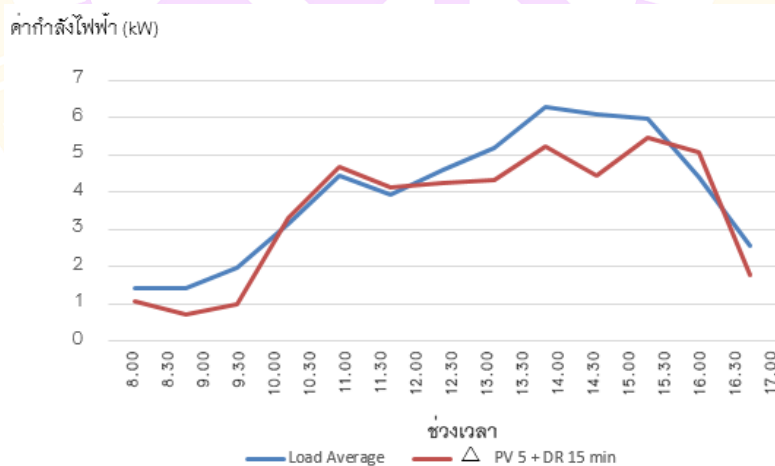
ผลการวิจัยเรื่อง ดีมานด์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคารสามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบผลการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานโดยเลือกในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Peak) คือในช่วงเวลา 14.14 – 15.59 น. โดยใช้วิธีการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีผลต่อการเกิดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Response Program : DR Program) โดยเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีผลต่อการเกิดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งในการควบคุมจะให้อุปกรณ์ทำงานต่อเนื่องกันแทนการให้ทำงานพร้อมกัน การทดสอบแบ่งเป็นการให้อุปกรณ์ทำงานต่อเนื่องกันโดยให้ทำงานห่างกันเป็นลำดับ 5 , 10 , 15 นาทีตามลำดับแล้วเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังภาพ 45 และการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ มาช่วยชดเชยจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดร่วมกับการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้างดังในภาพ 46



ภาพ 45 เปรียบเทียบปริมาณการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

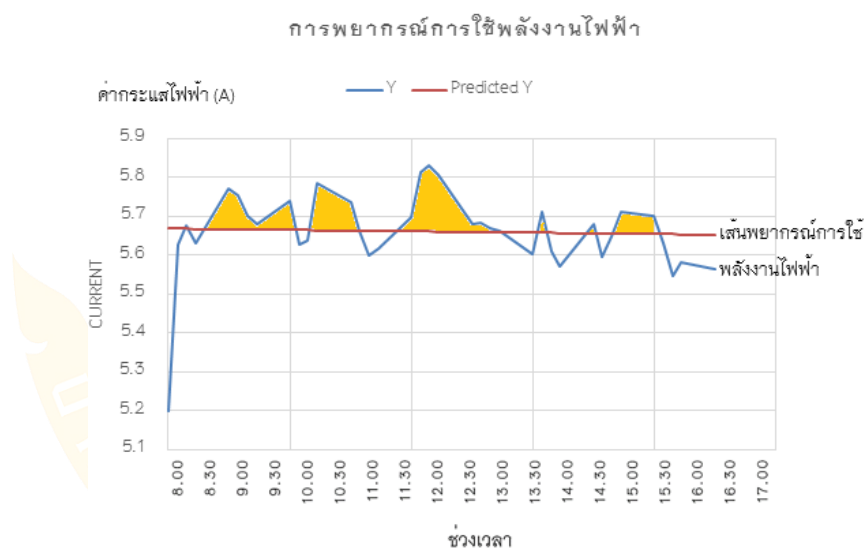
จากภาพ 45 พบว่าการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวให้ทำงานห่างกัน 15 นาที สามารถลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของสำนักงานเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของการใช้งานไฟฟ้าในสภาวะปกติมีอัตราลดลงเท่ากับร้อยละ 17.44 ของการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของสำนักงานสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพล บวรอุดมวงศ์ และสาธิต พุทธิชัยรงค์ [23] ใน การพิจารณาค่า Peak Load ทุก 15 นาที โดยในการควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ของ โรงงาน โดยการเปลี่ยนการจัดการตารางการเปิดเครื่องจักรให้เหลื่อมล้ำกัน 15 นาทีต่อแถว



ภาพ 46 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ร่วมกับการวิธีการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

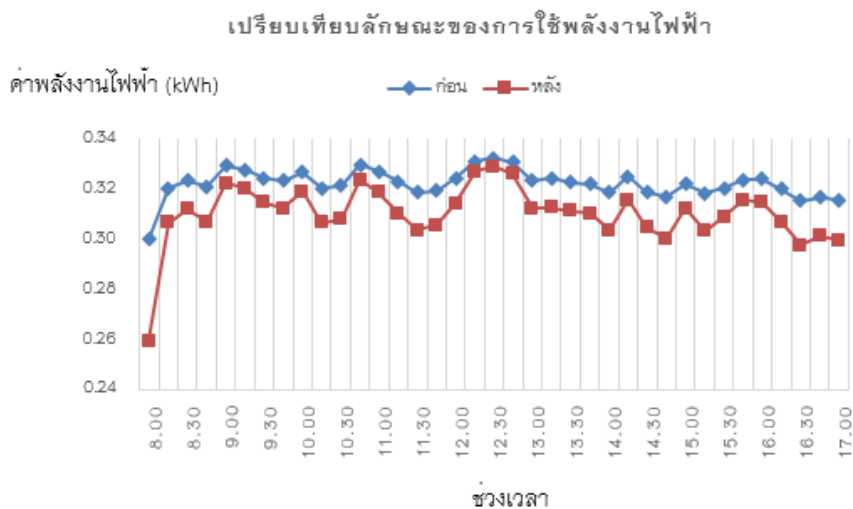
จากภาพ 46 พบว่าเมื่อทำการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศห่างกัน 15 นาที ร่วมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 5 กิโลวัตต์ จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานในสภาวะปกติได้ร้อยละ 80.28

2. การออกแบบและสร้างอัลกอริทึมที่ใช้การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ พบว่าเมื่อทำการเก็บผลการเก็บพลังงานไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาที จำนวน 30 วัน เพื่อนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาทำการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า จะได้สมการจาก Regression คือ  $Y_L = ((-0.0017451 * (T_{1,2,3,...,37})) + 5.6824)$  จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าจากการพยากรณ์อยู่ที่ 5.68 แอมแปร์ เมื่อทำการเขียนอัลกอริทึมเพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้มีกระแสเพิ่มขึ้นเกินค่าที่พยากรณ์ไว้ระบบจะทำการสลับแหล่งจ่ายจากพลังงานทดแทนให้กับอุปกรณ์ในชุดที่ 1 โดยไม่กระทบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในชุดที่ 2 ลักษณะของการควบคุมการเกิดดีมานด์เรสปอนส์ ดังแสดงในภาพ 47



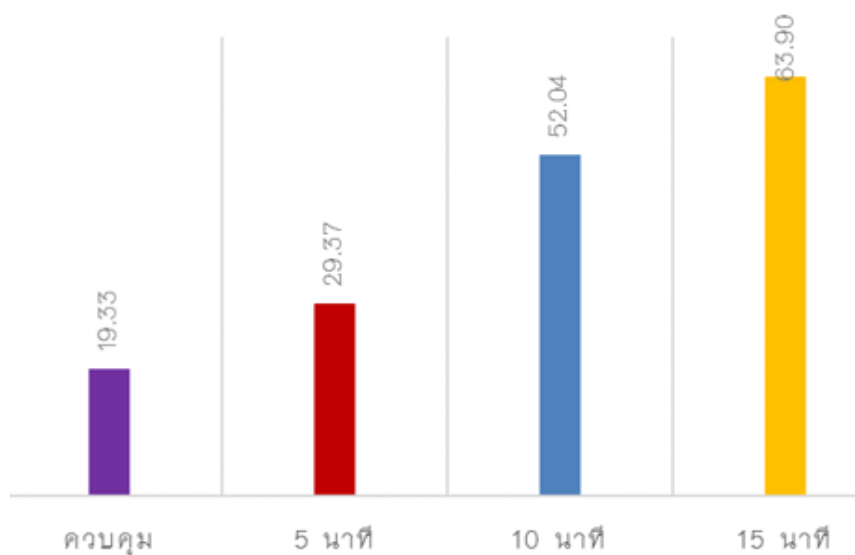
ภาพ 47 แสดงลักษณะการควบคุมการเกิดดีมานด์เรสปอนส์

3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของความต้องการของโหนดระหว่างการจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมกับแบบดีมานด์ เรสปอนส์พบว่าการใช้อุปกรณ์การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเกิดดีมานด์เรสปอนส์ช่วยให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าดั้งเดิม (National Grid) โดยผลการทดสอบจะได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 3.73% ดังแสดงในภาพ 48



**ภาพ 48 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า**

4. การทดสอบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดไฟฟ้าแบบต่อเนื่องโดยการทดสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็น Inductive Load ซึ่งในการทดสอบจะใช้กระตักน้ำร้อนโดยแบ่งเป็นการควบคุมให้กระตักน้ำร้อนทำงานห่างกัน 5, 10, 15 นาที และ การควบคุมโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันพบว่า การทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับโหลดไฟฟ้าตั้งเวลาที่ 15 นาที ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 63.89 สอดคล้องกับหลักการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง [22] ในการควบคุมไม่ให้เกิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือนของการไฟฟ้าที่จะเก็บข้อมูลในทุก ๆ 15 นาทีหากมีค่าที่เกินเพียงครั้งเดียวจะส่งผลให้มีการปรับเพิ่มอัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เกิดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดสำหรับผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ดังภาพ 49



ภาพ 49 เปรียบเทียบผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดสอบชุดควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ควบคุมการเกิดดีมานด์เรสปอนส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารเรียนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง
2. การวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มรูปแบบการใช้งานให้หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในทุกภาคส่วน
3. ช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องมีแหล่งพลังงานทดแทนมากเกินไปจนความจำเป็น

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการทดสอบพบว่าค่าร้อยละการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เพียงแค่ 3.73 % เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบรวมถึงแหล่งพลังงานทดแทนมีเพียง 1.5 กิโลวัตต์ ทำให้สามารถทำการทดลองได้ในสเกลขนาดเล็กควรมีการเพิ่มอุปกรณ์ทดสอบและแหล่งพลังงานทดแทนให้มีขนาดสเกลเพิ่มมากขึ้น
2. ควรเพิ่มระบบมอเตอร์ให้เป็นแบบเรียลไทม์เพื่อให้สามารถตรวจสอบลักษณะของการใช้งานโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถหาแนวทางในการจัดการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2559). **Thailand Electricity Load Profile**. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, จาก <http://command.energy.go.th/egatLoadprofile/>.
- [2] มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. (2558). **ระบบฐานข้อมูลอาคาร**. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2559, จาก <http://map.crru.ac.th/>.
- [3] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2558). **ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า**. สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2559. จาก <https://www.amr.pea.co.th/AMRWEB/Index.aspx>
- [4] Energy Saving. (2559). **การบริหารจัดการอาคารด้วยระบบ Building Automation System (BAS) เพื่อการประหยัดพลังงาน**. สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, จาก <http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=114&cno=3162>.
- [5] Arab Forum for Environment and Development (AFED). (2012). **Environmental Housekeeping Handbook for Office Buildings in the Arab Countries**. Energy Efficiency Handbook. Beirut, Lebanon. 62. Retrieved June 23, 2016, from <http://www.afedonline.org/eeh/Eng/EEH-FULL-Eng-reduced2.pdf>
- [6] D. Wijayasekara, O. Linda, M. Manic, and C. Rieger. (2014). **Mining building energy management system data using fuzzy anomaly detection and linguistic description**. IEEE Trans. Ind. Inform., 10, 3, 1829–1840. Retrieved May 10, 2016, from <https://www.researchgate.net/publication/264564156>.
- [7] ยรรยง เต็งอำนาจ. (2558). **ระบบบริหารจัดการพลังงาน HEMS, BEMS, FEMS, CEMS และพลังงานทดแทน. โครงการสมาร์ทซิตี โดยคณะกรรมการสภาพัฒนาการวิจัยแห่งชาติ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์**. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2559, จาก <http://www.pointthai.net/index.php>.
- [8] 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).
- [9] Faycal Bouhafs, Michael Mackay and Madjid Merabtif. (2014). **Overview of the Smart Grid. Communication Challenges and Solutions in the Smart Grid**, 1–12. Retrieved May 15, 2016, from <http://www.Springer.com/>

SpringerBriefs in Computer Science.

- [10] Parveen Dabur, Gurdeepinder Singh and Naresh Kumar Yadav. (2012). Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)** ISSN: 2277-3878, 1(1), 1-6.
- [11] กิตติวุฒิ จินณะบุตร, ธงชัย คล้ายคลึง และกฤตวิทย์ บัวใหญ่ (ผู้บรรยาย). (26 – 28 มีนาคม 2557). การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีสร้างแบบจำลองโหลด. ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6** (35-38). ระเบียบ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- [12] D. Stimoniaris, et al. (2015). **Demand-side management by integrating bus communication technologies into smart grids**. Retrieved April 18, 2016, from [www.elsevier.com/locate/epsr](http://www.elsevier.com/locate/epsr).
- [13] Stanislav Mišák, Jindřich Stuchlý, Jan Platoš and 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, from [www.elsevier.com/locate/enbuild](http://www.elsevier.com/locate/enbuild).
- [14] Zvonimir Klaić, Krešimir Fekete and Damir Šljivac. (2015). **Demand Side Load Management in The Distribution System with Photovoltaic Generation**. **Tehnički vjesnik** 22, 4, 989-995. Retrieved July 9, 2016, from [https://hrcak.srce.hr/index.php?id\\_clanak\\_jezik=211112&show=clanak](https://hrcak.srce.hr/index.php?id_clanak_jezik=211112&show=clanak).
- [15] นาดยา คล้ายเรือง (ผู้บรรยาย). (3-6 กุมภาพันธ์ 2558). ศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการ Demand Response ใน **อุตสาหกรรมประเภทอาหารและเครื่องดื่มการประชุมวิชาการครั้งที่ 53** (821-828). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [16] รัชฎาพร คำภู และนาดยา คล้ายเรือง (ผู้บรรยาย). (8 – 10 กรกฎาคม 2558). ศักยภาพในการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยมาตรการการตอบสนองทางด้านโหลดในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเคมีภัณฑ์. ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 7** (356 – 361). ตรีง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- [17] Sibon Nan, Ming Zhou and Gengyin Li, (2018). **Optimal residential community**



- demand response scheduling in smart grid. *Applied Energy*. 210,1280 – 1289. Retrieved July 27, 2018, from [https://econpapers.repec.org/article/eeeappene/v\\_3a210\\_3ay\\_3a2018\\_3ai\\_3ac\\_3ap\\_3a1280-1289.html](https://econpapers.repec.org/article/eeeappene/v_3a210_3ay_3a2018_3ai_3ac_3ap_3a1280-1289.html).
- [18] พจน์ชววัฒน์ เลาหะเลิศสุข และคณะ. (2556). การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสูง กรณีศึกษา: ระบบปรับอากาศโรงแรมโนโวเทล แพลตินั่ม กรุงเทพฯ. *Kasem Bundit Engineering Journal*, 3(2), 48 – 56.
- [19] อัจรี ศุภสุธิกุล (2557). การศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 6(12), 106 – 113.
- [20] ศรายุทธ ชุณหรงค์ และคณะ (ผู้บรรยาย). (2-5 กุมภาพันธ์ 2559). การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยเทคนิคการปรับอุณหภูมิระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ใน *ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54* (1 – 8). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [21] เบญจพร อภิวงค์งาม และคณะ. (2560). เทคนิคการลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในกระบวนการผลิตถั่วและญี่ปุ่นแช่แข็ง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 24(2), 1-10.
- [22] การไฟฟ้านครหลวง. (2561). *อัตราค่าไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ของการไฟฟ้านครหลวง(กฟน.)*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.mea.or.th/profile/109/114>
- [23] ปิยะพล บวรอุดมวงศ์ และสาธิต พุทธชัยยงค์. (2559). การศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องทอระบบส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยน้ำ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ*, 9(1), 91-98.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพะเยา  
UNIVERSITY OF PHAYAO

ภาคผนวก ก ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน

ตาราง 24 การใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงาน

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0:00:00	1.21	1.57	3.44	1.71	1.70	1.38	1.39	1.31	1.78	1.87	1.39	1.30	1.57	1.66
0:01:00	1.22	1.53	3.39	1.71	1.80	1.39	1.39	1.32	1.77	1.87	1.39	1.29	1.61	1.67
0:02:00	1.37	1.50	3.54	1.70	1.69	1.49	1.39	1.31	1.78	1.85	1.55	1.67	1.57	1.72
0:03:00	1.21	1.28	3.54	1.58	1.69	1.39	1.39	1.31	1.78	1.68	1.54	1.27	1.35	1.62
0:04:00	1.21	1.28	3.50	1.43	1.69	1.39	1.57	1.31	1.78	1.67	1.54	1.27	1.43	1.62
0:05:00	1.21	1.27	3.40	1.08	1.75	1.53	1.72	1.48	1.77	1.68	1.54	1.26	1.43	1.62
0:06:00	1.28	1.12	3.28	1.10	3.82	1.63	1.52	1.46	1.77	1.67	1.54	1.26	1.43	1.76
0:07:00	1.21	1.27	2.98	1.10	1.55	3.68	1.49	1.46	1.77	1.71	1.53	1.52	1.65	1.76
0:08:00	1.20	1.51	2.91	1.12	1.55	1.53	1.50	1.46	1.44	1.69	1.52	1.46	1.68	1.58
0:09:00	1.38	1.47	2.96	1.10	1.55	1.72	1.50	1.46	1.43	1.69	1.52	1.46	1.64	1.61
0:10:00	1.21	1.47	2.87	1.31	1.69	1.61	1.48	1.46	1.43	1.68	1.52	1.46	1.64	1.60
0:11:00	1.21	1.35	2.92	2.12	1.69	1.60	1.48	1.25	1.43	1.69	1.69	1.33	1.64	1.65
0:12:00	1.21	1.35	2.90	1.26	1.77	1.59	1.31	1.24	1.29	1.74	1.71	1.33	1.78	1.58
0:13:00	1.14	1.34	2.91	1.24	1.68	1.57	1.31	1.40	1.28	1.68	1.70	1.33	1.78	1.57
0:14:00	0.99	1.34	2.99	1.24	1.68	1.47	1.57	1.39	2.01	1.66	1.70	1.33	1.67	1.62

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0:15:00	1.00	1.21	2.94	1.24	1.67	1.47	1.53	1.38	2.85	1.67	1.69	1.32	1.65	1.66
0:16:00	1.22	1.21	2.90	1.51	1.59	1.64	1.53	1.38	3.39	1.75	1.69	1.38	1.41	1.74
0:17:00	1.13	1.21	2.90	1.48	1.57	3.78	1.31	1.37	1.49	1.75	1.68	1.37	1.41	1.73
0:18:00	1.13	1.21	2.87	1.47	3.36	1.64	1.31	1.28	1.49	1.85	1.31	1.37	1.41	1.67
0:19:00	1.31	1.20	2.97	1.47	1.30	1.64	1.31	1.29	1.49	1.84	1.31	1.37	1.41	1.53
0:20:00	1.48	1.21	2.84	1.51	1.43	1.73	1.45	1.48	1.49	1.89	1.17	1.36	1.41	1.57
0:21:00	1.56	1.19	2.59	1.47	1.41	1.63	1.57	2.19	1.48	1.97	1.17	1.37	1.52	1.62
0:22:00	1.67	1.19	2.66	1.44	1.39	1.61	1.52	1.44	1.67	2.03	1.16	1.37	1.47	1.59
0:23:00	1.73	1.19	2.69	1.45	1.50	1.44	1.52	1.40	1.67	1.90	1.31	1.35	1.47	1.59
0:24:00	1.80	1.35	2.78	1.58	1.40	1.44	1.51	1.40	1.65	1.88	1.30	1.35	1.47	1.61
0:25:00	1.62	1.19	2.75	1.59	1.39	1.44	1.51	1.40	1.66	1.86	1.44	1.35	1.65	1.60
0:26:00	1.50	1.35	2.74	1.58	1.49	1.45	1.50	1.40	1.65	1.72	1.70	1.35	1.65	1.62
0:27:00	1.72	1.34	2.63	1.76	1.44	1.53	1.50	1.23	1.65	1.74	1.65	1.35	1.63	1.63
0:28:00	1.50	1.34	2.59	1.60	1.44	3.54	1.38	1.23	1.65	1.89	1.64	1.36	1.63	1.75
0:29:00	1.49	1.14	2.54	1.60	1.23	1.44	1.38	1.23	1.48	1.92	1.42	1.33	1.63	1.53
0:30:00	1.49	1.47	2.57	1.57	1.26	1.44	1.37	1.22	1.48	1.90	1.41	1.32	1.62	1.55
0:31:00	1.49	1.46	2.47	1.74	1.39	1.44	1.37	1.22	1.48	1.92	1.29	1.32	1.62	1.55

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0:32:00	1.36	1.44	2.69	1.70	1.38	1.44	1.37	1.22	1.65	1.94	1.28	1.32	1.41	1.55
0:33:00	1.36	1.44	2.51	1.71	3.63	1.42	1.37	1.21	1.63	1.92	1.56	1.32	1.24	1.72
0:34:00	1.56	1.43	2.54	1.54	1.61	1.49	1.55	1.21	1.42	2.35	1.51	1.17	1.24	1.59
0:35:00	1.34	1.43	2.44	1.55	1.60	1.38	1.54	1.21	3.45	2.30	1.51	1.17	1.24	1.70
0:36:00	1.33	1.25	2.21	1.41	1.60	1.39	1.54	1.20	2.83	2.13	1.50	1.00	1.24	1.59
0:37:00	1.13	1.52	2.16	1.41	1.79	1.38	1.54	1.21	2.13	2.12	1.50	1.26	1.23	1.57
0:38:00	1.18	1.48	1.93	1.39	1.73	1.39	1.54	1.20	1.55	2.12	1.50	1.22	1.23	1.50
0:39:00	0.97	1.47	1.90	1.29	1.72	1.39	1.53	1.20	1.55	2.12	1.49	1.37	1.49	1.50
0:40:00	0.98	1.25	1.93	1.29	1.72	1.54	1.53	1.20	1.77	2.25	1.49	1.14	1.45	1.50
0:41:00	1.16	1.39	1.96	1.08	1.72	1.89	1.37	1.20	1.81	2.24	1.48	1.14	1.45	1.53
0:42:00	0.98	1.36	2.08	1.09	1.71	3.67	1.36	1.33	1.77	2.24	1.65	1.13	1.36	1.67
0:43:00	0.97	1.13	2.11	1.06	1.71	1.75	1.16	1.34	1.65	2.09	1.83	1.26	1.35	1.49
0:44:00	0.98	1.37	2.23	1.08	1.77	1.74	1.16	1.33	1.65	2.11	1.82	1.54	1.35	1.55
0:45:00	1.32	1.36	2.33	1.08	1.84	1.89	1.34	1.50	1.64	2.09	1.80	1.48	1.35	1.62
0:46:00	1.37	1.33	2.32	1.08	1.83	1.73	1.32	1.49	1.60	2.05	1.80	1.47	1.47	1.60
0:47:00	1.33	1.33	2.46	1.10	1.84	1.92	1.32	1.42	1.63	2.06	1.80	1.34	1.42	1.61
0:48:00	1.32	1.33	2.46	1.35	1.74	1.77	1.32	1.42	1.63	2.22	1.79	1.34	1.56	1.63
0:49:00	1.31	1.20	2.18	1.32	1.68	1.77	1.32	1.41	1.92	2.22	1.79	1.33	1.56	1.62

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0:50:00	1.31	1.20	2.26	1.31	1.67	1.62	1.31	1.40	3.54	2.22	1.62	1.33	1.55	1.72
0:51:00	1.49	1.20	2.30	1.27	1.88	1.62	1.57	1.39	2.12	2.22	1.62	1.33	1.54	1.66
0:52:00	1.47	1.19	2.32	1.24	3.93	1.69	1.54	1.58	1.48	2.22	1.61	1.33	1.53	1.78
0:53:00	1.47	1.19	2.18	1.24	3.55	1.54	1.70	1.83	1.48	2.22	1.62	1.34	1.53	1.76
0:54:00	1.46	1.19	2.34	1.24	1.71	3.50	1.48	1.81	1.66	2.21	1.62	1.34	1.54	1.78
0:55:00	1.61	1.19	2.20	1.43	1.57	1.44	1.47	1.77	1.66	2.23	1.64	1.33	1.53	1.62
0:56:00	1.17	1.20	2.17	1.49	1.50	1.54	1.46	1.65	1.66	2.14	1.89	1.33	1.40	1.58
0:57:00	1.17	1.19	2.24	1.62	1.34	1.44	1.46	1.42	1.66	1.89	1.42	1.34	1.41	1.51
0:58:00	1.32	1.19	2.35	1.78	1.34	1.23	1.72	1.42	1.65	1.75	1.42	1.49	1.40	1.54
0:59:00	1.54	1.19	2.42	1.76	1.34	1.28	1.67	1.25	1.64	1.66	1.57	1.48	1.58	1.57
1:00:00	1.31	1.37	2.34	1.77	1.33	1.23	1.67	1.25	1.44	1.58	1.42	1.48	1.58	1.52
1:01:00	1.31	1.52	2.36	1.76	1.28	1.23	1.67	1.53	1.27	1.69	1.42	1.48	1.57	1.55
1:02:00	1.29	1.51	2.54	1.74	1.28	1.23	1.39	1.32	1.27	1.66	1.30	1.48	1.57	1.51
1:03:00	1.09	1.50	2.51	1.74	1.49	1.24	1.59	1.32	1.27	1.67	1.60	1.66	1.57	1.56
1:04:00	1.25	1.49	2.51	1.55	1.46	1.32	1.57	1.32	2.14	1.92	1.30	1.66	1.73	1.63
1:05:00	1.23	1.48	2.20	1.71	1.45	1.23	1.56	1.32	2.26	1.88	1.56	1.65	1.71	1.63
1:06:00	1.30	1.14	1.94	1.70	1.23	1.50	1.56	1.32	3.17	1.87	1.51	1.65	1.55	1.65
1:07:00	1.11	1.12	1.96	1.71	1.24	1.51	1.55	1.32	1.55	1.50	1.39	1.44	1.55	1.46

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1:08:00	1.11	1.28	1.86	1.70	1.24	1.48	1.54	1.32	1.52	1.33	1.16	1.42	1.54	1.42
1:09:00	1.26	1.27	1.94	1.44	1.30	1.47	1.54	1.32	1.51	1.33	1.15	1.42	1.53	1.42
1:10:00	1.37	1.28	1.83	1.44	1.52	3.60	1.37	1.31	1.66	1.48	1.15	1.25	1.32	1.58
1:11:00	1.33	1.27	1.93	1.44	1.65	1.54	1.37	1.31	1.65	1.87	1.15	1.14	1.32	1.46
1:12:00	1.34	1.26	1.80	1.44	1.62	1.46	1.37	1.31	1.65	1.81	1.42	1.14	1.22	1.45
1:13:00	1.44	1.18	1.80	1.30	1.66	1.45	1.37	1.31	1.80	1.78	1.41	1.14	1.22	1.45
1:14:00	1.34	1.41	1.66	1.31	1.61	1.61	1.37	1.31	1.79	1.80	1.56	1.14	1.22	1.47
1:15:00	1.34	1.37	1.57	1.31	1.61	1.75	1.37	1.31	1.79	1.80	1.55	1.40	1.22	1.49
1:16:00	1.59	1.52	1.51	1.30	1.61	1.74	1.37	1.31	1.77	1.83	1.55	1.39	1.22	1.52
1:17:00	1.47	1.31	1.50	1.31	3.61	1.92	1.36	1.30	3.70	1.77	1.54	1.36	2.07	1.86
1:18:00	1.46	1.29	1.49	1.29	1.60	1.91	1.37	1.33	3.49	1.55	1.54	1.13	1.47	1.61
1:19:00	1.46	1.28	1.49	1.31	1.60	1.90	1.37	1.32	1.78	1.44	1.53	1.13	1.43	1.46
1:20:00	1.68	1.28	1.49	1.11	1.84	1.90	1.16	1.32	1.64	1.43	1.54	1.12	1.22	1.44
1:21:00	1.32	1.52	1.46	1.06	1.74	1.89	1.16	1.32	1.64	1.43	1.36	1.12	1.22	1.40
1:22:00	1.49	1.50	1.33	1.09	1.91	1.87	1.16	1.47	1.64	1.42	1.36	2.17	1.22	1.51
1:23:00	1.68	1.48	1.33	1.08	2.03	1.54	1.16	1.47	1.64	1.43	1.54	1.26	1.22	1.45
1:24:00	1.50	1.36	1.33	1.09	2.02	1.38	1.16	1.64	1.63	1.43	1.51	1.22	1.59	1.45
1:25:00	1.49	1.21	1.33	1.07	2.02	1.47	1.34	1.80	1.63	1.56	1.52	1.22	1.47	1.47

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1:26:00	1.16	1.20	1.35	1.30	2.01	1.37	1.31	1.47	1.63	1.58	1.51	1.21	1.43	
1:27:00	1.51	1.20	1.33	1.52	1.95	1.37	1.71	1.46	1.61	1.57	1.51	1.21	1.42	
1:28:00	0.99	1.20	1.32	1.49	1.56	1.38	1.70	1.46	1.60	1.56	1.64	1.21	1.42	
1:29:00	1.00	1.20	1.51	1.47	1.55	3.47	1.67	1.46	1.58	1.65	1.64	1.21	1.42	
1:30:00	1.07	1.19	1.65	1.24	1.55	1.23	1.45	1.33	1.58	1.66	1.64	1.21	1.41	
1:31:00	1.07	1.42	1.64	1.40	1.60	1.50	1.45	1.33	1.58	1.61	1.64	1.20	1.41	
1:32:00	1.00	1.51	1.58	1.56	1.35	1.57	1.64	1.16	1.43	1.65	1.63	1.21	1.28	
1:33:00	1.15	1.50	1.56	1.53	1.35	1.44	1.62	1.41	1.43	1.59	1.63	1.20	1.46	
1:34:00	1.67	1.49	1.53	1.62	1.40	1.44	1.88	1.37	1.52	1.78	1.63	1.20	1.46	
1:35:00	1.38	1.49	1.36	1.58	1.34	1.44	1.83	1.37	3.38	1.56	1.57	1.20	1.45	
1:36:00	1.35	1.48	1.36	1.58	1.34	1.52	1.71	1.15	3.23	1.56	1.56	1.20	1.45	
1:37:00	1.68	1.31	1.36	1.57	1.34	1.43	1.70	1.14	1.32	1.55	1.56	1.38	1.45	
1:38:00	1.35	1.35	1.36	1.57	1.40	1.43	1.53	1.15	1.26	1.55	1.55	1.38	1.44	
1:39:00	1.34	1.30	1.55	1.72	1.34	1.43	1.53	1.14	1.26	1.57	1.54	1.68	1.45	
1:40:00	1.34	1.31	1.61	1.71	1.60	1.44	1.52	1.37	1.26	1.75	1.54	1.67	1.41	
1:41:00	1.46	1.30	1.59	1.70	1.55	1.43	1.52	1.25	1.51	1.59	1.39	1.66	1.49	
1:42:00	1.21	1.35	1.60	1.59	1.62	1.43	1.37	1.21	1.51	1.52	1.39	1.65	1.45	



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1:43:00	1.21	1.10	1.26	1.58	1.34	1.52	1.37	1.22	1.48	1.51	1.52	1.65	1.40	
1:44:00	1.21	0.98	1.26	1.58	1.34	1.43	1.37	1.21	1.49	1.55	1.48	1.48	1.37	
1:45:00	1.82	1.00	1.24	1.57	1.39	1.43	1.37	1.21	1.48	1.81	1.48	1.27	1.43	
1:46:00	1.50	0.98	1.26	1.56	1.23	1.43	1.37	1.21	1.63	1.90	1.45	1.27	1.41	
1:47:00	1.49	0.98	1.52	1.44	1.50	1.51	1.37	1.21	1.62	1.70	1.43	1.26	1.43	
1:48:00	1.62	0.98	1.50	1.44	1.45	1.42	1.36	1.21	1.61	1.70	1.43	1.26	1.41	
1:49:00	1.50	1.21	1.48	1.30	1.50	1.40	1.36	1.20	1.61	1.90	1.45	1.26	1.42	
1:50:00	1.48	1.28	1.48	1.29	1.45	1.57	1.36	1.34	1.61	1.84	1.69	1.26	1.46	
1:51:00	1.27	1.54	1.47	1.29	1.60	1.55	1.37	1.34	1.61	1.79	1.65	1.26	1.47	
1:52:00	1.60	1.51	1.48	1.26	1.59	1.54	1.38	1.33	3.48	1.74	1.64	1.40	1.64	
1:53:00	1.27	1.49	1.48	1.29	1.64	1.52	1.38	1.33	1.60	1.66	1.48	1.67	1.47	
1:54:00	1.46	1.27	1.46	1.28	1.93	3.59	1.38	1.32	3.46	1.56	1.49	1.64	1.78	
1:55:00	1.33	1.26	1.46	1.29	1.90	1.51	1.38	1.32	3.49	1.54	1.49	1.62	1.61	
1:56:00	1.55	1.31	1.48	1.29	1.90	1.77	1.18	1.32	1.62	1.53	1.50	1.39	1.48	
1:57:00	1.33	1.25	1.47	1.30	1.89	1.73	1.18	1.65	1.62	1.53	1.48	1.25	1.46	
1:58:00	1.33	1.39	1.47	1.28	1.88	1.63	1.18	1.64	1.62	1.54	1.48	1.24	1.46	
1:59:00	1.66	1.38	1.51	1.26	1.87	1.60	1.18	1.62	1.62	1.53	1.48	1.24	1.50	
2:00:00	1.41	1.35	1.50	1.29	1.76	1.60	1.18	1.62	1.81	1.54	1.48	1.38	1.51	

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2:01:00	1.38	1.53	1.48	1.25	1.70	1.70	1.36	1.61	1.79	1.53	1.48	1.34	1.70	1.53
2:02:00	1.23	1.52	1.49	1.24	1.58	1.59	1.50	1.61	1.81	1.53	1.37	1.34	1.70	1.50
2:03:00	1.49	1.73	1.63	1.25	1.57	1.50	1.49	1.60	1.80	1.53	1.42	1.34	1.69	1.54
2:04:00	1.23	1.66	1.63	1.47	1.63	1.49	1.67	1.61	1.80	1.53	1.56	1.33	1.54	1.55
2:05:00	1.23	1.64	1.43	1.23	1.58	1.59	1.91	1.46	1.80	1.53	1.53	1.33	1.53	1.52
2:06:00	1.23	1.50	1.43	1.23	1.57	1.49	1.84	1.25	1.63	1.53	1.52	1.22	1.53	1.46
2:07:00	1.52	1.33	1.59	1.23	1.47	1.51	1.66	1.25	1.42	1.50	1.58	1.22	1.52	1.45
2:08:00	1.38	1.33	1.59	1.23	1.58	1.51	1.44	1.25	1.42	1.50	1.52	1.21	1.60	1.43
2:09:00	1.37	1.32	1.56	1.49	1.37	1.50	1.43	1.25	1.42	1.50	1.51	1.20	1.45	1.41
2:10:00	1.37	1.39	1.35	1.64	1.36	1.50	1.31	1.25	1.42	1.67	1.55	1.20	1.45	1.42
2:11:00	1.55	1.32	1.35	1.44	1.42	1.35	1.31	1.24	1.42	1.65	1.65	1.20	1.45	2:11:00
2:12:00	1.36	1.31	1.35	1.63	1.36	1.45	1.57	1.25	3.14	1.54	1.45	1.40	1.45	2:12:00
2:13:00	1.35	1.31	1.34	1.58	1.36	1.15	1.52	1.24	3.17	1.54	1.44	1.37	1.44	2:13:00
2:14:00	1.48	1.42	1.35	1.72	1.36	1.14	1.53	1.25	1.27	1.55	1.48	1.37	1.44	2:14:00
2:15:00	1.17	1.19	1.11	1.61	1.35	1.14	1.53	1.24	3.14	1.63	1.43	1.38	1.27	2:15:00
2:16:00	1.16	1.20	1.12	1.60	1.35	1.14	1.53	1.50	2.11	1.59	1.43	1.37	1.27	2:16:00
2:17:00	1.15	1.23	1.11	1.59	1.61	1.14	1.52	1.48	1.25	1.59	1.45	1.36	1.27	2:17:00

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2:18:00	1.24	1.20	1.36	1.63	1.61	1.14	1.52	1.47	1.52	1.37	1.61	1.20	1.27	1.40
2:19:00	1.15	1.20	1.34	1.58	1.57	1.42	1.52	1.48	1.47	1.36	1.48	1.20	1.27	1.39
2:20:00	1.16	1.00	1.49	1.58	1.35	1.32	1.52	1.48	1.48	1.36	1.73	1.38	1.27	1.39
2:21:00	1.16	1.08	1.25	1.58	1.35	1.57	1.52	1.33	1.63	1.51	1.79	1.35	1.06	1.40
2:22:00	1.34	0.98	1.27	1.44	1.39	1.51	1.37	1.33	1.63	1.77	1.55	1.35	1.06	1.38
2:23:00	1.41	0.98	1.27	1.45	1.33	1.52	1.37	1.33	1.62	1.72	1.32	1.14	1.06	1.35
2:24:00	1.38	0.99	1.24	1.45	1.35	1.51	1.37	1.32	1.61	1.72	1.32	1.14	1.06	1.34
2:25:00	1.53	1.14	1.55	1.44	1.60	1.41	1.36	1.32	1.60	1.72	1.18	1.14	1.06	1.39
2:26:00	1.44	1.13	1.50	1.44	1.73	1.51	1.36	1.32	1.60	1.71	1.15	1.14	1.24	1.41
2:27:00	1.44	1.12	1.50	1.46	1.73	1.40	1.36	1.32	1.61	1.71	1.43	1.14	1.21	1.42
2:28:00	1.60	1.46	1.47	1.64	1.72	1.38	1.36	1.32	1.59	1.56	1.57	2.21	2.11	1.61
2:29:00	1.99	1.33	1.68	1.46	1.92	1.64	1.36	1.21	1.47	1.43	1.51	1.29	1.47	1.52
2:30:00	1.58	1.52	1.66	1.44	1.76	1.60	1.56	1.40	1.47	1.43	1.50	1.28	1.44	1.51
2:31:00	1.57	1.27	1.65	1.46	1.94	1.60	1.54	1.39	1.47	1.44	1.50	1.54	1.21	1.51
2:32:00	1.41	1.48	1.65	1.23	1.73	1.59	1.54	1.53	3.52	1.44	1.56	1.51	1.22	1.65
2:33:00	1.64	1.31	1.65	1.25	1.77	1.46	1.33	1.51	1.65	1.44	1.49	1.63	1.22	1.49
2:34:00	1.40	1.45	1.62	1.25	1.72	1.46	1.33	1.51	3.52	1.43	1.49	1.40	1.21	1.60

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2:35:00	1.39	1.80	1.61	1.08	1.72	1.64	1.32	1.50	2.47	1.44	1.49	1.40	1.46	1.56
2:36:00	1.44	1.67	1.61	1.08	1.73	1.61	1.31	1.49	2.76	1.44	1.48	1.40	1.61	1.59
2:37:00	1.49	1.65	1.58	1.22	1.59	1.69	1.30	1.33	1.80	1.44	1.48	1.27	1.72	1.50
2:38:00	1.38	1.48	1.45	1.22	1.58	1.60	1.20	1.32	1.78	1.57	1.48	1.71	1.71	1.50
2:39:00	1.18	1.57	1.43	1.41	1.59	1.60	1.19	1.32	1.61	1.57	1.55	1.36	1.70	1.47
2:40:00	1.64	1.47	1.47	1.47	1.63	1.59	1.19	1.20	1.62	1.75	1.47	1.33	1.69	1.50
2:41:00	1.18	1.46	1.45	1.42	1.59	1.60	1.45	0.99	1.61	1.74	1.47	1.33	1.69	1.46
2:42:00	1.32	1.51	1.58	1.41	1.58	1.59	1.41	0.99	1.40	1.73	1.47	1.33	1.87	1.48
2:43:00	1.32	1.45	1.58	1.20	1.58	1.59	1.40	0.99	1.40	1.73	1.50	1.32	1.86	1.46
2:44:00	1.60	1.45	1.56	1.20	1.58	1.66	1.05	1.17	1.41	1.52	1.46	1.32	1.57	1.43
2:45:00	1.31	1.45	1.56	1.19	1.58	1.59	1.24	1.15	1.41	1.52	1.65	1.32	1.56	1.43
2:46:00	1.30	1.40	1.55	1.44	1.37	1.59	1.21	1.14	1.40	1.51	1.70	1.50	1.56	1.44
2:47:00	1.84	1.18	1.22	1.45	1.42	1.59	1.21	1.14	1.41	1.33	1.62	1.49	1.56	1.42
2:48:00	1.68	1.19	1.23	1.45	1.23	3.56	1.47	1.41	1.41	1.33	1.76	1.48	1.55	1.60
2:49:00	1.50	1.28	1.21	1.45	1.23	1.99	1.44	1.38	1.40	1.33	1.76	1.48	1.38	1.45
2:50:00	1.37	1.18	1.10	1.45	1.23	1.56	1.43	1.37	1.40	1.33	2.50	1.48	1.39	1.45
2:51:00	1.36	1.19	1.10	1.43	1.24	1.61	1.43	1.36	1.40	1.69	1.73	1.48	1.38	1.42

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2:52:00	1.46	1.18	1.10	1.42	1.37	1.40	1.43	1.14	1.64	1.74	1.72	1.47	1.38	1.42
2:53:00	1.36	1.20	1.08	1.59	1.36	1.40	1.44	1.27	3.46	1.70	1.77	1.31	1.38	1.56
2:54:00	1.36	1.18	1.11	1.60	1.67	1.40	1.43	1.27	1.48	1.48	1.72	1.31	1.39	1.42
2:55:00	1.24	1.18	1.37	1.57	1.59	1.49	1.43	1.26	3.37	1.48	1.72	1.32	1.39	1.57
2:56:00	1.24	1.08	1.33	1.44	1.57	1.23	1.43	1.53	2.23	1.62	1.59	1.31	1.39	1.46
2:57:00	1.24	0.98	1.32	1.45	1.34	1.23	1.43	1.48	1.62	1.62	1.48	1.31	1.39	1.38
2:58:00	1.24	0.98	1.11	1.44	1.62	1.49	1.43	1.48	1.62	1.89	1.68	1.31	1.38	1.44
2:59:00	1.70	0.98	1.47	1.65	1.54	1.46	1.62	1.48	1.60	1.84	1.63	1.21	1.18	1.49
3:00:00	1.40	1.25	1.44	1.94	1.51	1.50	1.74	1.48	1.60	1.83	1.31	1.21	1.18	1.49
3:01:00	1.39	1.12	1.42	1.61	1.83	1.27	1.73	1.32	1.60	1.82	1.31	1.18	1.18	1.44
3:02:00	1.40	1.29	1.70	1.59	1.74	1.34	1.58	1.32	1.61	1.82	1.31	1.15	1.18	1.46
3:03:00	1.39	1.29	1.65	1.61	1.73	1.27	1.58	1.50	1.60	1.82	1.16	1.15	1.18	1.46
3:04:00	1.19	1.27	1.65	1.60	1.87	1.26	1.57	1.49	1.60	1.81	1.26	1.15	1.17	1.45
3:05:00	1.02	1.67	1.47	1.42	1.75	1.53	1.56	1.48	1.48	1.68	1.43	1.30	1.07	1.45
3:06:00	1.25	1.64	1.47	1.43	1.68	1.55	1.39	1.49	1.67	1.68	1.37	1.30	1.07	1.46
3:07:00	1.11	1.60	1.45	1.45	1.69	1.37	1.38	1.63	1.66	1.57	1.38	1.29	1.51	1.47
3:08:00	1.03	1.12	1.62	1.45	1.73	1.36	1.38	1.62	1.65	1.58	1.47	1.50	1.44	1.46

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3:09:00	1.02	1.12	1.63	1.30	1.68	1.57	1.17	1.45	1.65	1.43	1.36	1.52	1.43	1.41
3:10:00	1.14	1.11	1.59	1.22	1.68	1.36	1.31	1.44	1.65	1.43	1.36	1.49	1.21	1.38
3:11:00	1.45	1.10	1.58	1.27	1.68	1.36	1.32	1.44	1.65	1.43	1.58	1.26	1.21	1.41
3:12:00	1.42	1.56	1.58	1.23	1.78	1.36	1.31	1.43	1.48	1.43	1.37	1.26	1.36	1.43
3:13:00	1.40	1.48	1.57	1.23	1.59	1.42	1.30	1.43	1.48	1.42	1.36	1.14	1.35	1.40
3:14:00	1.70	1.58	1.58	1.22	1.59	1.35	1.30	1.43	1.57	1.62	1.36	1.13	1.61	1.46
3:15:00	1.54	1.47	1.57	1.25	1.59	1.35	1.30	1.30	3.18	1.60	1.44	1.40	1.56	1.58
3:16:00	1.31	1.47	1.56	1.22	1.59	1.51	1.30	1.30	3.37	1.60	1.36	1.38	1.57	1.58
3:17:00	1.45	1.36	1.55	1.50	1.59	1.53	1.29	1.30	1.64	1.60	1.36	1.36	1.75	1.48
3:18:00	1.69	1.48	1.56	1.23	1.59	1.50	1.42	1.31	1.41	1.60	1.42	1.20	1.73	1.47
3:19:00	1.43	1.34	1.45	1.21	1.64	1.50	1.38	1.31	1.41	1.59	1.36	1.20	1.73	1.43
3:20:00	1.71	1.34	1.45	1.21	1.59	1.61	1.38	1.10	1.40	1.59	1.36	1.21	1.72	1.44
3:21:00	1.80	1.44	1.44	1.07	1.58	1.50	1.38	1.11	1.40	1.21	1.36	1.39	1.59	1.41
3:22:00	1.65	1.33	1.44	1.51	1.37	1.81	1.16	1.11	1.40	1.21	1.45	1.38	1.59	1.42
3:23:00	1.64	1.33	1.43	1.44	1.40	1.79	1.16	1.10	1.40	1.22	1.53	1.37	1.42	1.40
3:24:00	1.60	1.33	1.23	1.45	1.37	1.86	1.16	1.28	1.40	1.22	1.69	1.37	1.42	1.41
3:25:00	1.64	1.47	1.11	1.45	1.36	1.78	1.34	1.26	1.67	1.21	1.67	1.37	1.27	1.43

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3:26:00	1.40	1.32	1.15	1.44	1.42	1.78	1.58	1.25	1.63	1.22	1.98	1.36	1.27	1.45
3:27:00	1.40	1.32	1.11	1.44	1.36	1.56	1.55	1.26	1.62	1.21	1.74	1.50	1.26	1.41
3:28:00	1.25	1.36	1.10	1.43	1.22	1.40	1.71	1.26	1.40	1.44	1.73	1.33	1.26	1.38
3:29:00	1.40	1.17	1.09	1.42	1.21	1.39	1.70	1.25	1.40	1.47	1.82	1.33	1.27	1.38
3:30:00	1.25	1.18	1.30	1.49	1.22	1.40	1.70	1.15	3.28	1.43	1.55	1.32	1.27	1.50
3:31:00	1.24	1.17	1.28	1.47	1.65	1.50	1.70	1.43	3.14	1.41	1.55	1.32	1.26	1.55
3:32:00	1.88	1.29	1.53	1.49	1.61	1.24	2.02	1.39	1.59	1.53	1.41	1.32	1.26	1.50
3:33:00	1.42	1.15	1.50	1.62	1.66	1.24	1.69	1.36	1.81	1.53	1.51	1.31	1.26	1.47
3:34:00	1.41	1.31	1.47	1.59	1.39	1.25	1.69	1.36	1.75	1.66	1.41	1.31	1.39	1.46
3:35:00	1.40	1.29	1.26	1.60	1.52	1.76	1.52	1.55	1.76	2.81	1.68	1.31	1.40	1.60
3:36:00	1.54	1.42	1.10	1.49	1.52	1.60	1.64	1.54	1.61	1.90	1.74	1.31	1.19	1.51
3:37:00	1.23	1.42	1.10	1.45	1.35	1.59	1.52	1.53	1.60	1.85	1.63	1.31	1.19	1.44
3:38:00	1.23	1.40	1.09	1.44	1.61	1.37	1.52	1.52	1.60	1.85	1.41	1.10	1.18	1.41
3:39:00	1.47	1.35	1.37	1.45	1.70	1.43	1.52	1.61	1.78	1.84	1.41	1.10	1.18	1.48
3:40:00	1.23	1.41	1.66	1.44	1.94	1.36	1.52	1.60	1.65	1.72	1.52	1.10	1.18	1.49
3:41:00	1.02	1.47	1.61	1.44	1.69	1.36	1.37	1.60	1.64	1.71	1.41	1.10	1.18	1.43
3:42:00	1.03	1.30	1.60	1.44	1.69	1.74	1.26	1.58	1.64	1.71	1.68	1.42	1.17	1.48

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3:43:00	1.16	1.09	1.59	1.62	1.68	1.46	1.26	1.58	1.64	1.70	1.58	1.39	1.17	1.46
3:44:00	1.02	1.09	1.59	1.58	1.67	1.45	1.26	1.57	1.63	1.70	1.48	1.78	1.43	1.48
3:45:00	1.17	1.09	1.58	1.58	1.67	1.45	1.20	1.56	1.63	1.70	1.47	1.38	1.39	1.45
3:46:00	1.40	1.18	1.58	1.36	1.66	1.49	1.20	1.56	1.46	1.69	1.47	1.64	1.17	1.45
3:47:00	1.16	1.35	1.61	1.35	1.53	1.45	1.19	1.55	1.46	1.68	1.58	1.59	1.17	1.44
3:48:00	1.15	1.20	1.57	1.35	1.53	1.45	1.19	1.55	1.46	1.87	1.47	1.37	1.49	1.43
3:49:00	1.41	1.19	1.55	1.21	1.54	1.45	1.19	1.55	3.35	1.71	1.46	1.36	1.46	1.57
3:50:00	1.50	1.19	1.56	1.23	1.53	1.44	1.18	1.43	1.46	1.70	1.47	1.24	1.46	1.41
3:51:00	1.36	1.19	1.56	1.23	1.54	1.34	1.18	1.45	3.34	1.70	1.51	1.24	1.89	1.58
3:52:00	1.50	1.19	1.59	1.20	1.52	1.34	1.19	1.20	2.95	1.70	1.46	1.24	1.84	1.53
3:53:00	1.56	1.30	1.59	1.44	1.71	1.60	1.33	1.20	1.46	1.70	1.46	1.41	1.83	1.51
3:54:00	1.16	1.18	1.58	1.37	1.75	1.52	1.31	1.33	1.46	1.69	1.58	1.37	1.84	1.47
3:55:00	1.33	1.36	1.58	1.29	1.59	1.51	1.29	1.33	1.46	1.52	1.37	1.41	1.84	1.45
3:56:00	1.31	1.33	1.56	1.30	1.57	1.69	1.07	1.12	1.46	1.52	1.36	1.55	1.83	1.44
3:57:00	1.56	1.35	1.57	1.44	1.57	1.66	1.42	1.32	1.46	1.32	1.55	1.55	1.70	1.50
3:58:00	1.51	1.33	1.42	1.24	1.46	1.66	1.26	1.30	1.24	1.32	1.66	1.56	1.54	1.42
3:59:00	1.39	1.33	1.42	1.22	1.37	1.65	1.25	1.30	1.42	1.33	1.54	1.39	1.53	1.40



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
4:00:00	1.58	1.69	1.48	1.39	1.37	1.57	1.51	1.30	1.40	1.32	2.62	1.38	1.42	1.54
4:01:00	1.39	1.33	1.27	1.41	1.36	1.48	1.47	1.29	1.40	1.32	1.74	1.42	1.42	1.41
4:02:00	1.39	1.33	1.27	1.65	1.36	1.48	1.46	1.28	1.41	1.22	1.67	1.42	1.42	1.41
4:03:00	1.38	1.32	1.26	1.60	1.37	1.48	1.46	1.54	1.41	1.22	1.30	1.21	1.42	1.38
4:04:00	1.39	1.42	1.27	1.63	1.55	1.28	1.59	1.50	1.42	1.21	1.29	1.21	1.43	1.40
4:05:00	1.56	1.51	1.28	1.47	1.60	1.28	1.59	1.49	1.40	1.48	1.42	1.21	1.42	1.44
4:06:00	1.55	1.51	1.08	1.48	1.54	1.28	1.56	1.49	1.41	1.45	1.28	1.21	1.27	1.39
4:07:00	1.69	1.79	1.09	1.33	1.80	1.55	1.54	1.26	1.42	1.43	1.47	1.21	1.27	1.45
4:08:00	1.55	1.45	1.08	1.40	1.81	1.29	1.54	1.44	1.83	1.36	1.31	1.19	1.27	1.42
4:09:00	1.55	1.59	1.35	1.30	1.76	1.29	1.53	1.43	3.65	1.36	1.30	1.26	1.26	1.59
4:10:00	1.55	1.57	1.32	1.30	1.45	1.43	1.53	1.42	3.15	1.35	1.29	1.19	1.25	1.52
4:11:00	1.51	1.45	1.31	1.31	1.23	1.50	1.53	1.44	2.15	1.35	1.55	1.19	1.26	1.44
4:12:00	1.22	1.25	1.20	1.35	1.28	1.69	1.52	1.70	1.94	1.79	1.65	1.19	1.26	1.46
4:13:00	1.23	1.24	1.23	1.48	1.22	1.64	1.52	1.65	1.95	1.71	1.51	1.19	1.10	1.44
4:14:00	1.23	1.34	1.25	1.45	1.37	1.67	1.53	1.64	1.93	1.71	1.29	1.19	1.05	1.43
4:15:00	1.37	1.23	1.22	1.70	1.64	1.40	1.52	1.47	1.92	1.71	1.29	0.98	1.05	1.42
4:16:00	1.36	1.48	1.49	1.60	1.58	1.39	1.52	1.46	1.80	1.58	1.29	1.03	1.05	1.43

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
4:17:00	1.35	1.34	1.44	1.60	1.58	1.39	1.51	1.62	1.63	1.58	1.29	0.98	1.05	1.41
4:18:00	1.39	1.20	1.45	1.60	1.70	1.35	1.52	1.62	1.62	1.57	1.54	0.98	1.05	1.43
4:19:00	1.14	1.21	1.44	1.64	1.84	1.53	1.51	1.46	1.46	1.57	1.66	1.13	1.05	1.43
4:20:00	1.15	1.20	1.43	1.58	1.70	1.47	1.46	1.45	1.46	1.92	1.50	1.16	1.04	1.42
4:21:00	1.15	1.12	1.43	1.58	1.69	1.52	1.30	1.45	1.46	1.57	1.64	1.26	1.31	1.42
4:22:00	1.42	0.97	1.59	1.62	1.55	1.46	1.29	1.45	1.46	1.75	1.64	1.25	1.28	1.44
4:23:00	1.15	0.97	1.59	1.56	1.67	1.46	1.29	1.44	1.46	1.75	1.63	1.66	1.27	1.45
4:24:00	1.04	0.97	1.47	1.55	1.53	1.45	1.29	1.44	1.46	1.74	1.48	1.63	1.04	1.39
4:25:00	1.29	1.34	1.46	1.35	1.53	1.71	1.29	1.56	1.49	1.74	1.48	1.60	1.20	1.46
4:26:00	1.30	1.21	1.47	1.40	1.59	1.62	1.28	1.31	1.42	1.73	1.64	1.38	1.38	1.44
4:27:00	1.40	1.19	1.61	1.20	1.53	1.61	1.22	1.31	1.42	1.74	1.47	1.31	1.36	1.41
4:28:00	1.49	1.19	1.60	1.22	1.53	1.67	1.60	1.31	1.42	1.87	1.47	1.25	1.63	1.48
4:29:00	1.43	1.19	1.59	1.60	1.52	1.60	1.58	1.20	1.87	1.70	1.46	1.25	1.71	1.52
4:30:00	1.16	1.19	1.58	1.08	1.56	1.60	1.55	1.21	2.83	1.55	1.68	1.51	1.71	1.55
4:31:00	1.17	1.18	1.78	1.08	1.52	1.44	1.33	1.21	3.33	1.56	1.64	1.74	1.85	1.60
4:32:00	1.16	1.33	1.75	1.41	1.52	1.52	1.33	1.20	1.45	1.56	1.63	1.73	1.83	1.49
4:33:00	2.88	1.19	1.75	1.43	1.59	1.43	1.32	1.19	1.24	1.55	1.78	1.72	1.54	1.59

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
4:34:00	1.29	1.18	1.71	1.39	1.52	1.44	1.32	1.19	1.25	1.34	1.63	1.77	1.54	1.43
4:35:00	1.39	1.18	1.60	1.62	1.49	1.52	1.42	1.19	1.24	1.34	1.61	1.72	1.53	1.45
4:36:00	1.24	1.36	1.61	1.63	1.46	1.43	1.28	0.98	1.24	1.34	1.62	1.71	1.52	1.42
4:37:00	1.24	1.37	1.43	1.59	2.69	1.43	1.27	1.17	1.24	1.33	1.60	1.70	1.52	1.51
4:38:00	1.42	1.68	1.23	1.42	1.55	1.93	1.27	1.14	1.21	1.34	1.59	1.53	1.52	1.45
4:39:00	1.82	1.80	1.08	1.42	1.53	1.56	1.27	1.14	1.24	1.34	1.59	1.53	1.52	1.45
4:40:00	1.60	1.64	1.09	1.37	1.60	1.48	1.27	1.14	1.51	1.33	1.53	1.53	1.52	1.43
4:41:00	1.55	1.63	1.09	1.30	1.53	1.27	1.26	1.32	1.60	1.34	1.37	1.59	1.51	1.41
4:42:00	1.55	1.45	1.09	1.30	1.53	1.31	1.26	1.31	1.58	1.59	1.37	1.52	1.51	1.41
4:43:00	1.67	1.45	1.08	1.36	1.78	1.27	1.26	1.31	1.58	1.72	1.37	1.29	1.51	1.43
4:44:00	1.37	1.39	1.09	1.28	1.65	1.27	1.26	1.31	1.73	1.71	1.43	1.28	1.51	1.41
4:45:00	1.52	1.39	1.23	1.26	1.57	1.42	1.26	1.31	1.50	1.47	1.24	1.26	1.50	1.38
4:46:00	1.67	1.57	1.50	1.28	1.35	1.47	1.43	1.30	3.01	1.45	1.24	1.18	1.51	1.54
4:47:00	1.51	1.51	1.44	1.36	1.35	1.41	1.41	1.57	2.13	1.45	1.38	1.18	1.50	1.48
4:48:00	1.51	1.37	1.43	1.28	1.35	1.64	1.41	1.36	3.51	1.45	1.24	1.38	1.36	1.56
4:49:00	1.51	1.25	1.22	1.28	1.50	1.65	1.41	1.36	1.92	1.69	1.56	1.37	1.36	1.47
4:50:00	1.73	1.40	1.21	1.49	1.76	1.61	1.41	1.35	1.90	1.68	1.53	1.38	1.36	1.52

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
4:51:00	1.50	1.25	1.20	1.42	1.80	1.39	1.40	1.35	1.87	1.65	1.53	1.37	1.15	1.45
4:52:00	1.50	1.38	1.20	1.42	1.56	1.39	1.41	1.50	1.75	1.53	1.50	1.24	1.15	1.43
4:53:00	1.50	1.49	1.51	1.42	1.55	1.34	1.42	1.63	1.58	1.53	1.50	1.17	1.15	1.45
4:54:00	1.38	1.34	1.42	1.66	1.54	1.12	1.99	1.78	1.58	1.68	1.45	1.17	1.17	1.48
4:55:00	1.17	0.98	1.47	1.56	1.62	1.39	1.37	1.61	1.57	1.65	1.30	1.16	1.17	1.39
4:56:00	1.02	0.97	1.59	1.59	1.54	1.33	1.36	1.60	1.57	1.57	1.29	1.33	1.06	1.37
4:57:00	1.33	1.13	1.57	1.54	1.40	1.52	1.35	1.44	1.57	1.76	1.29	1.31	1.06	1.41
4:58:00	1.03	0.97	1.64	1.35	1.49	1.52	1.67	1.44	1.56	1.74	1.72	1.30	1.06	1.42
4:59:00	1.03	1.24	1.70	1.34	1.41	1.50	1.66	1.45	1.41	1.74	1.50	1.36	1.31	1.43
5:00:00	1.05	1.21	1.68	1.23	1.41	1.58	1.65	1.31	1.43	1.73	1.51	1.49	1.28	1.43
5:01:00	1.11	1.20	1.93	1.47	1.54	1.63	1.64	1.30	1.43	1.73	1.61	1.53	1.40	1.50
5:02:00	1.17	1.19	2.11	1.21	1.62	1.63	1.37	1.30	3.33	1.73	1.50	1.50	1.38	1.62
5:03:00	1.17	1.29	2.23	1.41	1.53	1.47	1.61	1.30	1.43	1.72	1.50	1.32	1.38	1.49
5:04:00	1.47	1.19	2.46	1.38	1.53	1.45	1.56	1.30	3.33	1.55	1.69	1.15	1.37	1.65
5:05:00	1.15	1.19	2.44	1.41	1.58	1.44	1.40	1.33	1.44	1.55	1.82	1.14	1.59	1.50
5:06:00	1.40	1.20	2.32	1.80	1.52	1.44	1.18	1.29	1.44	1.55	1.52	1.20	1.60	1.50
5:07:00	1.47	1.19	2.16	1.76	1.53	1.53	1.17	1.29	1.44	1.55	1.52	2.07	1.57	1.56

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
5:08:00	1.36	1.39	2.30	1.85	1.53	1.44	1.28	1.41	1.43	1.55	1.85	1.55	1.40	1.56
5:09:00	1.24	1.50	2.39	1.41	1.62	1.44	1.16	1.09	1.43	1.55	1.50	1.52	1.26	1.47
5:10:00	1.24	1.50	2.37	1.36	1.32	1.44	1.16	1.08	1.44	1.35	1.33	1.61	1.25	1.42
5:11:00	1.52	1.77	2.46	1.19	1.52	1.44	1.43	1.12	1.43	1.20	1.33	1.51	1.25	1.47
5:12:00	1.42	1.48	2.58	1.29	1.53	1.44	1.38	1.12	1.43	1.20	1.42	1.51	1.25	1.47
5:13:00	1.41	1.48	2.75	2.14	1.49	1.43	1.38	1.08	1.22	1.51	1.32	1.41	1.44	1.54
5:14:00	1.74	1.31	2.86	1.35	1.49	1.43	1.37	1.26	1.22	1.20	1.47	1.33	1.40	1.49
5:15:00	1.54	1.31	2.71	1.37	1.49	1.43	1.37	1.26	1.22	1.20	1.59	1.32	1.40	1.48
5:16:00	1.53	1.30	2.64	1.31	1.63	1.42	1.37	1.52	1.22	1.41	1.60	1.31	1.40	1.51
5:17:00	1.36	1.30	2.88	1.31	1.33	1.23	1.36	1.49	1.21	1.20	1.39	1.40	1.40	1.45
5:18:00	1.49	1.49	3.03	1.30	1.51	1.23	1.36	1.53	1.21	1.46	1.38	1.31	1.40	1.52
5:19:00	1.35	1.46	3.11	1.33	1.99	1.24	1.36	1.44	3.80	1.57	1.54	1.30	1.40	1.76
5:20:00	1.36	1.13	3.25	1.29	1.72	1.24	1.36	1.41	1.73	1.56	1.37	1.30	1.42	1.55
5:21:00	1.79	1.24	3.11	1.30	1.59	1.62	1.36	1.25	3.35	1.46	1.36	1.30	1.39	1.70
5:22:00	1.36	1.30	3.11	1.34	1.57	1.51	1.35	1.25	1.52	1.47	1.37	1.30	1.40	1.53
5:23:00	1.55	1.27	3.40	1.43	1.66	1.51	1.35	1.53	1.96	1.46	1.23	1.29	1.39	1.62
5:24:00	1.49	1.25	3.26	1.42	1.35	1.50	1.35	1.49	1.90	1.46	1.23	1.39	1.53	1.59

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
5:25:00	1.46	1.40	3.38	1.42	1.50	1.57	1.35	1.36	1.88	1.72	1.23	1.28	1.53	1.62
5:26:00	1.39	1.13	3.10	1.41	1.59	1.64	1.35	1.42	1.71	1.69	1.61	1.28	1.52	1.60
5:27:00	1.19	1.12	3.05	1.39	1.49	1.60	1.43	1.52	1.61	1.68	1.45	1.28	1.52	1.56
5:28:00	1.46	1.30	2.98	1.40	1.74	1.56	1.41	1.51	1.58	1.56	1.45	1.30	1.31	1.58
5:29:00	1.18	1.38	2.78	1.61	1.69	1.26	1.75	1.51	1.57	1.55	1.62	1.28	1.31	1.58
5:30:00	1.18	1.34	3.13	1.40	1.69	1.44	1.73	1.50	1.57	1.55	1.23	1.07	1.31	1.55
5:31:00	1.18	1.35	3.08	1.41	1.68	1.42	1.52	1.50	1.57	1.58	1.22	1.21	1.16	1.53
5:32:00	1.18	1.46	3.23	1.54	1.55	1.42	1.51	1.49	1.57	1.75	2.48	1.23	1.15	1.66
5:33:00	1.19	1.34	3.34	1.37	1.57	1.69	1.52	1.47	1.56	1.73	1.54	1.37	1.16	1.60
5:34:00	1.19	1.34	3.36	1.47	1.55	1.64	1.50	1.46	1.56	1.74	1.39	1.36	1.16	1.59
5:35:00	1.66	1.45	3.35	1.64	1.40	1.71	1.32	1.34	1.56	1.90	1.64	1.43	1.16	1.66
5:36:00	1.40	1.33	3.34	1.47	1.39	1.48	1.32	1.35	1.56	1.87	1.71	1.36	1.60	1.63
5:37:00	1.53	1.33	3.35	1.40	1.45	1.32	1.20	1.19	1.56	1.87	1.59	1.25	1.57	1.59
5:38:00	1.31	1.33	3.30	1.40	1.39	1.33	1.20	1.19	3.39	1.86	1.78	1.35	1.48	1.72
5:39:00	1.47	1.78	3.19	1.44	1.39	1.31	1.63	1.19	1.56	1.69	1.77	1.50	1.47	1.65
5:40:00	1.16	1.51	3.08	1.24	1.49	1.31	1.40	1.23	3.40	1.69	1.85	1.34	1.47	1.71
5:41:00	1.15	1.50	2.98	1.37	1.39	1.31	1.41	1.19	2.51	1.73	1.65	1.34	1.46	1.61

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
5:42:00	1.76	1.66	2.83	1.37	1.39	1.38	1.19	1.19	1.41	1.69	1.65	1.57	1.45	1.58
5:43:00	1.39	1.48	2.77	1.43	1.39	1.30	1.05	1.18	1.40	1.68	1.64	1.31	1.55	1.51
5:44:00	1.38	1.27	2.65	1.62	1.71	1.30	1.05	1.18	1.41	1.68	1.47	1.29	1.53	1.50
5:45:00	1.71	1.10	2.56	1.57	1.70	1.30	1.05	1.19	1.41	1.69	1.47	1.44	1.50	1.51
5:46:00	1.70	1.14	2.47	1.57	1.49	1.30	1.31	1.19	1.34	1.66	1.47	1.29	1.37	1.48
5:47:00	1.54	1.09	2.35	1.34	1.50	1.30	1.28	1.00	1.20	1.35	1.69	1.55	1.37	1.43
5:48:00	1.53	1.09	2.29	1.34	1.48	1.44	1.27	1.17	1.20	1.40	1.48	1.52	1.40	1.43
5:49:00	1.77	1.27	2.22	1.22	1.48	1.51	1.27	1.16	1.20	1.35	1.48	1.35	1.25	1.43
5:50:00	1.52	1.09	2.32	1.29	1.31	1.42	1.40	1.33	1.20	1.35	1.37	1.33	1.25	1.40
5:51:00	1.35	0.97	2.10	1.22	1.51	1.42	1.39	1.28	1.20	1.35	1.48	1.18	1.29	1.36
5:52:00	1.47	1.24	2.13	1.35	1.30	1.41	1.40	1.28	1.21	1.47	1.48	1.31	1.26	1.41
5:53:00	1.38	1.27	2.21	1.29	1.30	1.40	1.39	1.27	1.21	1.20	1.47	1.19	1.25	1.37
5:54:00	1.23	1.34	2.18	1.37	1.62	1.21	1.39	1.15	1.65	1.20	1.69	1.19	1.26	1.42
5:55:00	1.35	1.32	2.08	1.29	1.52	1.20	1.38	1.09	1.75	1.69	1.28	1.19	1.30	1.42
5:56:00	1.56	1.28	2.07	1.43	1.29	1.38	1.38	1.09	2.93	1.57	1.27	1.30	1.44	1.54
5:57:00	1.23	1.10	1.98	1.52	1.30	1.34	1.42	1.10	3.39	1.56	1.29	1.19	1.41	1.53
5:58:00	1.23	1.10	1.90	1.42	1.41	1.34	1.38	1.36	1.51	1.33	1.27	1.19	1.41	1.37

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
5:59:00	1.27	1.10	2.06	1.41	1.30	1.33	1.56	1.31	1.51	1.39	1.14	1.31	1.41	1.39
6:00:00	1.22	1.37	1.95	1.42	1.66	1.32	1.60	1.50	1.33	1.33	1.14	1.19	1.41	1.42
6:01:00	1.23	1.20	1.82	1.41	1.93	1.32	1.55	1.57	1.61	1.46	1.34	1.19	1.41	1.46
6:02:00	1.22	1.18	1.81	1.40	1.80	1.71	1.55	1.46	1.57	1.96	1.14	1.19	1.48	1.50
6:03:00	1.38	1.33	1.58	1.40	1.69	1.82	1.64	1.61	1.45	1.93	1.14	1.27	1.41	1.51
6:04:00	1.02	1.19	1.46	1.51	1.68	1.76	1.73	1.60	1.44	1.89	1.51	1.18	1.41	1.49
6:05:00	1.02	1.19	1.38	1.57	1.82	1.51	1.48	1.60	1.61	1.97	1.37	1.32	1.21	1.47
6:06:00	1.13	1.26	1.26	1.59	1.67	1.55	1.31	1.58	1.59	1.99	1.35	1.47	1.21	1.46
6:07:00	1.02	1.36	1.52	1.46	1.66	1.52	1.33	1.58	1.58	2.14	1.35	1.12	1.20	1.45
6:08:00	1.20	1.35	1.45	1.50	1.66	1.35	1.47	1.64	1.58	2.15	1.65	1.09	1.21	1.48
6:09:00	1.17	1.35	1.29	1.46	1.56	1.35	1.43	1.57	1.58	2.18	1.25	1.24	1.19	1.43
6:10:00	1.43	1.55	1.29	1.45	1.55	1.67	1.42	1.57	1.58	2.12	1.25	1.33	1.19	1.49
6:11:00	1.17	2.11	1.28	1.54	1.55	1.47	1.43	1.44	1.57	2.10	1.39	1.23	1.57	1.53
6:12:00	1.32	1.68	1.29	1.29	1.64	1.47	1.30	1.44	3.34	2.11	1.24	1.22	1.58	1.61
6:13:00	1.58	1.76	1.44	1.31	1.55	1.59	1.55	1.44	3.37	2.10	1.69	1.32	1.46	1.70
6:14:00	1.31	1.65	1.43	1.08	1.55	1.46	1.87	1.44	1.57	2.10	1.62	1.39	1.58	1.54
6:15:00	1.71	1.64	1.42	1.19	1.67	1.46	1.29	1.46	1.57	2.07	2.00	1.36	1.36	1.55



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
6:16:00	1.66	1.63	1.42	1.23	1.55	1.47	1.30	1.44	1.58	2.16	1.78	1.35	1.40	1.54
6:17:00	1.83	1.59	1.40	1.41	1.40	1.47	1.19	1.43	1.56	2.08	1.78	1.28	1.34	1.52
6:18:00	1.81	1.45	1.40	1.47	1.58	1.46	1.20	1.37	1.55	2.24	1.85	1.40	1.31	1.55
6:19:00	1.75	1.26	1.43	1.38	1.69	1.47	1.20	1.10	1.55	2.22	1.59	1.60	1.30	1.50
6:20:00	1.96	1.47	1.42	1.39	1.56	1.56	1.46	1.00	1.56	2.24	1.60	1.77	1.62	1.59
6:21:00	1.67	1.24	1.29	1.40	1.37	1.31	1.40	1.18	1.56	2.22	1.59	1.61	1.51	1.49
6:22:00	1.67	1.12	1.44	1.44	1.42	1.30	1.41	1.25	1.55	2.24	1.83	1.61	1.39	1.51
6:23:00	1.68	0.97	1.41	1.34	1.36	1.30	1.40	1.18	1.41	2.32	1.58	1.61	1.43	1.46
6:24:00	1.31	1.01	1.44	1.22	1.19	1.44	1.41	1.16	1.41	2.02	1.59	1.69	1.38	1.41
6:25:00	1.23	0.97	1.43	1.61	1.19	1.29	1.26	1.17	1.20	2.02	1.60	1.44	1.37	1.37
6:26:00	1.23	0.97	1.42	1.45	1.47	1.29	1.25	1.16	1.19	2.01	1.58	1.44	1.37	1.37
6:27:00	1.52	1.40	1.22	1.45	1.33	1.31	1.25	1.42	1.37	2.06	1.58	1.70	1.45	1.47
6:28:00	1.23	1.20	1.38	1.43	1.32	1.29	1.24	1.21	1.38	2.02	1.72	1.33	1.36	1.39
6:29:00	1.23	1.33	1.37	1.58	1.32	1.29	1.30	1.28	1.69	2.02	1.94	1.33	1.36	1.46
6:30:00	1.35	1.11	1.36	1.58	1.57	1.29	1.43	1.00	1.37	2.11	1.72	1.33	1.36	1.43
6:31:00	1.23	1.22	1.38	1.56	1.55	1.39	1.42	0.99	1.51	2.04	1.61	1.48	1.36	1.44
6:32:00	1.23	1.10	1.36	1.66	1.53	1.23	1.76	1.09	3.36	2.18	1.25	1.18	1.35	1.56

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
6:33:00	1.23	1.10	1.22	1.55	1.66	1.22	1.42	0.98	3.24	2.41	1.35	1.18	1.35	1.53
6:34:00	1.54	1.55	2.44	1.41	1.52	1.36	1.42	1.25	1.55	2.42	1.25	1.22	1.35	1.56
6:35:00	1.22	1.31	1.65	1.40	1.45	1.54	1.41	1.20	1.55	2.22	1.24	1.18	1.35	1.44
6:36:00	1.02	1.19	1.65	1.37	1.45	1.51	1.41	1.28	1.32	2.00	1.37	1.18	1.34	1.39
6:37:00	1.02	1.18	1.61	1.58	1.57	1.51	1.24	1.20	1.32	1.99	1.12	1.17	1.35	1.37
6:38:00	1.02	1.32	1.60	1.56	1.43	1.61	1.25	1.35	1.32	1.89	1.12	1.32	1.35	1.40
6:39:00	1.01	1.17	1.39	1.66	1.69	1.37	1.42	1.37	1.19	1.77	1.12	1.17	1.52	1.37
6:40:00	1.01	1.18	1.39	1.45	1.75	1.63	1.52	1.34	1.47	2.04	1.59	0.98	1.49	1.45
6:41:00	1.35	1.36	1.22	1.45	1.64	1.42	1.31	1.50	1.42	2.07	1.34	0.97	1.55	1.43
6:42:00	1.01	1.17	1.24	1.46	1.64	1.44	1.31	1.48	1.42	2.05	1.12	1.01	1.18	1.35
6:43:00	1.01	1.32	1.49	1.27	1.51	1.20	1.35	1.51	1.41	2.15	1.19	0.97	1.19	1.35
6:44:00	1.40	1.50	1.43	1.26	1.71	1.20	1.29	2.57	1.41	2.01	1.12	0.97	1.19	1.47
6:45:00	1.54	1.57	1.29	1.28	1.56	1.31	1.29	1.59	1.41	2.13	1.12	1.12	1.20	1.42
6:46:00	1.37	1.46	1.29	1.27	1.55	1.19	1.30	1.46	3.24	1.89	1.36	1.11	1.19	1.51
6:47:00	1.89	1.46	1.29	1.33	1.55	1.64	1.16	1.47	1.41	1.82	1.60	1.11	1.37	1.47
6:48:00	1.52	1.65	1.42	1.27	1.55	1.55	1.15	1.46	3.24	1.78	1.53	1.37	1.44	1.61
6:49:00	1.27	1.28	1.42	1.07	1.55	1.67	1.15	1.45	2.76	1.61	1.52	1.49	1.36	1.51

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
6:50:00	1.27	1.28	1.43	1.07	1.55	1.56	1.53	1.52	1.56	1.48	1.52	1.32	1.61	1.44
6:51:00	1.58	1.27	1.42	1.22	1.68	1.56	1.54	1.45	1.56	1.46	1.65	1.09	1.73	1.48
6:52:00	2.04	1.57	1.41	1.21	1.55	1.56	1.54	1.45	1.56	1.53	1.51	1.10	1.57	1.51
6:53:00	1.81	1.31	1.40	1.29	1.74	1.55	1.54	1.45	1.55	1.40	1.50	1.11	1.49	1.47
6:54:00	1.68	1.11	1.40	1.21	1.72	1.55	1.32	1.59	1.56	1.44	1.50	0.99	1.33	1.42
6:55:00	1.59	1.23	1.56	1.20	1.81	1.55	1.32	1.63	1.55	1.52	1.35	1.91	1.33	1.50
6:56:00	1.70	1.11	1.40	1.47	1.72	1.56	1.31	1.62	1.56	1.44	1.35	1.54	1.18	1.46
6:57:00	1.55	1.11	1.42	1.43	1.52	1.44	1.32	1.76	1.56	1.40	1.34	1.67	1.44	1.46
6:58:00	1.38	1.12	1.45	1.41	1.49	1.43	1.31	1.26	1.54	1.40	1.73	1.66	1.39	1.43
6:59:00	1.83	1.31	1.41	1.25	1.35	1.43	1.56	1.26	1.55	1.51	1.63	1.66	1.35	1.47
7:00:00	1.38	1.12	1.59	1.23	1.20	1.55	1.52	1.26	1.55	1.58	1.64	1.80	1.26	1.44
7:01:00	1.38	1.12	1.40	1.32	1.21	1.44	1.81	1.33	2.15	1.35	1.63	1.47	1.27	1.45
7:02:00	1.37	1.11	1.47	1.22	1.35	1.43	1.70	1.09	1.75	1.35	1.71	1.47	1.26	1.41
7:03:00	1.57	1.45	1.23	1.64	1.20	1.48	1.70	1.09	1.75	1.47	1.62	1.53	1.28	1.46
7:04:00	1.37	1.50	1.26	1.60	1.20	1.28	1.70	1.35	2.04	1.36	1.62	1.46	1.25	1.46
7:05:00	1.37	1.48	1.23	1.59	1.57	1.29	1.59	1.14	2.78	1.50	1.85	1.45	1.26	1.55
7:06:00	1.51	1.66	1.34	1.57	1.42	1.29	1.58	1.09	3.40	1.52	1.76	1.45	1.33	1.61

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
7:07:00	1.38	1.27	1.33	1.58	1.22	1.56	1.25	1.09	1.52	2.21	1.76	1.56	1.25	1.46
7:08:00	1.36	1.12	1.30	1.84	1.35	1.43	1.26	1.18	1.35	1.63	1.55	1.43	1.25	1.39
7:09:00	1.22	1.11	1.46	1.74	1.51	1.41	1.25	1.35	1.35	1.63	1.72	1.43	1.24	1.42
7:10:00	1.57	1.31	1.43	1.75	1.35	1.42	1.25	1.31	1.35	2.00	1.52	1.43	1.25	1.46
7:11:00	1.23	1.24	1.44	1.74	1.72	1.48	1.25	1.31	1.34	1.82	1.52	1.46	1.24	1.45
7:12:00	1.03	1.19	1.53	1.74	1.72	1.40	1.37	1.39	1.34	1.82	1.67	1.43	1.38	1.46
7:13:00	1.16	1.25	1.47	1.61	1.72	1.40	1.25	1.30	1.33	1.60	1.39	1.28	1.46	1.40
7:14:00	1.30	1.34	1.48	1.61	1.69	1.36	1.25	1.35	1.21	1.60	1.24	1.44	1.37	1.40
7:15:00	1.17	1.34	1.48	1.73	1.68	1.32	1.41	1.34	1.48	1.47	1.24	1.28	1.36	1.41
7:16:00	1.27	1.52	1.45	1.30	1.83	1.35	1.39	1.33	1.44	1.46	1.24	1.28	1.36	1.40
7:17:00	1.63	1.70	1.45	1.30	1.67	1.30	1.19	1.32	1.43	1.69	1.50	1.07	1.44	1.44
7:18:00	4.27	1.49	1.41	1.27	1.53	1.22	1.54	1.34	1.42	1.73	1.46	1.20	1.36	1.63
7:19:00	4.29	1.48	1.45	1.40	1.54	1.23	1.26	1.42	1.42	1.71	1.46	0.96	1.15	1.60
7:20:00	4.41	1.48	1.45	1.26	1.69	1.22	1.18	1.33	1.43	1.71	1.53	0.96	1.21	1.60
7:21:00	4.56	1.58	1.44	1.29	1.53	1.26	1.18	1.51	1.42	1.72	1.13	0.96	1.33	1.61
7:22:00	4.24	1.29	1.48	1.30	1.52	1.47	1.18	1.36	1.42	1.70	1.13	0.96	1.30	1.57
7:23:00	4.38	1.29	1.83	1.28	1.52	1.42	1.07	1.45	2.32	1.70	1.56	1.10	1.50	1.72

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
7:24:00	4.69	1.32	1.59	1.28	1.51	1.42	1.05	1.36	2.35	1.80	1.53	1.10	1.57	1.74
7:25:00	1.40	1.19	1.58	1.28	1.68	1.57	1.30	1.36	3.29	1.51	1.56	1.49	1.47	1.59
7:26:00	1.63	1.19	1.43	1.33	1.56	1.41	1.33	1.36	1.41	1.51	1.54	1.34	1.47	1.42
7:27:00	1.64	1.19	1.39	1.22	1.88	1.41	1.18	1.35	1.40	1.51	1.66	1.30	1.62	1.44
7:28:00	1.80	1.38	1.36	1.21	1.74	1.41	1.19	1.36	1.41	1.62	1.52	1.09	1.87	1.46
7:29:00	1.56	1.28	1.35	1.26	1.72	1.47	1.19	1.55	1.41	1.40	1.35	1.20	1.83	1.43
7:30:00	1.44	1.08	1.31	1.20	1.72	1.40	1.25	1.62	1.41	1.41	1.55	1.08	1.65	1.39
7:31:00	1.44	1.09	1.22	1.22	1.85	1.58	1.43	1.53	1.59	1.42	1.34	1.15	1.79	1.43
7:32:00	1.34	4.09	1.22	1.21	1.52	1.65	1.78	1.32	1.55	1.42	1.34	1.45	1.42	1.64
7:33:00	1.30	4.11	1.20	1.30	1.35	1.54	1.90	1.30	1.56	1.41	1.35	1.37	1.42	1.62
7:34:00	1.35	4.12	1.39	1.07	1.41	1.54	1.80	1.30	1.56	1.41	1.44	1.35	1.42	1.63
7:35:00	1.69	4.42	1.45	1.06	1.34	1.54	1.80	1.13	1.56	1.58	1.34	1.35	1.30	1.66
7:36:00	1.78	4.18	1.20	1.22	1.34	1.71	1.71	1.13	1.74	1.41	1.33	1.48	1.43	1.67
7:37:00	1.72	4.28	1.40	1.50	1.34	1.54	4.82	1.18	1.75	1.21	1.33	1.17	1.43	1.90
7:38:00	1.41	1.25	1.26	1.48	1.52	1.53	4.76	1.16	1.54	1.21	1.53	1.17	1.46	1.64
7:39:00	1.71	1.28	1.25	1.44	1.34	1.58	1.53	1.21	1.53	1.24	1.52	1.65	1.25	1.43
7:40:00	1.39	1.27	1.55	1.92	1.34	1.43	1.60	1.51	3.38	1.21	1.49	1.36	1.25	1.59

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
7:41:00	1.48	1.27	1.48	1.78	1.48	1.63	1.60	1.41	1.71	1.21	1.67	1.32	1.25	1.48
7:42:00	1.49	1.48	1.47	1.76	1.41	1.61	1.54	1.43	3.25	1.35	1.48	1.31	1.39	1.61
7:43:00	1.39	1.49	1.46	1.73	1.41	1.90	1.52	1.11	3.53	1.38	1.62	1.47	1.25	1.64
7:44:00	1.18	1.57	1.27	2.01	1.40	1.54	1.80	4.28	4.79	1.50	1.62	1.31	1.25	1.96
7:45:00	1.41	1.70	4.41	4.89	1.57	1.54	1.58	4.29	5.05	1.50	1.64	1.31	1.30	2.48
7:46:00	1.78	1.74	4.43	4.52	1.33	1.56	1.59	1.21	4.82	1.81	1.41	1.31	1.24	2.21
7:47:00	1.64	1.52	4.45	4.65	1.33	1.22	1.61	1.41	1.94	1.72	1.41	2.52	1.25	2.05
7:48:00	1.61	1.70	4.48	4.49	1.33	1.22	1.53	1.48	1.51	1.68	1.40	1.45	1.24	1.93
7:49:00	1.53	1.86	4.47	4.50	1.61	2.39	1.43	1.56	1.56	2.06	1.62	1.44	1.35	2.11
7:50:00	1.31	1.96	4.32	4.50	1.71	2.54	1.51	1.49	1.42	1.68	1.53	1.54	1.24	2.06
7:51:00	1.31	1.96	4.52	4.65	1.68	2.26	1.60	1.46	1.24	1.34	1.40	1.43	1.24	2.01
7:52:00	1.40	1.47	1.58	1.43	1.76	2.28	1.59	1.55	1.63	1.34	1.69	1.43	1.49	1.59
7:53:00	1.62	1.71	1.51	1.55	1.65	2.54	1.25	1.55	1.67	1.47	1.65	1.44	1.23	1.60
7:54:00	1.24	1.40	1.50	1.63	1.52	2.50	1.25	1.54	1.62	1.53	1.62	1.38	1.24	1.54
7:55:00	1.03	1.27	1.42	1.57	1.52	2.50	1.37	1.52	1.62	1.76	1.41	1.23	1.24	1.50
7:56:00	1.28	1.34	1.41	1.27	1.70	2.46	1.36	1.43	1.48	1.90	1.39	1.23	1.44	1.51
7:57:00	1.24	1.17	1.42	2.43	1.51	2.66	1.35	1.50	1.46	1.89	1.25	1.19	1.22	1.56

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
7:58:00	1.60	1.38	1.46	2.45	1.51	2.59	1.59	1.48	1.86	1.86	1.43	1.09	1.21	1.65
7:59:00	1.92	1.21	1.76	2.38	1.50	2.59	1.38	1.49	2.83	1.85	1.96	1.09	1.37	1.79
8:00:00	2.22	1.50	3.03	2.38	1.52	2.75	1.59	1.50	3.28	1.83	1.66	1.09	1.21	1.97
8:01:00	1.57	1.38	3.45	2.79	1.50	2.75	2.44	1.52	1.49	1.52	1.64	1.40	1.21	1.90
8:02:00	1.57	1.28	5.49	2.68	1.69	2.73	3.24	1.53	1.44	1.52	1.64	1.23	1.21	2.08
8:03:00	1.47	1.10	3.49	2.80	1.84	2.74	5.61	1.67	1.53	1.51	1.72	1.22	1.04	2.13
8:04:00	1.42	1.00	3.45	2.50	1.66	2.92	3.49	1.47	1.48	1.51	1.63	1.34	1.36	1.94
8:05:00	1.35	1.02	3.74	2.87	1.66	2.75	7.15	1.66	1.69	2.33	1.45	1.21	1.47	2.33
8:06:00	1.23	1.09	3.71	2.81	1.66	2.75	7.07	5.65	1.74	2.46	1.90	1.48	1.85	2.72
8:07:00	2.74	1.32	3.14	2.92	1.73	2.74	8.82	4.87	1.79	2.63	1.45	1.62	1.67	2.88
8:08:00	2.41	1.08	3.27	2.70	1.39	2.59	6.72	4.57	1.46	2.54	1.45	1.59	1.67	2.57
8:09:00	2.39	1.27	3.44	2.35	1.35	2.55	6.94	4.57	1.53	2.57	1.43	1.46	1.72	2.58
8:10:00	2.42	2.45	3.47	2.42	1.52	1.41	6.70	4.36	1.74	2.65	1.69	1.35	1.59	2.60
8:11:00	2.57	2.82	3.35	2.34	1.34	1.59	6.97	4.29	1.61	1.50	1.32	1.53	1.43	2.51
8:12:00	2.56	2.69	3.39	2.64	1.34	1.59	6.95	4.31	1.60	1.64	1.32	1.34	1.35	2.52
8:13:00	2.48	2.68	3.37	2.79	1.34	1.58	5.24	4.34	1.73	1.64	1.33	1.34	1.51	2.41
8:14:00	2.59	2.82	3.30	2.96	1.43	1.58	4.80	4.28	2.92	1.72	1.36	1.18	1.39	2.49

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
8:15:00	2.46	8.90	3.43	1.89	1.33	1.77	3.47	2.48	3.45	2.77	1.31	1.27	1.65	2.78
8:16:00	2.45	8.85	3.58	1.54	1.34	1.98	3.59	2.61	4.31	2.58	1.32	1.17	1.59	2.84
8:17:00	2.58	6.94	3.50	1.62	1.78	1.73	3.50	2.61	4.60	2.68	1.56	1.17	1.54	2.75
8:18:00	3.03	7.13	3.50	1.40	1.55	1.87	2.36	2.60	3.09	2.55	1.31	1.40	1.54	2.56
8:19:00	2.53	7.36	3.74	1.52	1.34	1.85	2.35	2.47	3.09	2.56	1.31	1.17	1.54	2.53
8:20:00	2.56	7.30	3.81	1.39	1.31	1.84	2.48	2.53	3.09	2.71	1.31	1.17	1.53	2.54
8:21:00	2.59	7.38	3.82	1.38	3.75	2.11	2.35	2.45	3.09	2.83	1.32	1.17	1.67	2.76
8:22:00	2.60	7.18	3.94	1.54	1.73	2.09	2.34	2.71	3.21	2.71	1.25	1.34	1.68	2.64
8:23:00	2.74	7.35	3.55	1.46	2.69	2.09	2.57	2.67	3.02	2.70	1.25	1.35	1.68	2.70
8:24:00	2.69	7.55	3.63	1.60	2.29	2.08	2.63	2.88	3.03	2.76	1.70	1.32	1.78	2.76
8:25:00	3.04	7.60	3.43	1.54	1.92	2.23	2.81	2.82	3.04	2.94	1.39	1.40	1.79	2.77
8:26:00	2.68	7.31	2.46	1.90	1.92	2.08	2.80	2.82	2.88	2.89	2.59	1.11	2.95	2.80
8:27:00	3.12	7.30	2.38	1.82	1.91	1.95	2.93	2.88	3.17	2.91	2.57	1.12	3.20	2.87
8:28:00	3.07	6.41	2.41	1.84	1.94	1.96	2.79	2.41	4.04	2.89	2.56	1.11	3.00	2.80
8:29:00	3.01	6.25	2.29	1.54	1.78	2.13	2.57	4.49	3.82	2.95	2.46	1.30	2.99	2.89
8:30:00	1.62	6.24	2.31	1.52	1.77	1.95	2.53	2.54	4.81	2.92	2.70	1.11	3.00	2.69
8:31:00	1.61	6.34	2.31	1.49	1.99	1.82	2.24	2.57	3.10	3.95	2.93	1.11	3.15	2.66



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
8:32:00	1.80	6.58	2.26	1.50	1.77	2.26	2.08	2.41	3.04	3.96	2.80	1.16	3.14	2.67
8:33:00	1.46	6.30	2.36	1.63	1.77	2.23	2.09	2.39	2.90	3.97	2.57	1.11	3.14	2.61
8:34:00	1.87	6.30	2.43	1.52	1.76	2.23	2.29	2.45	2.92	4.22	2.77	1.10	3.11	2.69
8:35:00	2.13	6.29	2.41	1.26	1.83	2.25	2.25	2.23	2.91	4.20	2.92	1.36	2.94	2.69
8:36:00	1.98	6.33	3.55	1.26	1.94	2.41	2.27	2.26	1.80	2.94	2.72	1.55	2.94	2.61
8:37:00	1.86	6.31	2.32	1.41	1.94	2.23	2.29	2.23	1.80	1.83	2.71	1.33	2.93	2.40
8:38:00	1.87	6.17	2.29	1.40	2.12	2.23	2.60	2.31	1.80	1.83	3.14	1.25	2.77	2.44
8:39:00	2.16	6.38	2.48	1.40	1.94	2.26	2.56	2.24	1.81	1.87	2.90	2.75	2.94	2.59
8:40:00	1.69	6.17	2.61	1.45	1.94	2.23	2.36	2.23	1.81	1.82	2.73	2.76	2.06	2.45
8:41:00	4.64	5.99	2.58	1.24	1.94	2.25	3.57	2.74	3.74	1.81	2.59	2.58	2.09	2.90
8:42:00	4.57	6.17	2.56	1.24	1.80	2.23	3.48	2.68	3.37	1.96	1.60	2.60	2.28	2.81
8:43:00	4.60	5.96	2.69	1.24	1.78	2.37	2.34	3.27	2.25	1.81	1.45	3.25	2.04	2.70
8:44:00	1.70	5.98	2.91	1.36	1.57	2.21	3.02	3.75	3.73	1.82	1.45	3.03	2.04	2.66
8:45:00	1.75	5.99	2.55	1.28	1.76	2.21	2.54	3.73	1.97	1.86	1.84	2.90	2.03	2.49
8:46:00	1.98	6.42	2.53	1.55	1.57	2.21	2.53	3.61	1.96	1.82	1.45	2.88	2.03	2.50
8:47:00	1.69	9.17	2.39	1.62	1.57	2.34	2.53	3.79	1.96	1.90	1.44	3.02	2.31	2.75
8:48:00	1.70	9.05	2.38	1.50	1.58	2.21	2.51	3.90	1.80	1.68	1.44	2.89	2.16	2.68

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
8:49:00	1.87	9.15	2.32	1.52	1.73	2.21	2.53	3.77	1.60	2.04	1.53	2.89	2.12	2.71
8:50:00	1.89	9.06	2.30	1.34	1.57	2.13	2.51	3.85	1.60	1.98	1.44	2.78	2.30	2.67
8:51:00	1.68	9.05	2.72	1.46	1.57	2.30	2.51	3.77	1.61	1.91	1.44	2.70	2.26	2.69
8:52:00	1.95	9.25	2.53	1.33	1.69	2.26	2.58	4.18	1.61	1.98	1.68	2.69	2.24	2.77
8:53:00	2.13	9.59	2.54	1.33	1.51	2.25	2.71	4.11	1.60	2.02	1.43	2.72	2.36	2.79
8:54:00	1.45	9.38	2.44	1.74	1.63	2.41	2.79	4.14	3.50	1.72	1.44	1.72	2.36	2.82
8:55:00	1.76	9.14	2.40	1.33	1.62	2.20	3.11	5.49	1.74	1.76	1.45	1.56	2.36	2.76
8:56:00	1.89	12.57	2.41	1.33	1.82	2.20	2.77	2.48	3.51	2.18	1.51	1.57	2.50	2.98
8:57:00	2.23	12.52	2.39	1.33	1.77	2.19	2.74	2.58	3.43	2.17	1.44	1.67	2.50	3.00
8:58:00	1.96	12.48	2.51	1.46	1.56	4.66	3.16	4.69	1.95	2.21	1.39	1.56	2.49	3.24
8:59:00	1.94	12.32	2.39	1.32	1.55	4.84	3.01	6.12	2.89	2.20	1.59	1.56	2.68	3.42
9:00:00	2.04	12.53	2.36	1.33	1.56	2.52	2.95	5.12	2.70	2.23	1.38	1.55	2.68	3.15
9:01:00	2.13	12.37	2.37	1.36	1.54	2.96	3.03	5.06	2.83	2.38	1.38	1.72	2.65	3.21
9:02:00	2.23	12.34	2.37	1.33	1.80	2.67	2.66	4.88	2.75	2.61	1.38	1.55	2.67	3.17
9:03:00	2.45	12.22	2.42	1.32	1.92	2.57	3.02	4.99	2.93	3.80	1.57	1.55	2.64	3.34
9:04:00	2.71	12.41	2.39	1.32	1.75	5.61	5.52	4.92	3.22	5.60	1.37	1.43	2.64	3.91
9:05:00	2.62	10.63	2.50	1.42	1.62	5.71	3.07	4.95	3.16	8.85	1.37	1.34	2.64	3.84

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9:06:00	2.34	9.52	2.37	1.32	1.69	7.19	2.27	4.78	3.17	8.88	1.28	1.35	2.64	3.75
9:07:00	2.17	9.19	2.27	1.13	1.63	2.76	2.26	4.75	3.16	8.91	1.69	1.34	2.47	3.36
9:08:00	2.40	8.96	2.41	1.32	1.63	2.73	2.15	4.73	1.98	7.56	1.63	1.67	2.13	3.18
9:09:00	2.22	9.16	2.52	1.46	1.63	2.90	2.28	4.77	2.27	7.79	1.62	1.47	2.12	3.25
9:10:00	2.24	9.20	2.41	1.46	1.68	2.90	2.18	4.83	3.60	7.71	1.85	1.47	2.12	3.36
9:11:00	2.62	9.45	2.57	1.45	1.65	2.74	2.16	4.84	3.78	7.72	1.44	1.71	2.12	3.40
9:12:00	2.72	11.93	2.47	2.01	1.65	2.92	2.15	4.84	2.04	4.47	1.44	1.73	2.13	3.27
9:13:00	3.53	11.79	2.33	1.90	1.65	3.02	2.15	4.90	2.23	4.48	1.47	1.69	3.37	3.42
9:14:00	4.88	12.14	2.32	1.88	1.64	3.08	2.41	4.75	2.23	4.59	1.34	1.48	3.37	3.55
9:15:00	6.33	12.18	2.16	1.97	1.63	3.08	2.41	4.73	2.22	4.56	1.61	1.78	2.25	3.61
9:16:00	2.77	12.33	2.23	1.92	1.47	2.78	2.44	2.81	2.21	4.74	1.58	1.62	2.50	3.18
9:17:00	2.82	9.80	2.15	1.93	1.64	2.53	2.31	2.91	2.21	7.21	1.68	1.59	2.47	3.17
9:18:00	3.00	9.67	2.15	1.72	1.47	2.63	2.26	2.99	2.18	7.10	1.56	1.65	2.48	3.14
9:19:00	2.73	9.52	2.15	1.82	1.47	4.91	2.49	2.97	3.08	7.13	1.56	2.03	2.26	3.39
9:20:00	2.66	9.57	2.08	1.59	1.34	2.34	2.48	4.77	6.57	4.87	1.77	1.86	2.26	3.40
9:21:00	2.88	11.00	2.04	1.58	1.27	2.34	2.77	4.81	6.47	6.10	1.56	1.86	2.10	3.60
9:22:00	2.94	11.09	2.04	1.86	1.26	2.35	2.58	4.78	6.66	5.28	1.55	2.01	2.10	3.58

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9:23:00	2.81	9.91	2.44	1.79	1.26	4.66	2.78	4.49	8.35	5.24	1.55	1.72	2.37	3.80
9:24:00	2.59	10.08	2.56	1.80	1.43	2.23	3.36	4.51	6.70	6.27	1.66	1.73	2.31	3.63
9:25:00	2.79	10.25	2.57	1.65	1.26	2.27	2.74	4.52	8.39	4.60	1.55	1.72	2.30	3.59
9:26:00	2.85	10.45	2.66	2.87	1.26	3.38	2.94	4.49	6.70	6.08	1.33	1.42	2.31	3.75
9:27:00	2.76	10.40	2.56	2.75	1.32	3.47	2.68	4.68	5.28	5.27	1.55	1.40	2.21	3.56
9:28:00	2.76	10.44	2.55	1.64	1.52	2.93	2.83	2.56	5.29	7.34	1.33	1.41	2.21	3.45
9:29:00	2.85	10.59	2.70	1.64	3.36	3.75	3.94	2.57	5.40	5.47	1.32	1.55	2.16	3.64
9:30:00	3.64	9.76	2.76	1.64	1.47	2.44	2.83	3.16	3.63	5.52	1.33	1.40	2.15	3.21
9:31:00	3.08	9.96	2.68	1.64	1.43	4.07	2.67	5.41	2.27	5.29	1.57	1.40	2.15	3.36
9:32:00	2.12	9.88	2.66	1.81	1.26	2.09	2.63	4.95	2.32	5.54	1.51	1.40	2.34	3.12
9:33:00	2.33	9.75	2.74	1.92	1.40	2.23	2.66	9.51	2.57	5.52	1.51	1.46	2.33	3.53
9:34:00	2.12	9.77	2.65	1.81	1.40	2.09	2.66	9.21	2.76	5.61	2.57	1.40	2.33	3.57
9:35:00	2.12	9.84	2.65	1.81	1.40	2.54	2.70	9.10	2.82	6.36	1.44	1.40	2.33	3.58
9:36:00	3.36	9.89	2.64	1.91	1.65	2.48	2.66	9.08	3.95	6.16	1.58	1.55	2.32	3.79
9:37:00	3.21	9.65	3.98	1.81	1.60	4.44	2.65	6.90	7.59	6.32	1.60	1.36	2.48	4.12
9:38:00	2.12	9.51	2.84	1.80	1.77	4.40	2.64	7.14	6.46	4.73	1.56	1.36	2.47	3.75
9:39:00	2.37	9.71	2.81	1.80	1.76	4.33	2.64	7.11	6.56	5.02	1.56	1.36	2.33	3.80

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9:40:00	2.74	9.49	2.65	1.73	1.62	2.49	2.64	9.27	6.37	4.67	1.55	1.46	2.32	3.77
9:41:00	2.48	9.40	2.56	1.64	1.62	3.14	2.51	8.95	6.69	5.44	1.93	1.16	2.32	3.83
9:42:00	3.59	8.80	2.58	1.63	1.70	2.43	2.38	9.19	7.02	6.36	1.71	1.16	2.32	3.91
9:43:00	2.54	8.49	2.59	2.85	1.81	2.43	2.15	10.24	7.29	6.05	1.58	1.29	2.31	3.97
9:44:00	3.34	8.90	2.52	1.64	1.79	2.55	2.22	9.18	7.49	4.32	2.72	1.15	2.31	3.86
9:45:00	2.23	9.45	2.37	1.43	1.93	2.41	2.16	9.16	6.59	4.33	1.64	1.16	2.11	3.61
9:46:00	2.23	9.78	2.36	1.44	3.83	2.42	2.34	9.27	6.81	4.62	1.57	1.16	2.12	3.84
9:47:00	2.76	9.50	2.36	1.66	1.77	2.74	2.34	9.23	6.87	6.37	4.05	2.42	2.11	4.17
9:48:00	2.31	9.25	2.45	2.73	1.78	3.44	2.37	9.26	6.87	5.69	4.19	2.43	2.10	4.22
9:49:00	2.44	8.17	2.39	1.58	1.77	4.62	2.49	9.19	6.71	4.86	3.96	1.55	3.35	4.08
9:50:00	2.56	8.47	2.37	1.66	1.60	2.69	5.64	9.27	6.77	4.56	3.90	1.54	2.24	4.10
9:51:00	2.42	8.29	2.47	1.57	1.60	2.92	2.77	12.10	6.56	4.60	3.85	1.29	2.24	4.05
9:52:00	2.42	9.38	2.57	1.82	1.66	2.69	2.74	9.14	6.43	6.03	3.99	1.43	2.24	4.04
9:53:00	2.44	11.45	2.48	3.22	1.60	2.67	2.39	9.17	6.39	4.66	3.79	1.80	2.48	4.20
9:54:00	2.65	12.23	2.43	2.01	1.60	2.66	3.25	9.18	6.44	6.37	3.78	1.91	2.57	4.39
9:55:00	2.92	11.46	3.12	1.59	1.45	7.64	2.36	9.13	5.55	4.65	3.92	1.75	2.41	4.46
9:56:00	2.58	12.29	2.94	1.62	3.12	4.24	3.71	9.13	6.79	5.69	4.08	2.01	2.19	4.65

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
9:57:00	2.91	11.08	2.91	2.74	3.22	2.33	4.80	8.90	6.83	5.68	3.90	1.95	2.17	4.57
9:58:00	2.91	9.76	3.11	1.78	1.26	2.34	3.68	4.82	7.77	5.75	3.77	2.04	2.04	3.93
9:59:00	4.00	9.15	3.17	2.02	1.34	2.46	3.57	9.14	7.81	5.96	3.79	2.09	2.22	4.36
10:00:00	3.05	8.95	3.26	2.00	1.25	4.62	3.58	9.30	7.96	5.72	3.75	1.74	2.47	4.43
10:01:00	2.63	8.34	3.15	1.97	1.26	2.51	3.57	9.45	5.54	6.10	3.74	1.71	2.41	4.03
10:02:00	2.80	10.31	3.23	1.96	1.26	2.50	3.50	9.14	5.55	5.71	3.73	1.71	2.39	4.14
10:03:00	3.17	10.23	3.33	1.98	1.40	3.65	2.33	9.22	5.53	6.30	2.00	1.71	2.45	4.10
10:04:00	2.78	9.41	3.36	3.25	1.15	3.68	2.52	9.19	5.43	6.04	1.85	1.71	2.45	4.06
10:05:00	2.79	9.41	3.28	1.80	3.47	2.55	2.49	9.10	6.49	6.03	1.85	1.70	2.45	4.11
10:06:00	2.78	6.57	3.66	1.80	3.32	4.97	3.67	9.16	5.62	5.18	2.00	1.84	2.44	4.08
10:07:00	2.88	6.50	3.54	2.98	1.38	2.19	3.66	9.96	5.54	4.84	1.86	1.72	2.44	3.81
10:08:00	2.62	8.27	3.73	4.16	1.52	2.18	3.73	6.68	6.57	4.85	1.63	1.70	2.28	3.84
10:09:00	2.64	7.32	3.68	1.81	1.52	2.18	4.69	6.51	6.43	4.97	1.64	1.69	2.28	3.64
10:10:00	2.89	7.54	3.72	1.70	1.65	2.29	4.14	6.33	6.31	4.94	1.74	1.72	2.28	3.63
10:11:00	2.70	8.74	3.70	1.67	1.51	2.46	4.05	6.33	7.99	4.74	1.64	1.54	2.28	3.80
10:12:00	2.77	9.04	3.71	2.85	1.51	4.58	3.14	6.52	7.86	4.63	1.64	1.54	2.27	4.00
10:13:00	2.96	7.22	3.61	1.67	1.64	4.53	3.20	6.64	7.87	4.89	2.96	1.62	2.27	3.93

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
10:14:00	3.17	7.55	3.46	1.69	1.50	3.94	3.27	6.72	7.64	4.61	1.97	1.54	2.27	3.79
10:15:00	3.11	7.17	4.44	1.67	1.68	2.53	3.43	6.23	6.57	4.60	1.95	1.54	2.27	3.63
10:16:00	3.21	5.70	4.34	2.83	3.54	2.65	3.84	6.61	8.86	5.02	2.77	1.43	2.28	4.08
10:17:00	3.36	5.67	3.19	1.68	1.68	2.60	3.50	7.46	8.77	4.58	2.33	1.59	2.27	3.74
10:18:00	3.14	7.78	3.08	1.67	1.54	4.69	4.40	5.94	6.82	4.47	2.16	1.23	2.27	3.78
10:19:00	2.98	5.83	2.98	1.66	1.54	3.73	4.40	6.56	6.64	4.49	2.10	1.23	2.27	3.57
10:20:00	2.84	5.27	3.07	2.85	1.68	2.55	3.00	5.73	6.50	4.87	2.19	1.28	2.26	3.39
10:21:00	3.20	6.43	2.95	1.66	1.24	2.38	3.02	6.84	6.57	4.58	3.00	1.25	2.27	3.49
10:22:00	3.13	5.78	2.65	1.59	1.15	2.40	3.01	7.65	5.58	4.56	7.52	1.23	2.26	3.73
10:23:00	3.23	4.13	2.74	1.77	3.30	2.40	3.03	5.01	7.16	4.68	6.70	1.23	3.26	3.74
10:24:00	3.46	7.11	2.71	2.99	1.56	4.57	3.01	5.07	5.75	4.54	6.81	2.46	2.11	4.01
10:25:00	3.30	7.69	2.73	1.75	1.43	4.26	3.13	5.56	6.83	4.55	6.62	2.38	2.28	4.04
10:26:00	3.20	6.41	2.56	1.75	1.43	4.44	2.98	5.96	6.93	4.55	6.69	1.49	2.43	3.91
10:27:00	3.35	10.47	2.43	1.74	1.57	2.46	3.35	6.15	7.06	5.99	6.76	1.44	2.41	4.24
10:28:00	3.61	7.61	2.47	2.94	3.49	2.62	3.48	5.23	5.95	7.00	9.60	1.42	2.41	4.45
10:29:00	3.19	5.91	2.63	1.98	1.68	2.61	3.53	5.08	8.37	5.90	9.76	1.55	2.41	4.20
10:30:00	3.04	5.39	2.72	1.86	1.64	2.63	3.31	5.11	7.37	6.08	6.71	1.56	2.40	3.83

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
10:31:00	2.94	6.66	2.66	1.67	1.73	2.71	3.31	5.17	7.38	5.98	6.94	1.58	2.39	3.93
10:32:00	3.14	6.72	2.81	2.00	3.82	2.60	4.27	5.17	7.49	5.96	6.78	1.53	2.39	4.21
10:33:00	4.00	7.13	2.58	1.45	1.42	2.67	4.29	5.09	7.14	5.93	6.77	1.79	2.38	4.05
10:34:00	3.99	7.58	2.72	1.45	1.51	4.82	4.48	5.07	7.75	6.27	6.95	1.73	2.52	4.37
10:35:00	4.55	7.45	3.73	2.30	1.41	4.30	3.45	3.07	6.05	6.01	6.75	1.59	2.33	4.08
10:36:00	4.32	6.72	2.77	1.45	1.41	4.95	3.38	3.06	5.54	5.83	6.27	1.58	2.33	3.82
10:37:00	4.28	7.89	2.99	1.72	1.67	5.49	3.40	2.71	7.58	6.05	6.38	1.46	2.33	4.15
10:38:00	4.32	8.33	2.93	1.83	3.91	2.47	3.45	2.52	5.96	5.90	6.45	1.52	2.32	3.99
10:39:00	4.63	6.67	2.83	3.08	1.63	3.64	3.41	2.58	5.13	5.84	6.20	1.62	2.34	3.82
10:40:00	4.28	7.02	2.81	1.83	2.77	5.99	3.39	2.48	5.80	5.80	6.06	1.60	2.38	4.02
10:41:00	3.23	7.45	2.80	1.81	2.71	2.69	3.38	2.47	4.73	6.05	6.09	1.62	2.24	3.64
10:42:00	3.34	8.40	2.65	1.81	2.72	3.10	3.31	2.49	4.82	5.91	1.54	1.65	2.23	3.38
10:43:00	3.21	4.02	2.68	3.11	2.72	3.14	3.33	2.42	5.38	6.54	1.60	1.62	2.23	3.23
10:44:00	3.01	6.17	2.65	1.81	4.82	2.75	3.53	2.38	5.85	6.03	6.13	1.72	2.23	3.78
10:45:00	3.19	5.72	2.63	1.81	2.98	4.88	3.63	2.38	3.92	5.86	6.14	1.74	2.23	3.62
10:46:00	3.58	7.13	2.61	1.80	5.93	5.76	3.66	2.45	4.45	4.55	6.15	1.72	2.23	4.00
10:47:00	3.85	7.85	2.61	3.09	5.82	4.00	5.84	2.70	5.13	4.89	6.07	1.72	2.24	4.29



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
10:48:00	3.17	8.01	2.62	1.81	7.82	4.26	6.27	2.64	3.69	5.25	6.09	1.72	2.24	4.28
10:49:00	3.20	6.36	2.51	1.99	7.71	4.15	6.21	4.17	3.67	4.90	6.06	1.70	2.23	4.22
10:50:00	3.28	5.16	2.51	3.10	5.81	4.07	6.28	4.34	5.45	4.93	6.21	1.71	2.36	4.25
10:51:00	3.72	6.28	2.69	4.35	5.85	6.21	6.11	3.24	4.13	5.55	6.18	1.72	2.37	4.49
10:52:00	3.82	4.87	2.63	1.97	5.86	4.06	5.92	3.23	3.62	5.50	6.25	1.71	2.36	3.98
10:53:00	3.91	4.75	2.63	1.97	4.77	3.05	8.27	5.06	5.01	5.27	6.26	1.70	2.37	4.23
10:54:00	3.67	6.59	3.59	1.97	4.45	2.97	6.47	5.66	4.87	5.28	3.55	1.72	2.55	4.10
10:55:00	3.45	7.01	3.89	3.02	2.65	5.00	5.26	5.22	3.62	5.71	3.50	1.71	2.52	4.04
10:56:00	3.45	9.09	2.85	1.82	2.65	3.27	5.30	5.48	4.61	5.54	3.31	1.41	2.32	3.93
10:57:00	3.77	6.21	2.87	1.80	2.72	3.05	7.30	5.47	5.22	5.52	3.29	1.36	2.32	3.92
10:58:00	3.28	6.39	2.83	1.81	2.53	4.24	7.17	5.76	3.72	5.63	3.00	1.36	2.31	3.85
10:59:00	3.54	4.08	2.91	3.00	4.80	8.38	8.36	3.31	3.92	5.60	3.06	1.36	2.30	4.20
11:00:00	3.88	5.65	2.71	1.59	2.57	6.30	6.55	3.26	5.21	5.48	3.28	1.40	3.42	3.95
11:01:00	3.53	7.16	2.67	1.59	1.45	4.94	7.53	3.09	4.18	5.49	4.18	1.55	2.30	3.82
11:02:00	3.35	7.15	2.52	1.59	1.41	3.00	8.56	6.61	3.73	5.91	3.43	1.54	2.45	3.94
11:03:00	3.30	6.34	2.52	2.86	1.58	2.79	8.50	5.38	5.65	5.34	3.24	3.46	3.38	4.18
11:04:00	4.81	6.68	2.71	2.79	3.64	4.97	9.90	5.62	7.32	5.35	3.63	2.01	3.48	4.84

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
11:05:00	4.43	6.10	2.71	1.45	1.74	2.82	10.20	6.63	6.74	5.46	1.89	1.75	3.45	4.26
11:06:00	3.38	5.74	2.76	1.46	2.12	2.80	9.44	4.53	5.87	6.49	3.68	2.09	3.28	4.13
11:07:00	3.35	8.90	3.12	1.69	1.64	2.82	6.26	4.61	6.88	6.39	3.36	1.67	3.31	4.15
11:08:00	3.39	7.45	3.12	2.95	3.77	5.07	6.12	4.63	4.08	5.30	2.08	1.49	3.34	4.06
11:09:00	2.88	6.71	3.17	2.88	3.47	4.70	6.19	4.84	4.26	5.52	1.52	1.51	3.52	3.94
11:10:00	2.90	6.78	2.78	1.69	3.97	2.59	8.58	5.21	4.28	5.18	1.58	1.73	3.40	3.90
11:11:00	3.06	9.30	2.74	1.47	2.92	3.36	8.28	7.29	5.33	5.14	1.52	1.75	3.67	4.29
11:12:00	3.16	5.55	3.74	1.47	1.87	4.53	8.71	7.46	4.14	5.34	1.52	2.04	3.62	4.09
11:13:00	2.99	8.92	2.64	2.68	2.30	5.45	8.36	7.50	4.25	5.25	1.51	1.58	3.63	4.39
11:14:00	2.95	6.88	2.85	2.68	2.14	8.29	8.84	7.27	3.75	5.18	1.54	1.48	3.63	4.42
11:15:00	2.92	9.71	2.85	1.92	2.30	3.33	9.46	7.53	5.23	5.18	1.51	1.45	3.64	4.39
11:16:00	2.95	8.28	2.81	1.86	2.27	3.34	9.69	7.44	5.02	5.58	1.51	1.45	3.65	4.30
11:17:00	2.95	6.33	2.84	1.87	4.67	3.52	9.63	7.44	6.01	5.21	1.57	1.45	3.66	4.40
11:18:00	2.93	6.07	2.76	3.07	4.52	5.76	9.78	7.34	6.52	5.32	1.69	1.48	3.65	4.68
11:19:00	3.49	5.04	2.76	3.08	2.75	3.88	9.97	8.63	6.10	5.37	1.69	1.47	3.67	4.45
11:20:00	2.97	8.17	2.76	1.86	2.73	5.05	9.93	7.50	5.68	5.49	1.68	1.47	3.66	4.53
11:21:00	3.14	9.39	2.76	1.86	3.57	3.78	9.74	5.26	5.41	5.31	1.56	1.47	3.67	4.38

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
11:22:00	3.53	5.35	2.58	1.99	4.10	6.05	9.36	8.81	5.30	5.29	1.53	1.64	3.67	4.55
11:23:00	3.12	5.30	2.59	3.05	4.20	5.67	6.82	8.86	5.29	5.59	1.53	1.61	3.84	4.42
11:24:00	3.12	7.22	2.73	3.05	4.40	3.71	6.73	10.98	5.25	5.26	1.66	1.61	3.75	4.57
11:25:00	3.20	5.78	2.61	1.82	2.26	4.00	6.69	10.64	5.30	5.28	1.46	1.60	3.73	4.18
11:26:00	3.27	7.03	2.58	1.82	2.20	6.31	8.97	13.39	5.51	5.28	1.29	1.60	3.66	4.84
11:27:00	3.10	9.43	2.62	1.82	3.25	6.11	8.69	13.22	5.58	5.48	1.43	1.59	3.54	5.07
11:28:00	3.05	9.56	3.91	3.06	2.08	3.89	8.77	13.60	5.71	5.49	1.48	1.60	3.61	5.06
11:29:00	3.18	5.06	4.31	2.22	4.27	3.76	8.75	13.57	5.71	5.32	1.42	1.59	3.55	4.82
11:30:00	3.98	5.92	2.94	1.82	4.11	3.72	9.85	13.68	5.67	5.20	1.41	1.60	3.52	4.88
11:31:00	2.73	5.66	2.98	1.82	4.30	7.09	8.85	13.67	5.67	5.00	1.41	1.62	3.58	4.95
11:32:00	2.74	6.07	3.05	3.77	3.35	5.71	9.10	13.53	5.67	4.96	1.71	1.61	3.54	4.99
11:33:00	2.96	6.81	3.23	4.29	2.22	3.68	9.05	13.53	5.64	5.00	1.63	1.61	3.36	4.85
11:34:00	3.67	7.08	3.31	1.96	1.93	3.67	8.84	13.59	5.60	5.58	1.62	1.57	3.40	4.76
11:35:00	3.02	5.71	4.45	1.96	1.92	3.58	8.56	13.74	5.58	5.19	1.28	1.58	4.30	4.68
11:36:00	2.98	4.40	4.64	1.95	4.04	5.75	8.35	13.77	5.57	5.11	1.28	1.57	4.28	4.90
11:37:00	3.23	7.55	5.99	3.23	3.80	5.48	8.19	13.75	5.54	5.36	1.28	1.57	3.16	5.24
11:38:00	2.96	7.80	4.32	3.17	1.72	5.72	8.12	14.61	5.57	5.45	1.28	1.70	3.17	5.05

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
11:59:00	2.93	6.61	4.33	2.83	1.72	3.78	8.33	13.83	5.76	2.82	1.58	1.71	3.26	4.58
11:40:00	3.26	5.10	4.61	1.47	2.94	3.53	6.81	11.60	5.68	2.81	2.71	2.70	3.25	4.34
11:41:00	3.14	6.41	3.95	1.65	3.97	3.54	6.76	11.81	5.72	2.98	1.51	2.68	3.25	4.41
11:42:00	3.09	5.27	4.15	1.65	3.93	5.83	6.71	13.21	6.64	2.84	1.69	1.63	3.24	4.61
11:45:00	3.08	10.08	4.61	2.88	2.05	5.60	6.73	10.86	6.57	2.87	1.59	1.73	3.24	4.76
11:44:00	3.39	8.85	5.01	2.87	2.01	6.02	7.09	11.28	5.50	2.86	1.50	1.73	3.25	4.72
11:45:00	4.16	6.85	5.51	1.90	2.03	3.49	7.19	11.67	5.47	3.13	1.76	1.51	3.28	4.46
11:46:00	3.07	6.78	4.25	1.64	3.98	3.49	6.99	11.55	5.50	4.12	1.70	1.49	3.53	4.47
11:47:00	3.08	8.77	4.24	1.64	3.90	5.56	6.97	9.18	5.32	4.13	1.72	1.50	3.35	4.57
11:48:00	3.27	8.65	4.46	2.74	1.79	8.15	6.97	9.29	5.49	3.03	1.68	1.50	3.35	4.64
11:49:00	3.07	9.81	5.07	2.75	3.19	9.11	6.92	7.87	5.50	3.15	1.78	1.75	3.42	4.88
11:50:00	3.41	9.86	5.32	1.75	1.89	9.48	7.24	10.25	5.45	3.04	2.10	1.72	3.35	4.99
11:51:00	3.71	9.80	5.35	1.69	4.14	5.99	7.24	9.86	5.46	3.04	2.16	1.60	3.33	4.87
11:52:00	3.40	8.80	4.85	1.70	3.86	8.45	7.25	10.11	5.43	3.12	2.20	1.58	3.64	4.95
11:53:00	3.52	8.88	5.77	2.98	4.04	8.33	7.15	11.41	5.43	3.06	2.30	1.57	3.65	5.24
11:54:00	3.49	10.15	6.11	2.96	2.02	6.14	7.09	11.37	5.46	3.06	2.37	1.58	5.94	5.21
11:55:00	3.82	8.91	3.61	1.68	2.21	6.41	7.13	11.38	7.17	3.04	2.44	1.58	5.83	5.02

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
11:56:00	3.30	11.15	3.38	1.69	3.78	6.01	7.16	11.20	5.34	3.08	2.44	1.58	3.78	4.91
11:57:00	3.13	7.76	3.65	1.69	4.51	8.12	7.07	11.31	5.31	3.05	2.32	1.57	3.75	4.86
11:58:00	3.03	7.94	3.97	2.95	7.30	8.13	7.06	11.36	5.35	2.89	1.54	1.55	3.75	5.14
11:59:00	3.27	6.79	4.01	2.95	2.24	8.16	6.96	11.34	5.32	2.88	1.53	1.55	3.77	4.67
12:00:00	2.99	8.22	4.04	1.69	3.57	6.27	6.92	11.25	5.34	2.89	1.54	1.55	3.80	4.62
12:01:00	2.78	9.42	3.78	1.68	2.23	6.23	6.94	11.29	5.34	2.68	1.54	1.56	3.61	4.54
12:02:00	2.77	6.35	3.99	1.69	2.18	6.22	7.01	11.57	5.14	2.67	1.53	1.55	3.61	4.33
12:03:00	3.03	6.63	3.66	2.94	4.46	8.47	7.03	11.48	5.12	2.79	1.39	1.55	3.62	4.78
12:04:00	2.79	8.83	5.01	1.68	4.11	8.45	6.99	11.61	6.99	2.66	1.33	1.55	3.63	5.05
12:05:00	2.77	8.24	4.97	1.86	2.14	6.27	6.95	10.30	5.17	2.56	1.32	1.73	3.63	4.45
12:06:00	2.77	7.20	4.28	1.94	2.09	6.29	7.00	10.24	5.16	2.56	1.33	1.70	3.62	4.32
12:07:00	3.36	8.14	7.05	3.58	3.60	6.29	6.93	10.31	5.16	2.81	1.34	1.89	3.62	4.93
12:08:00	3.01	10.57	7.44	3.52	4.50	8.43	8.03	10.15	5.53	2.53	1.41	1.82	3.58	5.42
12:09:00	3.01	7.85	4.57	2.18	4.18	10.58	6.90	10.16	5.72	2.54	1.31	1.80	3.59	4.95
12:10:00	3.00	7.83	4.64	2.16	4.41	6.19	7.12	11.34	5.70	2.55	1.43	1.78	3.60	4.75
12:11:00	3.20	9.10	4.66	2.16	3.64	7.22	6.88	11.37	5.63	2.55	1.30	1.78	3.57	4.85
12:12:00	3.01	9.99	4.50	2.23	2.27	6.20	9.73	11.37	5.45	2.82	1.18	1.78	4.65	5.01

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
12:13:00	2.98	9.24	4.03	2.17	1.93	8.56	7.19	11.36	5.44	2.77	1.30	1.58	4.66	4.86
12:14:00	2.99	7.58	4.10	3.36	4.21	8.21	7.14	11.48	5.48	2.80	3.61	1.57	3.55	5.08
12:15:00	3.21	5.21	4.79	5.77	4.28	6.20	7.18	9.07	6.53	2.95	1.60	1.41	4.88	4.85
12:16:00	2.95	4.84	5.58	1.74	4.11	5.98	7.04	10.23	7.00	2.94	1.53	1.40	4.95	4.64
12:17:00	2.97	9.05	4.54	1.66	1.94	5.98	7.08	9.14	5.53	2.94	1.53	1.43	4.93	4.52
12:18:00	3.25	5.79	3.47	1.66	3.24	8.56	6.94	11.51	5.52	2.94	1.42	2.57	5.17	4.77
12:19:00	3.08	6.52	3.60	1.79	3.00	8.18	7.05	11.29	5.47	2.95	1.55	2.59	5.24	4.79
12:20:00	3.30	7.44	3.70	2.97	4.46	8.73	6.86	10.11	5.53	2.95	2.59	1.55	5.19	5.03
12:21:00	3.30	9.71	3.43	1.87	4.11	6.35	6.92	10.08	5.48	3.12	2.56	1.81	5.15	4.91
12:22:00	3.28	9.56	4.87	1.94	4.35	6.36	7.23	9.92	5.53	3.09	1.60	1.78	5.12	4.97
12:23:00	3.29	9.53	4.17	1.78	2.04	7.46	7.18	11.01	5.69	3.08	1.71	1.75	4.98	4.90
12:24:00	4.56	10.89	4.16	2.81	2.04	7.67	7.09	11.03	5.66	4.21	1.84	1.52	4.98	5.27
12:25:00	4.45	9.88	4.24	1.49	1.80	5.77	7.10	11.09	5.67	4.18	1.73	1.52	5.21	4.93
12:26:00	3.26	7.57	3.81	1.53	6.36	3.56	7.09	10.94	5.66	3.09	1.69	1.52	5.18	4.71
12:27:00	3.33	10.32	3.59	1.56	5.47	3.72	6.99	11.47	5.44	2.89	1.82	1.52	5.18	4.87
12:28:00	3.35	9.34	4.77	3.12	2.09	6.06	7.21	9.02	5.49	2.89	2.00	1.67	5.20	4.79
12:29:00	3.37	7.66	3.74	2.08	1.96	8.36	7.49	8.99	5.51	2.89	1.81	1.60	5.23	4.67

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
12:30:00	3.31	8.36	3.75	2.09	3.42	8.05	7.19	10.97	5.47	2.89	1.79	1.62	5.00	4.92
12:31:00	3.10	8.36	3.91	1.71	4.55	6.22	7.30	10.94	5.51	2.92	1.66	1.60	5.02	4.83
12:32:00	3.04	6.30	4.39	3.08	4.14	6.24	7.17	11.14	5.43	2.91	1.76	1.61	5.00	4.79
12:33:00	3.03	9.69	4.31	3.34	4.43	6.16	7.21	11.11	5.35	3.14	1.74	1.60	5.00	5.09
12:34:00	3.16	9.99	5.58	4.01	3.31	7.91	7.42	11.51	5.35	3.04	1.71	1.61	4.99	5.35
12:35:00	2.92	7.87	4.14	1.88	2.32	7.93	7.31	11.64	5.37	3.16	1.70	1.60	4.98	4.83
12:36:00	2.92	7.87	3.56	1.88	2.24	10.12	7.45	11.56	5.35	3.04	1.69	1.59	4.96	4.94
12:37:00	2.91	7.88	3.52	3.20	4.71	7.71	7.29	11.57	5.36	3.04	1.78	1.59	5.01	5.04
12:38:00	3.30	4.41	3.42	3.18	5.54	5.74	7.21	11.52	7.98	3.06	1.65	1.60	5.16	4.91
12:39:00	3.12	3.37	3.54	1.95	2.17	3.75	7.02	11.73	6.88	3.08	1.53	2.26	5.15	4.27
12:40:00	3.12	7.61	3.65	1.91	2.17	5.62	6.99	11.54	6.86	2.67	1.60	1.79	5.16	4.67
12:41:00	2.97	7.02	4.00	1.94	2.16	8.20	6.95	11.50	7.68	2.70	1.79	1.77	5.12	4.91
12:42:00	2.90	6.34	3.97	3.19	5.70	10.04	6.96	11.70	5.54	2.75	1.87	1.76	5.16	5.22
12:43:00	2.91	7.90	4.10	3.18	4.32	8.41	6.99	11.51	5.48	2.98	1.93	1.76	5.18	5.13
12:44:00	2.89	9.92	3.87	1.95	2.13	8.37	7.05	11.51	5.50	3.05	1.91	1.77	3.61	4.89
12:45:00	3.30	7.10	4.80	2.17	2.26	8.42	7.12	11.35	5.34	3.15	1.61	1.76	3.61	4.77
12:46:00	3.08	6.59	4.52	2.17	3.25	8.56	8.26	11.30	5.31	3.20	1.73	1.76	4.73	4.96

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
12:47:00	2.92	8.02	4.46	3.09	4.44	8.56	8.20	11.42	6.47	3.19	1.63	1.77	4.71	5.30
12:48:00	3.27	6.54	4.22	3.34	4.06	6.11	7.16	11.28	5.13	3.25	1.63	1.74	3.61	4.72
12:49:00	3.25	6.25	3.65	1.98	2.15	6.12	7.18	12.03	5.19	3.27	1.28	1.74	3.61	4.44
12:50:00	3.22	9.10	4.13	2.02	3.16	6.16	7.17	12.13	5.62	3.51	1.29	1.73	3.81	4.85
12:51:00	3.40	8.24	5.54	1.97	1.90	6.06	7.00	12.05	5.73	2.97	1.50	1.74	3.57	4.74
12:52:00	3.50	7.04	6.82	3.27	4.26	6.02	6.98	12.21	5.73	2.97	1.48	1.73	3.74	5.06
12:53:00	3.37	7.77	3.89	3.07	4.01	6.14	6.95	12.11	6.97	2.92	1.76	1.53	3.73	4.94
12:54:00	3.38	7.71	5.19	2.97	5.40	8.56	6.96	13.23	7.08	2.91	1.70	1.55	3.72	5.41
12:55:00	3.21	6.22	5.26	2.91	1.75	5.73	6.98	13.12	6.92	2.91	1.79	1.55	3.73	4.78
12:56:00	3.26	7.25	6.41	1.69	1.80	6.92	6.78	12.02	6.97	3.96	2.84	1.69	3.73	5.02
12:57:00	3.17	9.96	7.23	2.83	1.75	6.81	6.77	12.57	7.36	3.97	1.69	2.86	3.84	5.45
12:58:00	3.17	7.36	6.77	1.74	5.15	3.52	6.80	12.72	7.35	4.02	4.77	1.69	3.59	5.28
12:59:00	3.31	7.64	4.52	3.23	4.00	5.79	7.02	13.12	7.32	5.15	1.60	1.68	3.38	5.21
13:00:00	3.09	8.64	5.19	3.67	1.74	5.90	6.86	12.19	7.28	3.97	1.49	1.88	5.44	5.18
13:01:00	3.05	6.80	4.48	2.38	1.95	8.38	7.17	12.27	7.24	4.05	1.41	1.93	5.71	5.14
13:02:00	3.23	7.03	6.00	2.33	3.25	9.51	6.82	11.50	7.35	2.71	1.46	1.89	7.68	5.44
13:03:00	3.21	8.58	5.93	2.10	4.38	9.54	6.82	10.04	7.29	2.71	1.45	1.88	8.51	5.57



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13:04:00	3.18	7.43	4.85	3.19	4.10	8.30	7.07	9.15	7.34	2.72	1.41	1.54	8.52	5.29
13:05:00	3.19	6.92	8.06	3.14	2.10	8.33	7.10	11.70	7.14	2.89	1.45	1.39	8.53	5.53
13:06:00	4.49	9.21	8.09	2.98	3.50	8.20	7.34	10.78	7.16	2.86	1.41	1.41	8.47	5.84
13:07:00	4.30	11.30	9.56	2.96	2.28	8.27	7.16	11.91	7.17	2.87	1.45	1.39	8.50	6.09
13:08:00	2.97	7.18	9.83	3.09	4.25	5.92	7.18	13.13	7.11	3.25	1.39	1.67	9.60	5.89
13:09:00	3.01	7.50	6.90	3.01	4.37	5.87	6.99	10.97	7.30	3.27	1.41	1.59	9.51	5.52
13:10:00	2.85	9.14	6.81	3.04	5.80	6.23	7.20	10.37	7.28	3.26	1.39	1.60	9.74	5.75
13:11:00	2.84	6.85	6.43	3.04	2.23	8.44	7.13	8.31	8.21	3.26	1.56	1.60	9.81	5.36
13:12:00	2.84	6.36	5.97	3.05	2.23	7.97	7.21	8.23	7.25	3.74	1.57	1.79	10.00	5.25
13:13:00	2.95	8.83	5.94	3.02	2.13	9.33	7.28	9.16	8.38	4.72	1.57	1.78	9.98	5.77
13:14:00	2.98	9.69	5.96	3.02	5.36	9.54	7.57	10.45	8.45	4.76	1.55	1.78	9.98	6.24
13:15:00	3.21	7.58	5.79	3.14	4.18	8.69	7.57	11.86	8.33	4.73	1.63	1.78	10.08	6.04
13:16:00	3.11	8.05	5.80	3.17	1.94	8.76	7.53	10.26	8.37	4.75	1.62	1.92	10.12	5.80
13:17:00	3.18	8.77	6.12	3.16	2.00	9.75	7.70	8.91	8.28	4.62	1.75	1.93	8.89	5.77
13:18:00	3.17	7.02	6.18	3.17	2.21	7.50	7.74	8.39	7.37	4.40	2.73	1.92	8.73	5.43
13:19:00	3.15	7.68	6.13	3.19	4.42	7.45	7.85	8.31	6.96	4.42	1.83	1.93	8.94	5.56
13:20:00	3.04	10.24	5.75	3.16	4.05	7.47	7.94	8.67	8.09	4.41	2.82	1.76	9.00	5.88

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13:21:00	2.92	8.94	5.25	3.17	5.21	10.05	8.19	10.01	6.92	4.39	3.32	1.77	9.12	6.10
13:22:00	2.92	8.29	5.06	3.15	3.36	9.38	8.03	10.76	6.99	4.39	1.72	1.76	10.24	5.85
13:23:00	3.04	7.24	5.11	3.04	2.10	9.57	7.89	10.25	7.05	4.41	1.70	1.76	9.26	5.57
13:24:00	3.01	7.52	5.26	3.01	2.14	11.85	9.23	8.76	7.10	4.65	1.70	1.76	8.38	5.72
13:25:00	2.96	9.26	5.71	3.01	4.21	9.61	9.43	8.55	6.92	4.58	1.81	1.76	8.68	5.88
13:26:00	2.96	8.22	5.84	3.23	5.47	6.26	8.41	8.50	7.08	5.43	1.67	1.77	8.82	5.67
13:27:00	2.91	9.00	5.84	3.22	1.93	6.26	8.52	8.64	7.96	5.46	1.69	1.76	8.88	5.54
13:28:00	2.85	8.53	5.54	3.19	1.88	6.27	8.43	8.04	7.00	4.38	1.67	1.76	8.84	5.26
13:29:00	2.86	8.99	3.93	4.04	4.89	8.77	8.51	8.39	8.09	4.41	1.67	1.76	9.69	5.85
13:30:00	2.92	10.40	7.04	4.23	5.61	8.41	8.48	8.43	8.22	4.33	1.63	4.24	9.45	6.41
13:31:00	2.84	9.18	3.53	4.21	4.18	8.35	8.37	7.45	7.98	4.40	1.69	4.42	9.38	5.84
13:32:00	2.86	11.65	4.82	4.18	4.31	8.28	8.50	9.71	8.22	4.31	1.53	4.62	9.25	6.33
13:33:00	2.85	9.80	4.73	6.35	2.05	5.81	8.56	8.76	8.46	4.38	1.57	4.61	9.37	5.95
13:34:00	2.86	9.22	3.70	6.21	3.45	5.82	8.32	9.08	8.55	4.41	2.65	5.54	8.05	5.99
13:35:00	2.86	9.64	4.03	6.20	2.05	3.66	8.49	9.16	9.02	4.33	1.57	4.41	7.89	5.64
13:36:00	3.00	7.99	3.78	6.23	4.76	3.65	8.56	9.68	7.98	4.34	1.67	4.41	8.21	5.71
13:37:00	3.17	9.99	3.90	6.22	4.47	3.76	8.55	9.60	7.86	4.40	1.80	4.39	8.03	5.86

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13:38:00	3.13	9.44	4.75	5.41	3.58	5.96	8.61	9.74	9.36	4.41	1.85	4.39	8.17	6.06
13:39:00	3.13	9.47	4.39	5.44	2.32	6.09	8.55	9.15	9.80	5.64	1.81	4.38	8.04	6.02
13:40:00	3.27	10.60	3.25	5.70	2.17	6.03	8.83	7.74	9.98	5.68	2.17	4.47	7.94	5.99
13:41:00	3.25	13.67	3.00	6.50	4.67	6.06	7.09	7.97	10.40	5.85	2.25	4.58	5.43	6.21
13:42:00	3.24	13.06	2.99	7.58	5.77	6.46	8.77	7.99	10.30	5.94	3.06	4.50	5.41	6.54
13:43:00	3.24	11.47	3.17	6.51	5.63	3.42	8.83	8.33	10.38	6.05	1.50	4.71	5.37	6.05
13:44:00	3.25	11.82	3.62	6.37	2.11	4.61	8.69	8.65	10.49	4.87	1.50	4.51	5.51	5.85
13:45:00	3.10	11.95	3.79	6.27	2.22	6.55	9.15	8.53	10.60	4.84	1.50	4.28	7.78	6.20
13:46:00	3.29	10.39	3.64	5.49	2.23	5.65	8.66	8.33	10.31	4.83	1.50	4.35	8.02	5.90
13:47:00	3.08	8.88	3.29	5.43	5.94	5.54	8.51	8.31	10.42	6.65	1.49	4.32	7.90	6.14
13:48:00	4.13	11.68	3.04	3.23	4.21	5.81	7.42	11.32	10.10	8.44	1.50	4.65	8.10	6.43
13:49:00	4.14	9.73	3.36	4.20	4.39	5.64	8.43	11.06	9.93	8.41	1.51	4.52	7.06	6.34
13:50:00	3.18	8.75	3.31	4.22	1.98	5.80	8.56	10.92	11.12	8.63	1.51	4.61	6.86	6.11
13:51:00	3.19	10.11	3.54	6.71	3.32	5.87	8.08	11.48	11.22	8.61	1.50	4.53	7.00	6.55
13:52:00	3.09	10.29	3.79	5.52	2.16	5.64	8.27	11.69	10.34	8.71	1.50	4.61	6.94	6.35
13:53:00	2.95	8.69	4.36	5.86	4.37	5.81	8.21	10.95	10.23	11.34	1.85	4.65	4.53	6.45
13:54:00	3.11	10.21	4.47	5.77	4.49	5.68	8.35	12.79	10.27	9.74	2.04	4.72	5.54	6.71

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13:55:00	3.04	10.47	4.46	6.66	3.23	5.60	8.20	12.57	10.12	9.71	3.79	4.78	6.11	6.83
13:56:00	3.07	8.92	3.98	4.35	1.97	6.10	8.05	12.56	10.21	9.66	3.17	4.80	5.13	6.31
13:57:00	3.06	7.65	3.53	4.42	2.02	6.01	8.02	12.56	10.38	9.77	3.58	4.81	7.51	6.41
13:58:00	2.90	10.42	3.44	3.38	4.58	6.12	7.90	10.94	10.32	9.72	1.78	4.28	7.60	6.41
13:59:00	2.68	9.94	3.27	5.68	5.77	3.67	7.96	11.23	10.30	9.66	1.77	4.28	7.52	6.44
14:00:00	2.70	8.51	3.06	5.71	5.60	3.68	7.81	11.33	10.08	9.98	1.76	4.20	7.45	6.30
14:01:00	2.82	10.24	6.04	6.47	2.04	3.47	7.65	11.16	9.86	9.91	1.52	4.24	7.59	6.39
14:02:00	2.68	12.02	6.47	6.37	2.05	5.60	7.70	10.88	10.17	9.91	1.47	4.19	5.16	6.51
14:03:00	2.89	9.87	6.52	4.10	1.97	5.71	8.55	10.61	9.96	9.95	1.47	4.19	6.58	6.34
14:04:00	2.86	11.05	7.24	4.12	5.79	7.86	8.72	12.06	9.84	10.08	1.76	4.21	6.59	7.09
14:05:00	2.98	10.58	7.07	3.21	4.35	5.68	7.67	10.44	8.60	9.83	1.70	4.21	6.54	6.37
14:06:00	3.03	8.73	6.61	5.80	4.64	6.02	7.67	12.21	11.36	9.72	1.72	4.20	6.66	6.80
14:07:00	2.99	7.78	5.93	5.33	2.44	6.05	7.57	13.57	11.44	9.79	3.47	4.19	6.65	6.71
14:08:00	3.00	9.33	5.96	6.55	3.80	6.03	7.44	13.60	11.76	10.76	3.19	4.36	6.53	7.10
14:09:00	2.98	9.07	5.96	6.42	2.13	7.24	7.47	10.24	13.79	10.80	1.42	4.34	7.86	6.90
14:10:00	3.11	10.19	6.05	6.40	4.29	5.95	7.52	11.95	14.07	10.63	1.39	5.50	7.63	7.28
14:11:00	3.11	12.39	6.46	3.21	4.12	5.96	7.20	11.96	13.88	9.81	1.40	5.43	7.79	7.13

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
14:12:00	3.29	10.73	6.89	1.88	3.28	5.98	7.13	11.86	13.97	9.99	1.66	4.32	7.48	6.80
14:13:00	3.28	8.58	7.22	1.83	1.88	5.87	7.07	9.70	14.06	10.02	2.97	4.48	7.82	6.52
14:14:00	3.25	9.79	7.17	4.95	2.15	3.35	7.00	10.19	13.99	10.03	1.73	4.44	7.62	6.59
14:15:00	3.25	10.80	6.85	6.44	4.74	5.80	7.06	10.41	14.04	11.32	1.77	4.44	7.37	7.25
14:16:00	3.27	9.09	6.67	5.46	5.67	5.69	7.00	10.22	14.04	11.41	1.76	4.26	7.63	7.09
14:17:00	3.26	9.22	6.29	5.46	4.53	8.23	7.14	9.52	14.07	11.49	1.74	4.27	8.03	7.17
14:18:00	3.13	10.75	7.25	5.48	2.24	7.89	6.91	9.97	13.92	11.35	1.73	4.28	7.96	7.14
14:19:00	2.96	9.47	8.83	4.01	2.23	8.19	6.79	10.23	13.94	11.49	1.73	4.29	5.56	6.90
14:20:00	2.96	8.83	8.16	4.21	3.51	8.05	6.78	10.18	14.15	11.47	1.74	4.50	5.49	6.93
14:21:00	2.96	10.37	9.06	4.23	9.18	5.60	6.76	11.01	13.92	10.12	1.44	4.30	5.33	7.25
14:22:00	2.94	10.17	9.22	6.48	7.71	5.72	6.76	10.94	13.85	10.15	1.47	1.81	7.70	7.30
14:23:00	3.09	8.84	9.09	7.47	4.28	5.42	6.73	10.92	14.53	10.23	1.45	1.66	7.54	7.02
14:24:00	3.10	10.73	8.52	6.89	1.92	5.47	6.99	10.01	14.57	9.86	1.59	1.67	7.95	6.87
14:25:00	3.11	11.64	8.06	6.87	3.22	5.50	6.96	10.18	14.65	9.96	1.59	4.46	7.97	7.24
14:26:00	2.90	7.68	7.69	7.07	6.56	5.47	6.91	10.10	14.80	9.97	1.58	4.23	7.92	7.14
14:27:00	2.91	6.09	10.53	4.77	4.29	6.51	6.94	10.12	14.67	10.01	1.58	4.36	5.51	6.79
14:28:00	3.97	9.64	10.89	3.51	4.33	6.48	6.88	10.57	15.04	9.93	1.57	4.40	6.55	7.21

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
14:29:00	3.97	5.61	11.15	4.44	4.38	5.67	6.84	10.87	13.97	9.93	1.72	4.36	6.22	6.86
14:30:00	2.90	6.46	11.51	6.94	6.11	5.65	6.84	10.56	13.86	9.96	1.72	1.89	9.28	7.21
14:31:00	2.91	8.01	8.72	5.46	4.66	5.75	6.97	10.20	13.91	9.97	1.71	1.88	9.05	6.86
14:32:00	2.90	8.53	8.38	5.51	2.10	8.06	6.95	10.21	13.87	9.82	1.54	1.73	9.06	6.82
14:33:00	3.16	7.38	8.23	5.51	4.42	5.87	7.03	9.85	13.87	9.61	1.54	1.73	9.06	6.71
14:34:00	3.11	8.69	7.92	4.13	6.63	6.38	7.04	10.03	13.96	10.85	1.67	4.04	9.12	7.20
14:35:00	3.27	7.77	7.81	4.10	6.51	5.87	7.21	10.10	14.02	10.97	1.66	4.22	6.63	6.93
14:36:00	3.06	5.96	8.07	3.52	2.08	6.01	4.79	10.96	14.22	11.11	1.66	4.21	6.62	6.33
14:37:00	3.07	6.92	8.43	6.08	1.92	4.96	4.82	12.36	13.92	10.93	1.82	4.21	5.19	6.51
14:38:00	3.09	8.11	9.63	5.66	1.92	3.56	5.88	12.09	14.26	11.09	1.69	4.23	7.52	6.83
14:39:00	4.16	7.01	9.79	8.18	8.41	3.57	7.27	11.79	14.06	11.40	1.47	4.21	7.60	7.61
14:40:00	4.15	7.01	9.33	7.97	4.06	6.38	7.15	11.65	13.99	11.43	1.47	4.20	7.76	7.43
14:41:00	4.45	7.86	9.12	5.75	1.73	5.86	7.32	11.67	14.11	10.14	1.46	4.22	7.87	7.04
14:42:00	4.32	6.63	9.33	4.95	1.68	6.12	5.58	11.52	14.13	9.96	1.46	1.73	5.45	6.37
14:43:00	3.24	6.10	8.73	4.95	6.44	5.97	4.83	11.19	14.36	10.00	1.46	1.73	5.27	6.48
14:44:00	3.22	7.55	8.48	7.50	5.46	5.88	4.83	11.34	14.11	10.02	1.70	1.87	5.72	6.74
14:45:00	3.23	7.30	9.42	8.10	5.14	5.90	6.72	11.91	15.10	9.73	1.46	1.86	5.31	7.01

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
14:46:00	3.23	6.30	10.44	8.24	4.31	6.01	6.73	9.92	15.14	9.86	1.46	4.43	7.82	7.22
14:47:00	3.24	8.15	9.96	7.00	7.56	5.95	6.82	9.70	15.14	9.95	1.46	4.44	7.68	7.47
14:48:00	3.22	8.98	10.00	7.05	1.95	5.84	6.92	9.65	15.22	11.06	1.46	5.70	7.86	7.30
14:49:00	3.27	7.56	10.32	3.65	3.10	8.14	4.42	9.64	14.86	11.07	1.73	5.68	8.06	7.04
14:50:00	3.22	6.68	11.23	5.11	3.35	5.81	4.46	10.58	13.69	7.41	1.68	4.52	5.34	6.39
14:51:00	3.18	7.55	11.13	5.03	5.52	5.64	4.64	11.01	13.69	7.39	2.83	4.33	5.36	6.72
14:52:00	3.18	8.35	10.26	8.02	8.91	8.54	5.67	10.82	13.81	7.56	2.82	4.21	5.34	7.50
14:53:00	2.94	8.48	9.85	7.32	4.58	5.62	5.43	8.43	13.62	9.88	1.69	4.21	7.83	6.91
14:54:00	2.95	8.51	9.91	7.26	2.24	5.64	5.27	7.78	13.37	9.87	1.69	4.06	7.65	6.63
14:55:00	2.94	9.94	10.84	5.17	2.40	5.50	2.96	8.39	11.35	10.05	1.87	4.04	7.74	6.40
14:56:00	2.95	8.59	10.76	6.14	6.41	5.73	2.98	6.85	11.20	10.03	1.71	4.20	7.94	6.58
14:57:00	2.94	6.66	11.88	6.11	8.47	5.82	2.98	7.24	12.31	9.94	1.70	4.19	5.27	6.58
14:58:00	2.94	6.78	12.10	8.45	4.62	5.73	6.44	8.45	14.24	9.95	1.70	4.45	5.46	7.02
14:59:00	2.95	4.85	11.09	7.99	4.61	3.40	5.43	7.85	13.29	7.56	1.70	4.56	5.11	6.18
15:00:00	2.95	4.88	11.84	6.06	2.31	3.27	6.74	7.68	12.84	9.01	1.70	4.56	5.20	6.08
15:01:00	3.12	6.70	11.29	5.95	3.58	3.26	6.84	9.58	11.16	8.58	1.69	2.07	8.85	6.36
15:02:00	3.14	7.36	12.29	4.00	5.81	5.90	4.77	10.01	14.00	8.74	1.69	2.08	9.00	6.83

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
15:03:00	3.14	7.97	9.84	6.19	8.23	5.45	4.80	9.84	12.41	11.21	1.69	2.07	10.46	7.18
15:04:00	3.15	5.44	9.72	6.09	8.99	5.96	4.86	9.26	13.07	11.21	1.54	1.86	10.33	7.04
15:05:00	3.01	4.49	9.58	8.49	4.40	5.84	7.27	9.54	12.91	10.93	1.67	4.25	6.80	6.86
15:06:00	3.04	4.41	9.61	8.08	4.48	5.75	7.20	11.42	10.68	10.89	1.67	4.30	6.82	6.80
15:07:00	3.03	3.50	9.46	8.33	2.16	5.81	7.33	12.79	8.74	7.09	1.66	4.38	6.80	6.24
15:08:00	3.08	4.62	7.18	8.36	6.78	5.94	5.42	10.92	9.69	7.21	1.65	4.62	7.32	6.37
15:09:00	3.03	4.99	8.65	5.36	1.94	5.90	5.45	11.93	12.19	8.25	1.65	4.57	7.79	6.28
15:10:00	5.94	5.72	8.32	6.52	4.32	5.69	5.45	12.07	11.24	10.52	1.64	2.06	7.93	6.72
15:11:00	6.15	7.19	7.85	6.49	4.20	5.77	7.89	13.58	12.25	10.55	1.64	2.06	7.99	7.20
15:12:00	7.22	5.47	8.89	7.04	8.77	5.80	7.39	13.27	12.55	10.51	1.64	2.05	5.51	7.39
15:13:00	7.22	4.45	8.58	6.90	3.26	6.67	8.60	13.62	12.07	10.57	1.64	2.05	5.49	7.01
15:14:00	5.90	4.42	7.79	7.05	4.46	7.01	7.37	12.63	12.87	10.70	1.51	4.37	5.36	7.03
15:15:00	5.99	3.40	8.34	6.85	4.53	6.02	5.09	10.84	12.90	8.29	1.51	4.25	5.33	6.41
15:16:00	3.04	5.69	8.49	3.82	9.32	6.12	4.73	9.64	12.97	8.36	1.30	4.32	7.85	6.59
15:17:00	3.10	5.26	7.86	3.78	8.15	6.11	4.81	11.28	10.27	8.40	1.20	4.45	8.03	6.36
15:18:00	3.35	4.62	5.75	5.92	5.54	5.76	7.06	10.85	10.55	10.90	1.20	4.48	8.03	6.46
15:19:00	3.41	6.20	6.43	8.27	4.56	6.16	7.03	11.23	8.99	10.66	1.36	2.11	5.36	6.29



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
15:20:00	3.39	5.02	5.67	8.33	5.57	5.94	6.95	12.40	12.71	10.78	1.36	2.11	5.36	6.58
15:21:00	3.37	3.37	8.04	8.21	7.08	5.88	4.58	12.57	11.24	10.68	1.36	2.10	5.47	6.46
15:22:00	3.38	6.57	7.40	5.92	8.53	5.83	4.55	11.22	12.02	9.70	1.35	2.09	5.27	6.45
15:23:00	3.48	5.59	8.64	4.47	4.34	5.83	4.66	10.08	12.85	9.69	1.61	4.49	7.64	6.41
15:24:00	3.41	7.09	7.83	4.45	5.48	5.75	5.37	10.64	13.01	9.78	1.57	4.56	7.79	6.67
15:25:00	3.34	6.97	8.31	6.64	4.39	5.83	5.52	10.40	13.63	12.34	1.58	5.76	7.84	7.12
15:26:00	3.27	6.95	8.50	8.01	5.90	6.00	5.68	10.31	11.49	11.82	1.77	4.43	6.41	6.96
15:27:00	2.96	9.03	7.77	7.11	2.19	5.90	5.61	9.02	10.69	10.58	1.53	1.90	5.30	6.12
15:28:00	3.40	7.04	7.84	3.55	4.68	8.29	5.64	10.74	10.48	10.64	1.53	1.76	6.60	6.32
15:29:00	3.44	7.05	8.45	3.41	5.55	6.00	5.67	9.95	9.93	10.78	1.53	1.77	7.57	6.24
15:30:00	3.13	5.82	7.83	4.32	8.49	6.60	3.12	10.63	9.53	8.23	1.53	4.36	8.79	6.34
15:31:00	3.14	5.83	7.64	8.15	3.48	6.11	4.48	10.72	10.76	9.29	2.94	4.15	8.93	6.59
15:32:00	3.14	8.21	8.60	7.80	3.46	3.60	4.52	10.29	10.93	9.23	2.88	4.29	8.70	6.59
15:33:00	3.11	7.00	8.26	5.84	2.10	6.29	6.74	10.16	11.54	10.66	1.75	4.10	6.31	6.45
15:34:00	3.12	7.09	7.81	4.56	7.80	3.38	6.61	12.22	6.92	10.43	1.74	4.09	6.33	6.32
15:35:00	3.11	6.23	8.76	2.36	6.83	5.56	6.89	13.70	7.92	10.46	1.58	4.12	6.49	6.46
15:36:00	3.00	8.82	8.79	4.43	5.65	5.54	6.97	13.07	7.06	10.43	1.58	4.10	8.85	6.79

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
15:37:00	3.01	5.81	7.86	5.27	3.39	5.64	6.82	12.48	9.55	7.94	1.57	4.11	7.34	6.21
15:38:00	3.15	5.83	9.12	6.92	4.33	6.17	7.25	9.58	10.31	7.85	1.42	4.28	7.63	6.45
15:39:00	3.19	6.41	9.91	6.65	4.61	5.68	7.13	7.50	9.62	7.81	1.42	4.26	7.55	6.29
15:40:00	3.29	6.94	7.93	6.67	4.30	5.66	5.74	10.98	10.47	8.05	1.42	4.51	5.08	6.23
15:41:00	3.03	6.87	6.72	4.51	4.38	5.42	5.73	9.72	9.49	10.51	1.57	4.47	5.12	5.96
15:42:00	3.00	6.16	7.51	4.68	3.36	5.49	5.80	9.83	9.59	11.83	1.56	4.65	5.55	6.08
15:43:00	3.00	5.60	7.19	5.21	6.32	5.54	5.82	10.81	9.66	11.82	1.70	4.40	7.90	6.54
15:44:00	3.04	6.80	8.00	7.34	4.61	5.52	5.84	13.08	9.47	11.85	1.69	4.39	7.71	6.87
15:45:00	2.93	5.45	8.90	6.07	3.91	5.71	5.70	8.62	9.37	11.68	1.69	4.38	7.84	6.33
15:46:00	2.96	5.49	7.48	6.90	5.24	5.83	5.60	7.47	11.02	11.67	1.68	4.39	5.67	6.26
15:47:00	2.94	6.72	6.77	3.34	5.52	5.82	6.74	7.94	11.07	12.12	1.67	2.14	5.61	6.03
15:48:00	2.90	6.83	7.01	4.66	5.66	5.80	7.03	11.01	11.14	12.13	1.67	2.08	5.68	6.43
15:49:00	3.16	6.67	8.53	3.35	1.93	5.79	6.96	10.82	10.97	10.86	1.59	2.26	5.78	6.05
15:50:00	2.97	5.75	6.61	7.00	2.11	5.78	6.85	11.97	11.84	10.98	1.53	4.73	8.28	6.65
15:51:00	3.03	5.69	6.58	6.63	4.45	5.91	6.78	11.40	10.86	9.90	1.53	4.65	8.27	6.59
15:52:00	3.29	5.71	7.16	7.26	8.64	5.95	6.94	14.14	10.37	10.15	1.53	4.80	8.30	7.25
15:53:00	3.45	9.04	5.76	7.22	4.23	6.94	7.10	14.63	8.08	9.98	1.54	4.76	8.34	7.01

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
15:54:00	4.82	9.99	6.04	3.57	1.90	7.00	7.05	12.65	8.12	9.86	1.54	4.75	5.53	6.37
15:55:00	4.47	6.67	6.16	3.19	1.90	5.94	7.09	12.07	7.84	9.96	1.55	4.93	5.53	5.95
15:56:00	3.54	6.75	8.59	3.03	6.54	5.93	7.03	12.93	5.71	9.98	1.54	4.91	5.61	6.31
15:57:00	3.47	5.59	7.63	5.86	6.96	6.00	7.20	15.37	5.68	10.09	1.72	4.76	7.87	6.78
15:58:00	3.50	5.59	10.85	7.24	4.00	6.01	5.69	13.75	5.64	10.06	1.52	4.60	7.79	6.63
15:59:00	3.48	3.02	11.24	6.94	4.45	5.89	5.62	14.20	8.46	7.23	1.51	4.55	9.05	6.59
16:00:00	3.45	3.12	10.32	2.13	4.27	6.99	5.44	13.67	8.28	7.24	1.69	4.53	6.77	5.99
16:01:00	3.33	4.57	10.41	2.14	5.48	6.88	5.48	11.11	8.06	7.29	1.66	2.03	6.58	5.77
16:02:00	3.31	5.04	11.57	2.14	1.89	7.27	5.50	10.54	8.11	7.44	1.65	3.22	7.72	5.80
16:03:00	3.15	4.97	8.40	7.43	4.40	9.44	5.51	11.51	8.22	7.37	1.88	2.02	7.63	6.30
16:04:00	3.16	3.72	9.04	6.94	5.39	7.23	6.80	10.46	8.21	7.28	1.65	1.90	9.09	6.22
16:05:00	3.16	3.47	9.74	5.76	7.73	6.97	6.77	12.24	8.23	7.51	1.65	4.30	9.21	6.67
16:06:00	3.25	3.48	11.93	2.14	2.30	5.76	6.76	15.42	6.73	7.47	1.47	4.39	9.22	6.18
16:07:00	3.23	3.51	8.26	2.10	2.15	5.77	6.75	15.78	5.48	7.39	1.49	4.43	5.46	5.52
16:08:00	3.20	4.68	8.93	3.59	3.41	5.81	5.66	15.76	5.63	7.45	1.74	1.90	5.24	5.62
16:09:00	3.20	5.46	8.72	7.38	8.42	5.89	5.70	15.71	6.88	8.05	1.69	1.88	5.01	6.46
16:10:00	3.22	5.66	7.59	7.00	4.31	5.74	5.98	14.63	9.35	8.88	2.85	1.87	6.96	6.46

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
16:11:00	3.09	4.50	7.59	7.24	4.48	8.81	5.94	15.13	9.62	8.76	2.85	4.52	7.49	6.92
16:12:00	3.07	3.66	8.41	2.26	2.13	8.91	6.01	13.40	9.42	8.73	1.70	4.28	7.63	6.12
16:13:00	3.08	3.52	7.57	2.50	6.77	8.95	6.13	13.95	6.90	9.73	1.70	4.41	7.51	6.36
16:14:00	3.08	3.80	6.07	2.51	2.14	8.90	6.06	14.77	6.44	9.60	1.70	4.41	5.16	5.74
16:15:00	3.23	4.34	8.70	7.58	4.68	8.65	6.03	12.87	5.51	8.49	1.68	1.68	5.07	6.04
16:16:00	3.19	6.87	8.02	6.98	4.57	8.60	5.87	12.12	8.39	8.56	1.68	1.68	5.30	6.29
16:17:00	3.20	8.55	8.26	3.94	9.15	8.61	3.47	9.85	8.13	7.37	1.84	1.67	8.15	6.32
16:18:00	3.19	7.01	8.92	1.61	2.29	5.74	3.22	12.46	9.61	7.32	1.83	4.29	8.11	5.82
16:19:00	3.22	5.91	10.28	1.62	2.30	5.93	2.98	12.27	9.50	8.40	1.82	4.28	7.88	5.88
16:20:00	3.19	5.82	9.33	3.38	2.29	5.92	5.50	12.55	7.02	8.17	1.66	1.61	7.93	5.72
16:21:00	3.21	4.46	6.95	5.73	9.62	6.81	5.12	13.59	4.03	8.25	1.67	1.84	7.43	6.05
16:22:00	3.21	4.42	7.99	5.40	5.74	5.93	6.35	13.92	2.64	8.27	1.66	2.09	7.50	5.78
16:23:00	3.36	5.78	6.76	4.31	4.64	3.40	5.25	13.46	5.25	8.05	1.65	2.04	5.56	5.35
16:24:00	3.36	7.34	6.57	4.29	2.11	3.41	5.14	12.76	4.97	8.00	1.66	2.04	8.32	5.38
16:25:00	3.37	6.95	7.07	1.97	2.97	3.40	5.29	12.45	5.14	8.01	1.53	2.04	10.48	5.44
16:26:00	3.34	4.23	6.66	3.26	4.31	5.81	5.30	10.02	5.12	8.09	1.53	2.04	8.37	5.24
16:27:00	3.51	4.08	5.92	3.23	5.40	5.75	5.28	9.87	2.47	7.91	1.55	1.81	6.36	4.86

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
16:28:00	3.51	4.02	7.60	5.43	4.29	5.83	5.32	10.92	2.46	6.45	1.55	1.82	5.77	5.00
16:29:00	3.47	5.29	5.92	5.58	7.79	5.78	5.25	13.98	2.46	6.41	1.53	1.65	7.11	5.56
16:30:00	3.44	6.33	6.19	4.31	1.95	3.31	5.24	14.71	4.96	6.51	1.54	1.79	10.62	5.45
16:31:00	3.25	5.72	7.33	2.03	3.04	3.31	5.31	10.21	4.99	6.49	1.53	2.08	13.09	5.26
16:32:00	3.06	5.67	8.13	2.03	3.06	4.02	5.25	11.33	4.90	7.93	1.53	2.12	13.17	5.55
16:33:00	3.05	4.28	6.92	2.04	5.22	6.08	5.30	6.94	2.25	7.90	1.52	2.01	13.10	5.12
16:34:00	3.04	5.28	6.89	5.66	5.12	6.73	5.79	9.95	2.25	7.82	1.52	2.08	10.63	5.60
16:35:00	3.12	5.14	6.75	4.31	4.20	6.99	5.27	10.69	2.25	7.90	1.31	2.02	10.63	5.43
16:36:00	3.35	5.11	8.42	4.37	1.89	6.98	5.33	14.22	2.11	8.05	1.15	2.06	10.66	5.67
16:37:00	4.22	4.79	6.34	2.23	4.15	7.24	5.33	14.19	5.96	7.96	1.15	2.04	10.75	5.87
16:38:00	4.26	5.70	6.52	3.55	5.28	7.10	5.51	13.45	6.55	8.07	1.14	2.06	13.07	6.33
16:39:00	3.12	5.66	5.77	3.38	4.25	7.11	5.43	10.39	6.59	8.05	1.14	1.75	14.28	5.92
16:40:00	3.10	5.68	7.06	4.47	4.20	7.10	5.34	9.45	6.53	8.15	1.14	1.94	14.19	6.03
16:41:00	3.39	5.27	7.04	4.36	3.30	7.07	5.38	10.83	7.63	8.12	1.14	1.99	10.70	5.86
16:42:00	3.36	3.92	5.79	4.56	6.91	8.28	5.45	14.12	5.05	8.32	1.57	2.00	10.46	6.14
16:43:00	3.34	3.95	6.03	3.54	3.48	8.30	5.39	14.24	3.97	8.12	1.52	2.06	10.67	5.74
16:44:00	3.31	4.90	7.06	3.46	5.94	5.18	3.92	11.10	3.92	8.17	1.52	2.18	13.03	5.67

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
16:45:00	3.31	7.12	7.33	3.30	4.26	3.81	3.90	10.42	5.09	7.92	1.52	2.27	13.01	5.64
16:46:00	3.32	7.46	6.15	4.30	8.03	3.75	3.90	5.18	5.14	8.19	1.52	2.26	13.09	5.56
16:47:00	3.28	5.24	6.14	3.96	2.14	5.99	3.98	6.85	5.30	8.25	1.52	2.24	13.36	5.25
16:48:00	3.29	4.51	7.11	4.19	3.61	5.95	4.00	5.07	5.28	8.00	1.51	1.70	7.87	4.78
16:49:00	3.30	4.60	7.55	2.98	3.56	6.11	4.30	6.45	2.67	5.31	1.40	1.79	10.78	4.68
16:50:00	3.32	5.69	7.41	2.96	8.07	5.87	4.24	9.79	2.68	4.86	1.41	1.77	10.93	5.31
16:51:00	3.47	7.63	6.24	2.96	8.22	5.69	2.73	7.97	6.24	4.86	1.41	1.90	13.16	5.58
16:52:00	3.48	6.51	7.24	5.33	5.73	5.69	2.73	9.45	2.20	4.98	1.56	1.89	13.38	5.40
16:53:00	3.48	6.48	6.37	5.41	4.80	5.74	2.69	5.60	4.71	4.77	1.56	1.80	5.97	4.57
16:54:00	3.33	5.99	7.89	4.21	4.34	5.61	2.55	5.35	6.09	4.66	1.57	1.79	10.43	4.91
16:55:00	3.46	6.44	6.70	4.01	4.64	5.39	2.55	3.54	6.15	4.69	1.56	1.78	10.20	4.70
16:56:00	3.47	6.51	7.45	1.67	4.19	5.41	2.56	6.06	3.67	4.41	1.55	1.80	10.19	4.53
16:57:00	3.47	6.63	6.81	2.99	5.52	2.81	2.54	8.90	3.64	4.32	1.74	1.61	10.19	4.71
16:58:00	3.26	5.77	8.17	1.66	3.24	2.80	2.54	9.46	3.57	4.38	1.72	1.39	10.21	4.47
16:59:00	2.88	6.77	8.14	4.27	5.74	3.91	2.39	7.79	5.83	4.37	1.71	1.39	10.24	5.03
17:00:00	2.89	6.44	8.20	4.18	3.25	5.03	2.38	3.90	5.73	4.66	1.72	1.40	7.42	4.40
17:01:00	2.88	6.90	8.11	6.63	5.78	5.18	2.39	3.55	6.02	3.38	1.44	1.38	6.15	4.60

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
17:02:00	2.84	5.78	4.46	2.92	5.35	4.77	1.77	3.71	5.84	3.06	1.44	1.38	6.18	3.81
17:03:00	2.85	4.76	5.57	2.92	8.93	4.60	1.77	6.19	3.19	2.99	1.22	1.65	5.83	4.04
17:04:00	2.73	4.71	5.66	3.11	3.24	4.61	1.68	7.04	1.78	3.10	1.22	1.38	6.01	3.56
17:05:00	2.71	5.15	6.88	6.75	3.21	4.89	2.67	7.88	1.78	3.14	1.22	1.53	7.25	4.24
17:06:00	2.74	6.12	6.85	5.30	3.24	4.93	2.64	7.77	4.45	3.44	1.06	1.52	5.45	4.27
17:07:00	2.73	5.95	6.96	5.42	8.99	6.82	2.83	4.16	4.29	3.48	1.06	1.52	4.42	4.51
17:08:00	2.73	5.41	8.23	3.08	5.24	4.86	2.82	3.31	4.45	3.31	1.04	1.80	6.22	4.04
17:09:00	2.74	4.12	7.11	3.09	5.49	4.88	2.79	3.31	4.42	3.21	1.03	1.73	6.29	3.86
17:10:00	2.54	4.13	6.98	3.09	3.19	4.87	2.83	5.75	1.65	1.51	1.30	1.72	5.97	3.50
17:11:00	2.54	3.25	7.03	4.41	6.72	4.83	2.89	6.39	1.66	1.49	1.26	1.71	6.09	3.87
17:12:00	2.53	3.38	8.17	5.65	5.64	4.84	2.90	7.70	2.16	1.49	1.26	1.71	4.42	3.99
17:13:00	2.54	5.24	8.11	5.55	5.47	2.42	2.87	7.56	4.90	1.49	1.04	1.71	4.80	4.13
17:14:00	2.54	3.28	6.88	2.92	5.66	2.84	2.84	6.79	5.20	1.64	1.04	1.58	5.00	3.71
17:15:00	2.54	3.55	6.93	3.05	4.26	2.59	2.83	5.87	5.52	1.81	1.04	1.58	4.21	3.52
17:16:00	2.07	3.57	6.83	3.06	5.63	5.14	2.73	3.59	3.15	1.95	1.18	1.58	4.42	3.45
17:17:00	2.23	3.57	7.83	5.17	2.85	4.81	2.73	3.70	3.16	1.95	1.46	1.58	4.12	3.47
17:18:00	2.40	3.57	8.04	5.36	5.33	5.21	2.73	5.15	3.23	1.94	1.41	1.58	4.11	3.85

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
17:19:00	2.41	3.55	6.77	3.05	4.91	5.12	2.71	6.59	2.92	1.94	1.39	1.43	4.36	3.63
17:20:00	3.73	3.76	7.01	3.29	8.06	5.12	2.64	9.09	2.56	1.94	1.39	1.43	4.29	4.18
17:21:00	2.53	3.42	6.90	2.00	3.10	5.11	2.80	8.82	2.42	1.93	1.39	1.43	1.67	3.35
17:22:00	2.53	3.17	4.21	4.47	3.05	5.13	2.78	8.57	2.34	1.93	1.57	1.61	1.66	3.31
17:23:00	2.51	2.11	2.56	4.99	3.03	2.73	2.80	7.13	2.14	1.92	1.53	1.61	1.62	2.82
17:24:00	2.51	2.17	2.57	6.36	8.77	2.75	2.81	6.03	2.10	1.91	1.53	1.60	1.51	3.28
17:25:00	2.51	1.91	2.56	2.76	5.16	3.90	3.08	6.06	2.11	1.79	1.53	1.60	1.51	2.81
17:26:00	2.35	2.46	2.27	1.66	5.27	6.16	3.05	7.15	2.03	1.63	1.52	1.60	1.50	2.97
17:27:00	2.34	3.75	2.24	1.66	3.04	4.79	3.00	8.61	2.11	1.62	1.52	1.59	1.64	2.92
17:28:00	2.49	5.24	2.22	4.10	6.62	4.98	2.88	8.62	2.17	1.62	1.87	1.59	1.64	3.54
17:29:00	2.48	5.50	2.09	4.77	4.29	4.93	2.66	7.52	2.23	1.62	1.84	1.59	1.48	3.31
17:30:00	2.47	4.88	2.04	4.79	6.62	4.93	2.66	7.09	2.25	1.63	1.84	1.58	1.63	3.42
17:31:00	2.46	3.77	2.86	2.77	6.72	4.94	2.66	7.02	2.27	1.63	1.83	1.42	1.46	3.22
17:32:00	2.47	3.40	2.11	2.09	7.75	4.72	2.66	4.50	2.33	1.63	1.82	1.43	1.46	2.95
17:33:00	2.46	3.43	2.09	2.04	4.50	3.59	2.88	5.11	2.33	2.59	1.81	1.42	1.46	2.75
17:34:00	2.46	3.27	3.39	4.02	4.47	2.35	2.90	6.21	2.31	2.74	1.81	1.42	1.66	3.00
17:35:00	2.46	4.44	2.11	5.06	6.89	2.39	2.87	6.28	2.42	2.78	1.81	1.42	2.85	3.37



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
17:36:00	2.19	4.92	2.09	2.69	6.77	4.35	2.86	7.81	2.36	2.76	1.51	1.42	2.76	3.42
17:37:00	2.18	4.84	1.98	4.01	8.15	4.54	3.04	7.03	2.31	2.76	1.51	1.22	2.65	3.56
17:38:00	2.18	3.46	1.87	2.94	4.63	4.93	3.02	4.49	2.28	2.77	1.52	1.21	2.46	2.90
17:39:00	2.18	3.22	1.67	4.26	4.62	4.96	1.64	4.50	2.09	2.57	1.52	1.11	2.42	2.83
17:40:00	2.18	3.26	1.66	3.91	5.74	4.88	1.49	4.56	2.09	1.27	1.51	1.10	2.41	2.77
17:41:00	2.18	3.24	3.10	5.43	8.66	5.07	1.49	5.83	2.11	1.27	1.51	1.43	2.58	3.38
17:42:00	2.17	3.76	3.00	2.86	5.75	5.05	1.48	7.12	2.16	1.27	1.37	1.44	2.42	3.07
17:43:00	2.13	4.64	1.79	2.91	3.48	2.59	1.48	6.69	1.95	1.27	1.36	1.40	2.64	2.64
17:44:00	1.97	4.45	1.79	2.86	3.32	2.59	1.47	5.69	1.83	13.95	1.35	1.39	2.84	3.50
17:45:00	1.61	3.70	1.64	6.54	5.45	2.58	1.31	5.69	1.87	1.68	1.14	1.39	2.82	2.88
17:46:00	1.79	2.67	3.18	4.93	7.42	4.91	1.31	5.89	2.04	1.67	1.15	1.39	2.79	3.16
17:47:00	1.81	2.59	2.03	2.92	7.66	4.82	1.31	5.97	2.03	1.67	1.14	1.66	2.79	2.95
17:48:00	1.78	2.35	2.03	2.93	3.02	4.88	1.31	5.66	2.02	1.44	1.15	1.61	2.94	2.55
17:49:00	1.80	2.43	2.02	2.94	3.01	2.82	1.31	4.24	2.29	1.43	1.15	1.61	2.57	2.28
17:50:00	2.05	3.68	1.89	5.42	2.86	2.36	1.31	4.23	2.24	1.43	1.14	1.48	2.75	2.53
17:51:00	2.02	3.63	1.88	5.02	8.63	2.51	1.31	2.82	2.23	1.58	1.38	1.48	2.75	2.86
17:52:00	1.78	3.60	1.78	6.47	4.98	4.87	1.31	2.76	2.21	1.85	1.41	1.47	2.84	2.87

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
17:53:00	1.61	2.41	3.08	3.03	2.75	4.91	1.31	3.02	2.15	1.81	1.38	1.47	2.99	2.46
17:54:00	1.62	2.25	1.77	2.18	2.74	4.87	1.46	2.97	2.09	1.98	1.16	1.67	3.00	2.29
17:55:00	1.62	2.16	1.62	2.18	2.78	4.84	1.45	3.64	1.97	1.79	1.15	1.66	3.03	2.30
17:56:00	1.64	1.96	1.62	5.83	8.35	2.61	1.45	4.00	1.78	1.79	1.16	1.67	2.97	2.83
17:57:00	2.01	2.68	1.61	4.91	5.04	2.60	1.45	3.94	1.68	1.78	1.17	1.66	2.96	2.58
17:58:00	1.97	3.29	1.60	4.89	5.17	2.60	1.44	3.00	1.59	1.78	1.40	1.66	2.95	2.56
17:59:00	1.96	3.38	2.94	2.43	2.95	4.81	1.44	2.79	1.55	1.78	1.60	1.65	2.80	2.47
18:00:00	2.13	2.57	1.61	3.27	5.42	4.51	1.44	2.85	1.70	1.66	1.57	1.59	2.80	2.55
18:01:00	2.12	1.66	1.61	2.02	5.75	4.51	1.44	2.81	1.70	1.66	1.56	1.51	2.79	2.40
18:02:00	2.10	1.36	1.61	5.47	5.03	4.47	1.27	3.18	1.70	1.65	1.56	1.34	2.77	2.58
18:03:00	2.10	1.25	1.60	4.97	5.29	1.78	1.25	4.09	1.69	1.64	1.88	1.33	2.78	2.43
18:04:00	2.10	1.34	1.64	4.38	3.15	1.60	1.25	4.01	1.70	1.64	1.84	1.33	1.46	2.11
18:05:00	1.97	2.66	1.63	1.99	5.51	2.05	1.25	3.46	1.69	1.64	1.74	1.33	1.46	2.18
18:06:00	1.97	2.80	1.42	1.97	3.12	1.91	1.26	2.66	1.70	1.64	1.73	1.34	1.45	1.92
18:07:00	1.96	2.79	1.41	3.97	5.58	1.85	1.44	2.66	1.69	1.64	1.56	1.47	1.46	2.27
18:08:00	1.96	1.64	1.58	3.85	5.15	1.86	1.71	2.66	1.69	1.62	1.54	1.46	1.45	2.17
18:09:00	1.98	1.44	1.56	3.91	3.15	1.85	2.97	2.80	1.84	1.62	1.53	1.44	1.45	2.12

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
18:10:00	2.01	1.40	1.57	2.03	3.35	3.25	2.93	3.83	1.84	1.62	1.53	1.44	2.17	
18:11:00	2.00	1.40	1.71	4.21	6.38	1.71	2.94	3.94	1.84	1.62	1.53	1.43	2.47	
18:12:00	2.00	2.09	1.97	2.86	5.21	1.71	2.93	3.99	1.83	1.62	1.40	1.46	2.34	
18:13:00	2.00	3.12	1.92	1.81	5.08	1.97	2.92	2.78	1.61	1.61	1.41	1.45	2.23	
18:14:00	2.03	2.98	2.08	4.10	3.09	1.91	2.90	2.79	1.68	1.64	1.40	1.23	2.24	
18:15:00	2.01	2.25	2.25	4.99	3.08	1.92	2.75	2.97	1.69	1.65	1.40	1.23	2.37	
18:16:00	2.00	1.79	2.22	2.74	3.94	1.91	1.47	2.95	1.84	1.64	1.41	1.37	2.15	
18:17:00	1.99	1.79	2.21	2.88	5.50	1.90	1.47	3.52	1.87	1.64	1.40	1.37	2.32	
18:18:00	1.83	1.78	2.19	2.02	5.26	1.73	1.49	3.84	2.00	1.64	1.40	1.35	2.24	
18:19:00	1.68	1.90	2.19	3.21	3.22	1.73	1.49	3.87	1.97	1.64	1.40	1.35	2.17	
18:20:00	1.69	3.12	2.19	4.11	3.20	1.53	1.48	3.03	1.94	1.66	1.39	1.35	2.26	
18:21:00	1.50	3.04	2.18	4.87	5.60	1.69	1.33	2.76	1.71	1.65	1.39	1.61	2.47	
18:22:00	1.14	3.71	3.28	2.85	5.55	1.67	1.33	2.77	1.71	1.65	1.40	1.57	2.31	
18:23:00	1.15	2.63	2.01	1.99	5.00	1.67	1.33	2.77	1.71	1.43	1.24	1.72	1.99	
18:24:00	1.13	2.44	1.87	2.13	3.00	1.51	1.33	3.03	1.71	1.27	1.25	1.72	1.81	
18:25:00	1.14	2.43	1.85	4.30	3.03	1.50	1.32	3.68	1.98	1.26	1.25	1.59	2.05	
18:26:00	1.13	2.42	1.86	6.12	5.23	1.50	1.32	4.96	1.77	1.41	1.04	1.78	2.45	

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
18:27:00	1.13	3.24	1.59	3.14	2.86	1.50	2.31	3.38	1.55	1.42	1.05	1.75	1.36	2.02
18:28:00	1.32	3.72	1.60	2.28	5.08	1.51	1.47	2.76	1.54	1.60	1.04	1.76	1.35	2.08
18:29:00	1.53	2.53	1.61	2.31	5.14	4.07	1.26	2.75	1.55	1.67	1.03	1.76	1.45	2.20
18:30:00	1.49	1.75	1.61	2.30	5.61	1.38	1.25	2.74	1.54	1.62	1.21	1.75	1.66	1.99
18:31:00	1.48	1.35	1.61	5.14	3.23	1.38	1.25	2.75	1.57	1.62	1.22	1.75	1.41	1.98
18:32:00	1.26	2.19	1.39	5.02	3.10	1.37	1.25	3.66	1.76	1.62	1.34	1.74	1.40	2.08
18:33:00	1.26	2.16	1.38	2.16	5.67	1.38	1.23	3.75	1.76	1.61	1.34	1.74	1.40	2.06
18:34:00	1.25	1.79	2.58	1.99	8.01	1.37	1.22	3.51	1.75	1.61	1.34	1.58	1.39	2.26
18:35:00	1.25	2.62	1.40	1.98	5.98	1.54	1.49	2.53	1.75	1.66	1.33	1.59	1.39	2.04
18:36:00	1.53	2.65	1.40	2.82	5.93	1.56	1.33	2.53	1.74	1.63	1.33	1.58	1.38	2.11
18:37:00	1.48	3.05	1.40	5.39	5.91	1.55	1.50	2.81	1.74	1.63	1.58	1.58	1.38	2.38
18:38:00	1.35	2.29	1.42	3.73	8.30	1.55	1.51	2.76	1.73	1.62	1.38	1.58	1.53	2.37
18:39:00	1.34	2.30	1.66	3.95	5.96	1.55	1.27	3.66	1.73	1.62	1.53	1.57	1.53	2.28
18:40:00	1.34	1.46	1.64	2.67	6.03	2.66	1.28	3.70	1.73	1.62	1.53	1.57	1.52	2.21
18:41:00	1.51	1.23	1.79	3.05	6.03	1.33	1.28	3.78	1.72	1.62	1.52	1.36	2.34	2.20
18:42:00	1.51	2.30	1.80	1.83	7.98	1.33	1.28	2.52	1.72	1.62	1.52	1.21	2.76	2.26
18:43:00	1.68	3.15	1.80	1.82	7.82	1.33	2.96	2.52	1.72	1.63	1.51	1.22	2.78	2.46

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
18:44:00	1.65	2.47	1.78	4.72	5.97	1.17	2.93	2.95	1.87	1.63	1.51	1.22	2.77	2.51
18:45:00	1.64	1.31	1.80	5.65	5.97	1.17	2.78	3.06	1.85	1.82	1.67	1.22	2.63	2.51
18:46:00	1.64	1.44	1.79	3.73	5.92	1.33	2.77	3.71	2.01	1.80	1.65	1.22	2.62	2.43
18:47:00	1.53	2.66	1.94	1.62	5.94	1.59	2.77	4.02	2.00	1.80	1.63	1.21	2.50	2.40
18:48:00	1.37	2.26	1.93	1.62	8.00	1.56	2.76	4.19	2.00	1.80	1.51	1.48	2.50	2.54
18:49:00	1.37	2.96	1.91	2.70	7.98	1.54	2.77	3.36	2.03	1.80	1.52	1.43	2.51	2.61
18:50:00	1.37	2.50	2.07	2.71	5.96	1.54	2.77	2.91	2.31	1.79	1.51	1.43	2.69	2.43
18:51:00	1.36	2.44	3.24	4.07	6.01	1.54	2.77	2.90	2.30	1.58	1.51	1.21	2.63	2.58
18:52:00	1.36	1.87	2.02	3.51	6.14	1.70	2.74	2.78	2.30	1.58	1.51	1.36	2.61	2.42
18:53:00	1.36	2.44	1.73	1.62	8.11	1.70	2.12	2.95	3.54	1.60	1.52	1.36	2.58	2.51
18:54:00	1.37	1.62	1.70	2.46	6.07	1.69	1.48	3.83	3.43	1.43	1.53	1.36	2.56	2.35
18:55:00	1.37	1.62	1.70	1.79	6.11	1.68	1.48	3.84	3.27	1.27	1.53	1.64	2.57	2.30
18:56:00	1.36	2.10	1.71	2.23	6.11	1.68	1.46	3.55	3.27	1.28	1.53	1.48	1.33	2.24
18:57:00	1.36	2.79	1.57	3.89	7.67	1.68	1.46	2.59	3.05	1.54	1.51	1.47	1.53	2.47
18:58:00	1.36	2.85	1.55	5.09	7.32	1.67	1.47	2.61	3.04	1.52	1.52	1.66	1.58	2.56
18:59:00	1.36	3.21	1.35	5.63	5.64	1.68	1.47	2.59	3.05	1.51	1.52	1.65	1.54	2.48
19:00:00	1.36	1.60	1.35	2.29	5.48	1.67	1.47	2.60	3.05	1.51	1.52	1.65	1.37	2.07

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
19:01:00	1.16	1.61	1.34	2.28	5.46	1.55	1.47	3.61	3.05	1.65	1.51	1.52	1.15	2.10
19:02:00	1.15	1.60	1.25	2.97	7.51	1.74	1.46	3.87	3.05	1.65	1.71	1.51	1.15	2.36
19:03:00	1.30	1.61	1.24	3.31	7.15	1.72	1.46	3.80	3.15	1.64	1.70	1.51	1.16	2.37
19:04:00	1.29	1.58	1.28	2.11	5.27	1.57	1.45	2.66	3.11	1.64	1.53	1.67	1.16	2.02
19:05:00	1.28	1.60	1.51	4.32	5.26	1.57	1.45	2.61	3.10	1.64	1.33	1.66	1.43	2.21
19:06:00	1.28	1.48	1.46	4.83	5.08	1.57	1.45	2.61	2.87	1.63	1.32	1.49	1.39	2.19
19:07:00	1.46	1.49	1.46	3.22	7.18	1.34	1.45	2.78	2.90	1.63	1.32	1.49	1.54	2.25
19:08:00	1.53	1.63	1.47	1.99	5.34	1.34	1.63	3.36	2.89	1.61	1.31	1.50	1.53	2.09
19:09:00	1.67	1.64	1.48	1.99	5.11	1.34	1.61	3.98	2.88	1.61	1.31	1.47	1.54	2.13
19:10:00	1.66	1.63	1.49	2.90	5.09	1.18	1.61	3.98	2.88	1.48	1.15	1.48	1.54	2.16
19:11:00	1.31	1.48	1.50	5.40	7.33	1.18	1.28	3.37	3.14	1.49	1.13	1.48	1.43	2.42
19:12:00	1.31	1.66	1.50	3.84	6.98	1.18	1.28	2.76	3.09	1.49	1.14	1.48	1.42	2.24
19:13:00	1.31	1.64	1.49	1.99	7.36	1.18	1.28	2.75	3.11	1.48	1.15	1.47	1.58	2.14
19:14:00	1.31	1.65	1.48	2.91	5.32	1.44	1.27	2.95	3.10	1.65	1.18	1.48	1.57	2.10
19:15:00	1.56	1.65	1.48	1.99	5.24	1.40	1.11	2.94	3.10	1.65	1.41	1.48	1.57	2.04
19:16:00	1.38	1.64	1.32	1.99	5.15	1.40	1.11	2.73	3.28	1.83	1.43	1.48	1.56	2.02
19:17:00	1.36	1.50	1.33	4.05	5.13	1.18	1.38	2.71	3.27	1.81	1.39	1.47	1.56	2.16

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
19:18:00	1.36	1.28	1.31	4.60	7.17	1.17	1.35	2.86	3.41	1.59	1.40	1.47	1.56	2.35
19:19:00	1.36	1.15	1.31	1.84	5.10	1.18	1.35	2.85	3.41	1.59	1.40	1.47	2.83	2.06
19:20:00	1.35	1.15	1.32	1.84	5.11	1.17	1.35	2.83	3.57	1.59	1.39	1.47	3.44	2.12
19:21:00	1.33	1.12	1.31	1.83	5.17	1.44	1.35	2.83	3.56	1.59	1.39	1.47	3.62	2.15
19:22:00	1.34	1.14	2.49	3.73	7.29	1.42	1.35	2.82	3.55	1.59	1.38	1.48	4.19	2.60
19:23:00	1.34	1.28	1.60	1.80	6.91	1.40	1.34	2.67	3.53	1.42	1.25	1.10	2.74	2.18
19:24:00	1.22	1.29	1.57	3.89	5.10	1.55	1.51	2.66	2.00	1.63	1.25	1.24	1.62	2.04
19:25:00	1.22	1.28	1.35	4.56	5.10	1.54	1.49	2.93	1.83	1.69	1.25	1.24	1.62	2.08
19:26:00	1.22	1.27	1.35	3.57	5.25	1.71	1.49	2.87	1.83	1.65	1.43	1.24	1.62	2.04
19:27:00	1.39	1.27	1.34	2.75	7.65	1.69	1.49	2.58	1.71	1.65	1.41	1.39	1.46	2.14
19:28:00	1.37	1.28	1.33	2.78	7.28	1.67	1.49	2.60	1.71	1.65	1.41	1.38	1.47	2.11
19:29:00	1.37	1.54	1.31	2.81	5.39	1.86	1.49	2.59	1.70	1.65	1.41	2.22	1.46	2.06
19:30:00	1.37	1.49	1.33	2.50	5.43	1.84	1.49	2.59	1.70	1.43	1.41	1.82	1.30	1.98
19:31:00	1.37	1.50	1.65	3.87	5.42	1.84	1.49	2.59	1.72	1.42	1.40	1.76	1.30	2.10
19:32:00	1.37	1.49	1.60	4.99	7.51	1.83	1.48	2.59	1.71	1.42	1.39	1.76	1.30	2.34
19:33:00	1.37	1.67	1.57	2.04	7.25	1.71	1.48	2.58	1.71	1.43	1.40	1.76	1.30	2.10
19:34:00	1.36	1.60	1.56	2.93	5.12	1.71	1.62	2.57	1.72	1.70	1.59	1.52	1.07	2.01

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
19:35:00	1.36	1.61	1.55	2.01	5.14	1.70	1.47	2.58	1.72	1.65	1.57	1.52	1.07	1.92
19:36:00	1.51	1.61	1.44	2.01	5.12	1.70	1.62	2.58	1.72	1.50	1.57	1.39	2.28	2.00
19:37:00	1.68	1.60	1.61	2.00	4.95	1.54	1.62	2.57	1.73	1.64	1.57	1.22	2.42	2.01
19:38:00	1.69	2.52	1.63	6.26	7.17	1.54	1.57	2.57	1.71	1.64	1.57	1.49	2.42	2.60
19:39:00	1.46	2.55	1.59	4.85	4.54	1.54	1.57	2.59	1.72	1.64	1.57	1.44	2.42	2.27
19:40:00	1.59	2.77	1.62	2.14	2.84	1.54	1.56	2.57	1.71	1.63	1.57	1.43	2.68	1.97
19:41:00	1.59	2.71	1.61	2.01	2.83	1.54	1.56	2.57	1.50	1.63	1.32	1.43	2.65	1.92
19:42:00	1.59	2.70	1.62	2.02	5.31	1.54	1.62	2.57	1.51	1.62	1.33	1.44	2.64	2.12
19:43:00	1.57	2.86	1.64	2.84	5.29	1.54	1.42	2.58	1.51	1.81	1.32	1.44	2.64	2.19
19:44:00	1.28	2.86	1.45	2.02	2.84	1.39	1.66	2.74	1.35	1.80	1.31	1.61	2.41	1.90
19:45:00	1.28	2.86	1.45	4.11	5.05	1.39	1.49	2.75	1.35	1.79	1.16	1.58	1.20	2.11
19:46:00	1.13	2.87	1.47	3.99	4.74	1.39	1.40	1.67	1.53	1.66	1.16	1.58	1.21	1.98
19:47:00	1.13	2.73	1.44	2.83	2.81	1.18	1.33	1.66	1.51	1.66	1.16	1.58	1.38	1.72
19:48:00	1.13	2.74	1.45	1.92	3.10	1.18	4.15	1.66	1.77	1.66	1.16	1.58	1.78	1.94
19:49:00	1.13	2.72	1.42	1.92	3.09	1.18	4.23	1.84	1.73	1.66	1.16	1.57	1.75	1.95
19:50:00	1.40	1.64	1.29	1.92	3.03	1.18	4.19	1.81	1.74	1.65	1.30	1.58	1.72	1.88
19:51:00	1.35	1.51	1.06	4.77	5.24	1.18	4.12	1.81	1.73	1.49	1.54	1.57	3.37	2.36



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
19:52:00	1.34	1.36	1.08	4.01	4.89	1.20	4.45	1.65	1.72	1.49	1.54	1.58	3.79	2.32
19:53:00	1.34	1.35	1.09	2.09	3.10	1.20	4.40	2.90	1.87	1.50	1.52	1.58	3.78	2.13
19:54:00	1.34	1.14	1.09	2.09	3.06	1.46	4.33	2.89	1.69	1.51	1.52	1.58	3.43	2.09
19:55:00	1.34	1.17	1.08	2.97	3.23	1.42	4.47	2.68	1.69	1.51	1.51	1.59	2.21	2.07
19:56:00	1.34	1.16	1.22	2.08	3.22	1.75	4.46	2.65	1.69	1.50	1.51	1.59	1.85	2.00
19:57:00	1.33	1.17	1.67	2.37	5.32	1.52	4.45	4.47	1.68	1.66	1.51	1.59	1.61	2.33
19:58:00	1.22	1.17	1.60	3.84	3.16	1.51	4.46	4.48	1.68	1.65	1.50	1.59	1.68	2.27
19:59:00	1.22	1.30	1.58	5.60	3.03	1.50	4.44	3.54	1.68	1.65	1.38	1.58	1.68	2.32
20:00:00	1.22	1.30	1.58	1.53	3.03	1.50	4.44	3.10	1.67	1.44	1.37	1.59	1.68	1.96
20:01:00	1.23	1.56	1.60	13.87	3.18	1.77	4.37	3.34	1.67	1.44	1.38	1.59	1.51	2.96
20:02:00	1.22	1.53	1.58	1.53	5.18	1.72	4.44	3.54	1.74	1.45	1.37	1.78	1.51	2.20
20:03:00	1.22	1.50	1.56	2.44	4.81	1.71	1.42	1.68	1.70	1.44	1.37	1.76	1.52	1.86
20:04:00	1.21	1.52	1.55	3.55	2.99	1.54	1.40	1.67	1.70	1.45	1.37	1.54	1.52	1.77
20:05:00	1.22	1.50	1.61	3.79	2.98	1.42	1.57	1.44	1.70	1.44	1.37	1.52	1.52	1.78
20:06:00	1.42	1.50	1.59	1.76	3.00	1.58	1.47	1.44	1.70	1.44	1.56	1.52	1.51	1.65
20:07:00	1.41	1.46	1.61	2.81	3.01	1.55	1.55	1.45	1.70	1.44	1.72	1.41	1.52	1.74
20:08:00	1.40	1.67	1.61	1.90	4.96	1.56	1.55	1.44	1.70	1.43	1.68	1.41	1.51	1.83

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
20:09:00	1.54	1.62	1.60	2.04	2.87	1.55	1.67	2.64	1.70	1.43	1.68	1.22	1.51	1.77
20:10:00	1.54	1.62	1.49	3.24	2.93	1.55	1.73	2.65	1.49	1.70	1.68	1.49	1.29	1.88
20:11:00	1.69	1.62	1.50	4.89	2.67	1.55	1.86	2.63	1.49	1.67	1.67	1.22	1.29	1.98
20:12:00	1.52	1.60	1.35	4.00	2.66	1.55	1.79	2.60	1.49	1.97	1.66	1.10	1.30	1.89
20:13:00	1.30	1.60	1.48	1.98	1.31	1.55	1.82	2.60	1.49	1.97	1.50	1.10	1.30	1.62
20:14:00	1.31	1.61	1.46	1.99	3.37	1.55	1.78	2.76	1.49	1.97	1.51	1.10	1.29	1.78
20:15:00	1.45	2.62	1.49	2.89	3.18	1.55	1.84	2.76	1.72	1.96	1.50	1.37	1.53	1.99
20:16:00	1.44	1.47	1.23	1.86	1.25	1.55	1.72	1.69	1.68	1.80	1.49	1.32	1.27	1.52
20:17:00	1.43	1.62	1.28	3.99	1.31	1.54	1.68	1.68	1.67	1.79	1.50	1.32	1.28	1.70
20:18:00	1.30	1.64	1.25	3.76	1.52	1.54	1.69	1.68	1.67	1.79	1.29	1.32	3.00	1.80
20:19:00	1.30	1.64	1.25	2.72	1.49	1.54	1.35	1.67	1.66	1.79	1.18	1.32	2.70	1.66
20:20:00	1.56	1.43	1.28	1.86	3.59	1.52	1.35	1.66	1.93	1.62	1.18	1.32	3.17	1.81
20:21:00	1.53	1.43	1.25	3.32	1.48	1.53	1.35	1.66	1.93	1.49	1.18	1.31	2.55	1.69
20:22:00	1.50	1.40	1.24	2.18	1.25	1.53	1.34	1.50	2.00	1.49	1.18	1.32	3.30	1.63
20:23:00	1.49	1.42	1.52	3.05	1.61	1.57	1.15	1.49	2.05	1.49	1.18	1.32	1.89	1.63
20:24:00	1.27	1.43	1.43	4.06	1.59	1.56	1.14	1.49	1.75	1.49	1.18	1.32	1.98	1.67
20:25:00	1.27	1.41	1.46	1.95	1.55	1.55	1.32	1.49	1.80	1.49	1.44	1.49	1.97	1.55

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
20:26:00	1.26	1.28	1.44	1.96	3.86	1.56	1.41	3.35	1.86	1.49	1.39	1.47	1.95	1.87
20:27:00	1.26	1.56	1.25	2.84	3.67	1.35	1.43	3.42	1.90	1.49	1.40	1.47	1.94	1.92
20:28:00	1.53	1.51	1.26	2.69	1.77	1.49	1.42	3.11	1.97	1.49	1.39	1.46	1.70	1.75
20:29:00	1.33	1.49	1.24	3.98	1.77	1.49	1.42	2.75	1.92	1.48	1.38	1.47	1.68	1.80
20:30:00	1.34	1.52	1.35	3.65	1.60	1.48	1.44	2.73	1.91	1.49	1.38	1.46	1.68	1.77
20:31:00	1.22	1.52	1.62	2.05	1.70	1.31	1.20	2.86	2.01	1.49	1.37	1.46	1.51	1.64
20:32:00	1.22	1.50	1.63	2.75	3.69	1.31	1.20	2.83	2.06	1.49	1.37	1.46	1.76	1.87
20:33:00	1.22	1.48	1.58	2.01	3.51	1.31	1.10	2.87	2.14	1.49	1.37	1.47	1.63	1.78
20:34:00	1.39	1.48	1.77	3.25	1.60	1.57	1.15	1.77	2.05	1.49	1.36	1.78	1.59	1.71
20:35:00	1.40	1.50	1.74	2.01	1.74	1.53	1.42	1.78	2.06	1.50	1.24	1.78	1.59	1.64
20:36:00	1.39	1.65	1.74	4.79	1.74	1.53	1.50	1.77	2.01	1.27	1.23	1.77	1.58	1.84
20:37:00	1.38	1.64	1.76	2.01	1.73	1.18	1.57	1.65	1.83	1.46	1.24	1.78	1.58	1.60
20:38:00	1.38	1.61	1.72	2.00	3.93	1.18	1.64	1.65	1.71	1.43	1.43	1.91	1.58	1.78
20:39:00	1.38	1.61	1.60	3.24	1.73	1.18	1.87	1.44	1.69	1.43	1.42	1.91	1.58	1.70
20:40:00	1.37	1.63	1.58	1.99	1.73	1.18	1.91	1.43	1.62	1.43	1.41	1.90	1.58	1.60
20:41:00	1.21	1.64	1.44	4.01	1.58	1.46	1.51	1.42	1.56	1.61	1.41	1.68	1.58	1.70
20:42:00	1.21	1.63	1.42	3.81	1.58	1.41	1.49	1.42	1.46	1.87	1.41	1.49	1.46	1.67

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
20:43:00	1.36	1.45	1.43	1.98	1.57	1.40	1.50	1.43	1.64	1.82	1.41	1.49	1.46	1.53
20:44:00	1.35	1.45	1.29	1.99	3.41	1.40	1.49	1.61	1.61	1.58	1.41	1.33	1.46	1.64
20:45:00	1.35	1.23	1.29	1.98	1.65	1.58	1.80	3.40	1.40	1.59	1.03	1.33	1.46	1.62
20:46:00	1.34	1.24	1.29	1.98	1.45	1.55	1.77	3.54	1.58	1.58	1.16	1.33	1.31	1.62
20:47:00	1.34	1.24	1.27	4.16	1.45	1.55	1.61	3.60	1.57	1.58	1.17	1.47	1.50	1.81
20:48:00	1.48	1.24	1.29	3.79	1.46	1.55	1.61	3.16	1.57	2.01	1.34	1.43	1.79	1.82
20:49:00	1.48	1.22	1.34	1.97	3.60	1.54	1.60	1.83	1.57	1.79	1.31	1.21	2.48	1.76
20:50:00	1.47	1.13	1.29	1.87	1.25	1.72	1.60	2.73	1.56	1.79	1.31	1.21	3.12	1.70
20:51:00	1.13	1.13	1.30	1.81	1.42	1.72	1.60	2.76	1.56	1.77	1.30	1.21	3.20	1.69
20:52:00	1.13	1.55	1.30	1.80	1.48	1.73	1.59	2.61	1.55	1.77	1.56	1.21	1.31	1.58
20:53:00	1.12	1.48	1.31	1.80	1.42	1.73	1.59	2.56	1.55	1.78	1.54	1.48	1.49	1.60
20:54:00	1.30	1.49	1.48	3.99	1.41	1.73	1.47	2.56	1.39	1.78	1.54	1.43	1.48	1.77
20:55:00	1.27	1.49	1.45	1.79	3.46	1.72	1.46	1.49	1.39	1.78	1.31	1.44	1.48	1.66
20:56:00	1.27	1.48	1.45	2.68	1.46	1.72	1.47	1.50	1.65	1.50	1.31	1.43	1.48	1.57
20:57:00	1.27	1.64	1.22	1.78	1.66	1.72	1.47	1.50	1.61	1.50	1.31	1.44	1.47	1.51
20:58:00	1.60	1.62	1.24	1.76	1.47	1.55	1.47	1.49	1.61	1.50	1.30	1.44	1.26	1.49
20:59:00	1.52	1.60	1.22	1.76	1.52	1.55	1.46	1.49	1.62	1.50	1.58	1.43	1.41	1.51

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
21:00:00	1.48	1.61	1.24	3.91	3.65	1.55	1.40	1.49	1.62	1.49	1.53	1.43	1.40	1.83
21:01:00	1.48	1.48	1.24	1.75	3.08	1.70	1.25	1.49	1.61	1.49	1.53	1.43	1.58	1.62
21:02:00	1.26	1.48	2.34	1.75	1.24	1.69	1.25	1.50	1.62	1.49	1.67	1.43	1.38	1.55
21:03:00	1.33	1.52	1.49	2.88	1.33	1.54	1.10	3.48	1.75	1.50	1.66	1.43	1.38	1.72
21:04:00	1.33	1.57	1.63	1.90	1.25	1.54	1.10	3.31	1.60	1.50	1.67	1.43	1.37	1.63
21:05:00	1.32	1.81	1.77	1.88	1.69	1.53	1.10	2.69	1.60	1.49	1.66	1.43	1.37	1.64
21:06:00	1.60	1.81	1.76	3.85	3.77	1.32	1.37	1.65	1.60	1.49	1.65	1.42	1.37	1.90
21:07:00	1.55	1.88	2.04	3.75	1.63	1.30	1.10	1.43	1.59	1.50	1.49	1.80	1.51	1.74
21:08:00	1.55	2.09	1.98	1.91	1.64	1.30	1.10	1.45	1.73	1.49	1.47	1.76	1.66	1.62
21:09:00	1.55	2.13	1.79	1.89	1.63	1.18	1.10	1.42	1.72	1.48	1.47	1.75	1.63	1.60
21:10:00	1.38	1.95	1.81	3.08	1.84	1.18	1.27	1.42	1.71	1.48	1.52	1.74	1.61	1.69
21:11:00	1.38	2.01	1.81	1.93	1.77	1.18	1.56	1.42	1.70	1.67	1.52	1.74	1.60	1.64
21:12:00	1.23	1.90	1.77	1.90	3.93	1.44	1.49	1.45	1.58	1.65	1.52	1.62	1.59	1.77
21:13:00	1.22	1.88	1.67	3.81	1.76	1.41	1.50	1.72	1.58	1.65	1.52	1.62	2.98	1.87
21:14:00	1.22	1.95	1.45	1.89	1.77	1.18	1.50	1.87	1.57	1.65	1.51	1.60	2.18	1.64
21:15:00	1.22	1.87	1.44	1.69	1.75	1.18	1.49	1.84	1.57	1.44	1.51	1.60	3.44	1.70
21:16:00	1.22	1.88	1.44	1.84	1.74	1.17	1.48	1.62	1.60	1.44	1.51	1.59	3.44	1.69

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
21:17:00	1.37	1.91	1.32	1.97	1.80	1.18	1.48	1.60	1.77	1.44	1.35	1.58	1.69	1.57
21:18:00	1.36	2.18	1.33	2.12	3.62	1.60	1.33	1.61	1.81	1.44	1.33	1.59	1.58	1.76
21:19:00	1.35	2.12	1.60	4.31	1.62	1.61	1.33	1.60	1.90	1.42	1.33	1.37	1.59	1.78
21:20:00	1.35	2.01	1.51	2.09	1.81	1.57	1.48	3.38	1.91	1.43	1.33	1.37	1.58	1.76
21:21:00	1.48	1.91	1.50	2.09	1.79	1.57	1.47	2.30	2.01	1.42	1.23	1.37	1.58	1.67
21:22:00	1.47	1.84	1.49	1.95	1.77	1.57	1.47	1.85	2.00	1.42	1.23	1.36	1.57	1.61
21:23:00	1.47	1.70	1.51	1.91	1.77	1.57	1.46	1.66	2.01	1.57	1.23	1.25	1.42	1.58
21:24:00	1.46	1.71	1.49	1.91	3.82	1.56	1.46	1.65	1.90	1.57	1.02	1.24	1.60	1.72
21:25:00	1.33	1.75	1.47	3.69	1.62	1.56	1.62	1.64	1.65	1.56	1.02	1.24	1.60	1.67
21:26:00	1.33	1.82	1.48	3.74	1.61	1.55	1.61	1.63	1.56	1.82	1.02	1.35	1.48	1.69
21:27:00	1.32	1.91	1.48	1.85	1.45	1.55	1.61	1.64	1.50	1.77	1.02	1.34	1.48	1.53
21:28:00	1.32	1.79	1.48	1.84	1.48	1.55	1.48	1.64	1.50	1.78	1.02	1.32	1.48	1.51
21:29:00	1.12	1.74	1.47	1.88	1.24	1.53	1.48	1.64	1.50	1.78	1.02	1.31	1.47	1.48
21:30:00	1.11	1.61	1.47	1.53	3.28	1.53	1.48	1.63	1.50	1.77	1.20	1.09	1.47	1.59
21:31:00	1.11	1.48	1.67	1.53	3.15	1.54	1.48	1.49	1.77	1.76	1.18	1.09	1.47	1.59
21:32:00	1.29	1.47	1.64	3.44	1.24	1.54	1.48	1.49	1.76	1.64	1.18	1.09	1.31	1.58
21:33:00	1.29	1.46	1.66	1.52	1.24	1.68	1.47	1.49	1.74	1.53	1.17	1.09	1.31	1.43

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
21:34:00	1.28	1.64	1.43	1.52	1.25	1.68	1.46	1.49	1.74	1.53	1.17	1.36	1.08	1.43
21:35:00	1.35	1.62	1.41	1.52	1.31	1.68	1.46	1.50	1.73	1.53	1.45	1.31	1.23	1.47
21:36:00	1.35	1.49	1.42	1.52	3.69	1.67	1.47	1.49	1.73	1.54	1.39	1.31	1.23	1.64
21:37:00	1.32	1.27	1.43	1.51	3.31	1.67	1.46	1.49	1.72	1.38	1.54	1.32	1.23	1.59
21:38:00	1.31	1.51	1.40	3.60	1.55	1.67	1.25	1.63	1.87	1.38	1.54	1.32	1.22	1.63
21:39:00	1.15	1.43	1.54	1.55	1.26	1.66	1.25	1.64	1.86	1.38	1.53	1.50	1.22	1.46
21:40:00	1.41	1.28	1.52	1.52	1.24	1.66	1.25	1.62	1.86	1.56	1.53	1.64	3.09	1.63
21:41:00	1.37	1.40	1.52	1.52	1.25	1.66	1.25	1.62	1.86	1.56	1.52	1.62	2.39	1.58
21:42:00	1.37	1.41	1.50	1.52	1.32	1.39	1.45	2.97	1.85	1.56	1.52	1.61	2.32	1.68
21:43:00	1.37	1.41	1.47	1.52	3.35	1.18	1.28	2.70	1.70	1.56	1.70	1.61	3.48	1.87
21:44:00	1.37	1.71	1.75	3.60	1.51	1.18	1.28	2.41	1.70	1.55	1.69	1.60	3.26	1.89
21:45:00	1.36	1.65	1.72	3.37	1.68	1.36	1.54	2.33	1.70	1.55	1.68	1.60	1.47	1.77
21:46:00	1.37	1.67	1.70	1.56	1.62	1.36	1.50	1.79	1.68	1.55	1.56	1.60	1.25	1.55
21:47:00	1.37	1.65	1.56	1.69	1.79	1.34	1.49	1.66	1.55	1.54	1.56	1.43	1.24	1.53
21:48:00	1.36	1.68	1.57	1.87	1.93	1.34	1.26	1.66	1.74	1.38	1.69	1.58	1.24	1.56
21:49:00	1.36	1.64	1.41	1.85	4.17	1.34	1.10	1.44	1.74	1.38	1.53	1.72	1.24	1.69
21:50:00	1.36	1.64	1.40	1.56	1.92	1.33	1.10	1.44	1.73	1.39	1.36	1.72	1.52	1.50

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
21:51:00	1.51	1.62	1.29	3.74	1.91	1.33	1.10	1.45	1.53	1.38	1.36	1.70	1.49	1.65
21:52:00	2.29	1.62	1.29	1.68	1.91	1.35	1.10	1.28	1.50	1.17	1.36	1.70	1.62	1.53
21:53:00	1.63	1.62	1.29	1.72	1.77	1.19	1.37	1.46	1.50	1.18	1.37	1.70	1.61	1.49
21:54:00	1.48	1.60	1.29	1.67	1.76	1.46	1.47	1.44	1.50	1.18	1.37	1.71	1.61	1.50
21:55:00	1.46	1.61	1.29	1.50	1.59	1.40	1.47	1.70	1.49	1.18	1.37	1.71	1.77	1.50
21:56:00	1.46	1.50	1.30	1.70	3.71	1.41	1.46	1.66	1.33	1.18	1.36	1.71	1.77	1.66
21:57:00	1.45	1.36	1.29	3.40	1.59	1.41	1.46	1.65	1.34	1.17	1.36	1.70	1.76	1.61
21:58:00	1.45	1.36	1.30	3.38	1.59	1.41	1.45	1.66	1.60	1.36	1.35	1.57	1.76	1.63
21:59:00	1.32	1.35	1.29	1.36	1.59	1.41	1.45	1.66	1.55	1.88	1.35	1.36	1.75	1.49
22:00:00	1.31	1.36	1.49	1.41	1.59	1.40	1.44	1.43	1.55	1.83	1.15	1.37	1.74	1.47
22:01:00	1.11	1.16	1.47	1.64	1.59	1.40	1.44	1.43	1.32	1.82	1.15	1.37	1.74	1.43
22:02:00	1.30	1.31	1.47	1.60	1.59	1.40	1.44	1.45	1.23	1.59	1.14	1.36	1.74	1.43
22:03:00	1.29	1.48	1.47	1.59	3.62	1.40	1.31	1.44	1.23	1.59	1.14	1.36	1.42	1.56
22:04:00	1.28	1.46	1.46	3.74	1.59	1.40	1.32	1.73	1.22	1.58	1.14	1.36	3.30	1.74
22:05:00	1.28	1.46	1.46	1.44	1.44	1.58	1.47	1.69	1.65	1.58	1.14	1.36	2.95	1.58
22:06:00	1.29	1.45	1.45	1.43	1.44	1.70	1.47	3.49	1.61	1.57	1.14	1.47	1.90	1.65
22:07:00	1.18	1.45	1.51	1.48	1.45	1.68	1.46	2.81	1.61	1.84	1.40	1.44	1.57	1.61



ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
22:08:00	1.01	1.70	1.46	1.44	1.25	1.67	1.47	3.56	1.61	1.65	1.34	1.44	2.40	1.69
22:09:00	1.27	1.50	1.25	1.44	1.25	1.66	1.46	2.62	1.60	1.66	1.12	1.20	1.42	1.50
22:10:00	1.23	1.37	1.25	1.49	3.25	1.66	1.46	1.68	1.60	1.83	1.12	1.19	1.56	1.59
22:11:00	1.22	1.38	2.25	3.60	1.26	1.66	1.46	1.67	1.60	1.82	2.37	1.20	1.45	1.76
22:12:00	1.01	1.37	1.39	1.58	1.25	1.66	1.46	1.51	1.60	1.82	1.28	1.38	1.45	1.44
22:13:00	1.01	1.37	1.52	1.63	1.26	1.84	1.65	1.52	1.74	1.81	2.64	1.61	1.44	1.62
22:14:00	1.01	1.50	1.52	1.65	1.26	1.83	1.64	1.66	1.74	1.81	1.67	1.51	1.44	1.56
22:15:00	1.01	1.50	1.52	1.56	1.26	1.70	1.64	1.65	1.73	1.81	1.82	1.48	1.22	1.53
22:16:00	1.28	1.45	1.77	1.56	1.26	1.49	1.63	1.84	1.73	1.81	1.81	1.48	1.22	1.56
22:17:00	1.23	1.46	1.72	1.57	3.63	1.49	1.63	1.80	1.72	1.49	1.80	1.48	1.22	1.71
22:18:00	1.23	1.46	1.72	1.75	1.65	1.49	1.64	1.80	1.72	1.48	1.79	1.48	1.22	1.57
22:19:00	1.39	1.48	1.72	3.68	2.71	1.50	1.43	1.80	1.89	1.49	1.79	1.48	1.11	1.81
22:20:00	1.38	1.63	1.71	1.73	1.79	1.32	1.27	1.80	1.91	1.48	1.78	1.30	1.11	1.55
22:21:00	1.36	1.62	1.68	1.78	1.79	1.32	1.27	1.79	1.89	1.48	1.67	1.30	1.11	1.54
22:22:00	1.36	1.61	1.55	1.71	1.77	1.32	1.11	1.67	1.76	1.48	1.55	1.31	1.36	1.50
22:23:00	1.36	1.60	1.56	1.71	1.77	1.17	1.11	1.50	1.76	1.48	1.38	1.30	1.32	1.46
22:24:00	1.50	1.62	1.45	1.55	1.67	1.43	1.12	1.50	1.61	1.48	1.38	1.30	1.49	1.47

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
22:25:00	1.64	1.60	1.45	1.54	3.50	1.39	1.35	1.50	1.60	1.48	1.38	1.45	1.26	1.63
22:26:00	1.64	1.39	1.45	3.53	1.59	1.40	1.11	1.50	1.60	1.48	1.37	1.45	1.44	1.61
22:27:00	1.62	1.39	1.27	1.65	1.58	1.17	1.11	1.50	1.56	1.48	1.37	1.45	1.45	1.43
22:28:00	1.61	1.28	1.29	1.70	1.52	1.17	1.13	1.50	1.57	1.48	1.37	1.62	3.33	1.58
22:29:00	1.60	1.28	1.48	1.61	1.63	1.17	2.23	1.49	1.56	1.48	1.37	1.59	2.98	1.65
22:30:00	1.59	1.28	1.47	1.61	1.61	1.17	2.53	1.50	1.57	1.48	1.23	1.58	2.95	1.66
22:31:00	1.77	1.28	1.48	1.61	1.66	1.44	2.50	1.50	1.37	1.48	1.23	1.58	3.55	1.73
22:32:00	1.78	1.47	1.46	1.60	3.56	1.39	2.53	1.28	1.37	1.27	1.23	1.58	1.65	1.71
22:33:00	1.64	1.72	1.47	4.01	1.60	1.39	1.49	1.28	1.37	1.27	1.23	1.57	1.66	1.67
22:34:00	1.63	1.66	1.46	1.69	1.61	1.39	1.49	1.45	1.37	1.28	1.22	1.45	1.46	1.47
22:35:00	1.63	1.66	1.24	1.74	1.68	1.39	1.49	1.43	1.37	1.42	1.22	1.46	1.46	1.48
22:36:00	1.48	1.44	1.08	1.69	1.61	1.39	1.48	1.43	1.36	1.42	1.22	1.45	1.60	1.43
22:37:00	1.47	1.58	1.09	1.48	1.60	1.39	1.36	1.43	1.36	1.41	1.22	1.46	1.60	1.42
22:38:00	0.99	1.27	1.07	1.48	1.60	1.38	1.35	1.69	1.36	1.40	1.01	1.45	1.60	1.36
22:39:00	1.00	1.25	1.09	1.49	3.74	1.53	1.36	1.66	1.37	1.58	1.01	1.23	1.59	1.53
22:40:00	1.00	1.53	1.07	1.48	3.45	1.53	1.35	1.66	1.36	1.75	1.02	1.24	1.59	1.54
22:41:00	1.00	1.48	1.08	3.77	1.60	1.72	1.35	1.65	1.63	1.73	1.01	1.24	1.59	1.60

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
22:42:00	1.00	1.48	1.35	1.63	1.43	1.70	1.35	1.65	1.58	1.94	1.02	1.38	1.58	1.47
22:43:00	0.99	1.45	1.31	1.60	1.40	1.69	1.35	1.43	1.56	1.85	1.01	1.37	1.43	1.42
22:44:00	0.99	1.46	1.29	1.60	1.39	1.69	1.69	1.42	1.57	1.81	1.02	1.35	1.43	1.44
22:45:00	1.00	1.34	1.46	1.44	1.39	1.86	1.69	1.42	1.75	1.82	1.21	1.55	1.43	1.49
22:46:00	1.26	1.33	1.45	1.48	1.44	1.82	1.68	2.47	1.71	1.81	1.28	1.40	1.56	1.59
22:47:00	1.23	1.47	1.43	1.44	3.61	1.82	1.68	2.93	1.70	1.65	1.24	1.39	1.56	1.78
22:48:00	1.21	1.46	1.75	1.62	3.11	1.53	2.72	1.86	1.85	1.60	1.54	1.38	1.56	1.78
22:49:00	1.21	1.48	1.72	3.65	1.76	1.53	2.71	2.06	1.84	1.52	1.33	1.38	1.55	1.83
22:50:00	0.99	1.46	1.72	1.60	1.64	1.53	1.67	2.05	1.84	1.52	1.46	1.64	2.16	1.64
22:51:00	1.00	1.46	1.72	1.60	1.63	1.53	1.66	2.05	2.01	1.51	1.45	1.59	2.43	1.66
22:52:00	0.99	1.45	1.71	1.60	1.41	1.55	1.50	2.94	2.02	1.52	1.63	1.59	3.40	1.79
22:53:00	1.00	1.46	1.69	1.60	1.41	1.54	1.50	3.91	2.00	1.53	1.88	1.42	3.40	1.87
22:54:00	1.26	1.44	1.69	1.43	1.24	1.34	1.49	2.20	1.99	1.53	1.82	1.43	1.21	1.54
22:55:00	1.21	1.44	1.68	1.43	3.55	1.34	1.28	3.76	1.99	1.53	1.81	1.43	1.09	1.81
22:56:00	1.35	1.43	1.55	1.49	1.63	1.34	1.28	1.85	1.99	1.53	1.64	1.43	1.09	1.51
22:57:00	1.34	1.80	1.44	3.51	1.63	1.34	1.28	1.72	1.86	1.38	1.64	1.42	1.09	1.65
22:58:00	1.34	1.90	1.44	1.43	1.60	1.34	1.28	1.72	1.86	1.38	1.51	1.43	1.28	1.50

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
22:59:00	1.49	1.95	1.62	1.43	1.59	1.34	1.28	1.72	1.69	1.38	1.51	1.43	1.27	1.52
23:00:00	1.47	1.43	1.39	1.63	1.71	1.33	1.28	1.72	1.68	1.38	1.50	1.42	1.26	1.48
23:01:00	1.79	1.67	1.40	1.57	1.58	1.60	1.28	1.70	1.68	1.38	1.50	1.56	1.26	1.54
23:02:00	1.78	1.67	1.39	1.69	1.58	1.18	1.13	1.50	1.69	1.37	1.50	1.56	1.26	1.48
23:03:00	1.77	1.64	1.39	1.72	3.63	1.19	1.02	1.50	1.68	1.38	1.49	1.56	1.26	1.63
23:04:00	1.76	1.44	1.39	1.48	1.53	1.19	1.17	1.50	1.58	1.38	1.49	1.55	1.25	1.44
23:05:00	1.76	1.45	1.21	3.58	1.45	1.19	1.18	1.50	1.53	1.38	1.49	1.54	1.68	1.61
23:06:00	1.77	2.23	1.09	1.47	1.45	1.45	2.51	1.76	1.33	1.17	1.49	1.55	1.47	1.60
23:07:00	1.48	2.18	1.09	1.54	1.46	1.39	1.37	1.68	1.33	1.17	1.49	1.55	1.46	1.48
23:08:00	1.47	2.12	1.38	1.54	1.46	1.39	1.39	1.69	1.33	1.16	1.47	1.54	1.46	1.49
23:09:00	1.36	2.14	1.32	1.51	1.47	1.59	1.38	1.68	1.33	1.16	1.47	1.69	1.46	1.50
23:10:00	1.36	2.15	1.32	1.50	1.62	1.57	1.38	1.69	1.33	1.33	1.46	1.55	1.46	1.52
23:11:00	1.35	2.50	1.32	1.78	1.68	1.56	1.38	1.68	1.23	1.47	1.32	1.55	1.96	1.60
23:12:00	1.36	1.63	1.30	1.71	3.67	1.56	1.25	1.68	1.22	1.47	1.32	1.55	3.30	1.77
23:13:00	1.35	1.63	1.32	1.70	1.60	1.71	1.25	1.67	1.50	1.46	1.32	1.55	2.16	1.56
23:14:00	1.36	1.39	1.29	3.64	1.60	1.69	1.24	1.46	1.45	1.46	1.32	1.34	3.32	1.74
23:15:00	1.35	2.03	1.32	1.48	1.66	1.69	2.29	1.47	1.45	1.59	1.32	1.23	1.45	1.56

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
23:16:00	1.15	1.91	1.34	1.48	1.77	1.52	1.39	3.31	1.45	1.58	1.32	1.24	1.45	1.61
23:17:00	1.15	1.79	1.31	1.48	1.78	1.51	1.38	3.30	1.23	1.68	1.11	1.24	1.46	1.57
23:18:00	1.00	1.74	1.45	1.86	1.84	1.52	1.40	3.48	1.23	1.65	1.11	1.23	1.45	1.61
23:19:00	1.01	1.71	1.45	1.90	1.77	1.51	1.39	3.47	1.22	1.50	1.10	1.42	1.46	1.61
23:20:00	1.00	1.70	1.42	1.88	3.28	1.51	1.39	1.61	1.23	1.51	1.01	1.41	1.46	1.57
23:21:00	0.99	1.69	1.43	1.87	3.40	1.38	1.39	1.88	1.50	1.67	1.02	1.67	1.76	1.67
23:22:00	0.99	1.53	1.55	1.85	1.63	1.38	1.39	1.83	1.46	1.65	1.20	1.66	1.75	1.53
23:23:00	1.25	1.51	1.56	3.94	1.38	1.39	1.22	1.83	1.94	1.64	1.18	1.62	1.74	1.71
23:24:00	1.23	1.47	1.55	1.85	1.37	1.57	1.21	1.98	1.79	1.64	1.43	1.63	1.59	1.56
23:25:00	1.21	1.51	1.55	1.75	1.37	1.54	1.38	1.80	1.76	1.64	1.43	1.40	1.58	1.53
23:26:00	0.99	1.63	1.60	1.53	1.40	1.54	1.37	1.79	1.93	1.64	1.55	1.23	1.58	1.52
23:27:00	1.13	1.59	1.33	1.53	1.48	1.53	1.37	1.78	1.90	1.64	1.49	1.08	1.58	1.49
23:28:00	1.13	1.68	1.69	1.53	1.48	1.53	1.50	1.78	1.90	1.63	1.31	1.08	1.57	1.52
23:29:00	1.13	1.63	1.65	1.49	1.53	1.32	1.50	1.77	1.90	1.63	1.14	1.35	1.35	1.49
23:30:00	1.12	1.70	1.41	1.42	3.33	1.32	1.50	1.77	1.89	1.62	1.14	1.31	1.42	1.61
23:31:00	1.57	1.86	1.42	1.42	1.37	1.32	1.28	1.76	1.73	1.62	1.14	1.31	2.35	1.55
23:32:00	1.50	1.91	1.39	1.42	1.37	1.32	1.28	1.64	1.61	1.62	1.40	1.30	2.24	1.54

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
23:33:00	1.65	1.81	1.65	3.53	1.46	1.32	1.27	1.48	1.61	1.62	1.35	1.30	2.31	1.72
23:34:00	1.64	1.82	1.50	1.42	1.36	1.32	1.27	1.48	1.61	1.62	2.65	1.31	2.22	1.63
23:35:00	1.63	1.78	1.44	1.57	1.62	1.32	1.26	1.48	1.61	1.62	1.38	1.30	2.29	1.56
23:36:00	1.63	1.86	1.48	1.66	1.58	1.57	1.26	3.34	1.62	1.62	1.38	1.29	1.64	1.69
23:37:00	1.44	1.73	1.24	1.56	1.62	1.74	1.26	2.74	1.75	1.62	1.37	1.45	1.43	1.61
23:38:00	1.44	1.79	1.23	1.55	1.45	1.71	1.67	2.02	1.74	1.62	1.38	1.44	1.43	1.57
23:39:00	1.44	1.78	1.23	1.55	3.48	1.71	1.63	3.35	1.74	1.47	1.37	1.43	1.10	1.79
23:40:00	1.32	1.85	1.23	1.58	1.50	1.49	1.62	1.49	1.73	1.26	1.37	1.43	1.10	1.46
23:41:00	1.20	1.89	1.48	1.34	1.45	1.33	1.61	1.49	1.74	1.45	1.37	1.42	1.10	1.45
23:42:00	1.19	2.17	1.45	1.34	1.44	1.34	1.23	1.27	1.73	1.44	1.37	1.42	1.10	1.42
23:43:00	1.37	2.05	1.45	1.62	1.44	1.33	1.23	1.28	1.74	1.44	1.37	1.56	1.37	1.48
23:44:00	1.35	2.03	1.44	1.22	1.53	1.43	1.23	1.27	1.73	1.44	1.37	1.56	1.31	1.45
23:45:00	1.35	2.15	1.44	3.17	1.44	1.38	1.22	1.27	1.36	1.44	1.37	1.43	1.51	1.58
23:46:00	1.35	2.21	1.30	1.22	1.61	1.54	1.37	1.27	1.35	1.43	1.37	1.42	1.48	1.46
23:47:00	1.34	2.39	1.30	1.28	1.63	1.53	1.31	1.27	1.34	1.84	1.50	1.41	1.47	1.51
23:48:00	1.34	2.51	1.29	1.22	3.75	1.53	1.51	1.54	1.34	1.64	1.50	1.41	1.47	1.70
23:49:00	1.34	2.48	1.29	1.66	1.61	1.52	1.50	1.51	1.34	1.63	1.50	1.60	1.47	1.57

ตาราง 24 (ต่อ)

Time	วันที่เก็บข้อมูล													Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
23:50:00	1.34	2.87	1.27	1.78	1.61	1.51	1.49	1.88	1.34	1.40	1.49	1.56	1.47	1.62
23:51:00	1.33	2.83	1.44	1.90	1.70	1.51	1.49	1.83	1.33	1.40	1.49	1.57	1.46	1.64
23:52:00	1.14	2.86	1.43	1.67	1.77	1.52	1.48	1.83	1.59	1.40	1.49	1.75	1.47	1.65
23:53:00	1.14	2.80	1.42	1.66	1.59	1.51	1.48	1.82	1.55	1.41	1.35	1.52	1.46	1.59
23:54:00	1.13	2.86	1.42	1.73	1.59	1.39	1.48	3.58	1.56	1.67	1.35	1.53	3.36	1.90
23:55:00	1.14	2.86	1.42	3.68	1.69	1.39	1.31	1.81	1.33	1.52	1.52	1.53	1.46	1.74
23:56:00	1.14	2.84	1.54	1.76	1.59	1.39	1.31	3.67	1.52	1.50	1.32	1.53	3.37	1.88
23:57:00	1.14	3.25	1.56	1.71	1.59	1.39	1.31	2.34	1.50	1.50	1.31	1.53	1.61	1.67
23:58:00	1.14	3.26	1.74	1.71	3.44	1.39	1.31	1.64	1.51	1.50	1.31	1.53	3.51	1.92
23:59:00	1.28	3.39	1.72	1.70	1.38	1.39	1.31	2.68	1.93	1.39	1.30	1.35	1.60	1.72

## ภาคผนวก ข โค้ดโปรแกรมอุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้า

### \*\*\*Code Program\*\*\*

```

#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#define I2C_ADDR 0x3f
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define Relay1 2
#define Relay2 3
#define Relay3 4
#define Relay4 5
#define Relay5 6
#define CampSensor A0
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,2,1,0,4,5,6,7);
EnergyMonitor emon1;
float AmpCut = 0.84, //ตั้งปิด
AmpCut2 = 0.42; //ตั้งเปิด
int countRound = 0; //นับรอบ
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  emon1.current(CampSensor, 85.9);
  lcd.begin (20,4);
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home ();
  for(int i =2;i<=5;i++){
  pinMode(i,OUTPUT);

```



```
digitalWrite(i,LOW);}
digitalWrite(Relay5,HIGH);
pinMode(CampSensor,INPUT);}
void loop() {
double Irms2 = emon1.calcIrms(1480);
Irms2 = Irms2-0.41;
if(Irms2 < 0){Irms2 = 0;}
if(countRound == 0){
double Irms = emon1.calcIrms(1480);
Irms = Irms-0.41;
delay(1000);
if(Irms >= AmpCut){
digitalWrite(Relay1,HIGH);
countRound = countRound + 1;
}
}
if(countRound == 1){
double Irms = emon1.calcIrms(1480);
Irms = Irms-0.41;
delay(1000);
if(Irms >= AmpCut){
digitalWrite(Relay2,HIGH);
countRound = countRound + 1;
delay(1000);
}
}
if(Irms <= AmpCut2){
digitalWrite(Relay1,LOW);
digitalWrite(Relay2,LOW);
digitalWrite(Relay3,LOW);
digitalWrite(Relay5,HIGH);
```

```
countRound = 0;
}
}
if(countRound == 2){
double Irms = emon1.calcIrms(1480);
Irms = Irms-0.41;
delay(1000);
if(Irms >= AmpCut){
digitalWrite(Relay3,HIGH);
countRound = countRound + 1;
}
if(Irms <= AmpCut2){
digitalWrite(Relay1,LOW);
digitalWrite(Relay2,LOW);
digitalWrite(Relay3,LOW);
digitalWrite(Relay5,HIGH);
countRound = 0;
}
}
if(countRound == 3){
double Irms = emon1.calcIrms(1480);
Irms = Irms-0.41;
delay(1000);
if(Irms <= AmpCut2){
digitalWrite(Relay1,LOW);
digitalWrite(Relay2,LOW);
digitalWrite(Relay3,LOW);
digitalWrite(Relay5,HIGH);
countRound = 0;
}
}
```

```
}  
lcd.setCursor(4,3);  
lcd.print("Irms :");  
lcd.setCursor(11,3);  
lcd.print(Irms2);  
lcd.setCursor(15,3);  
lcd.print(" A");  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Smart Energy Control");  
Serial.println();  
Serial.print("Irms :"); // I  
Serial.print(Irms2);  
Serial.print(" A");  
delay(1000);  
}
```





อธิธานศัพท์

### อภิธานศัพท์

Smart Energy Control	อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สำหรับการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติของระบบการบริหารจัดการใช้พลังงานของอาคาร
Regression Model	รูปแบบการพยากรณ์การใช้พลังงานโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการจำลอง
Microcontroller	เครื่องมือสำหรับการเขียนโปรแกรมในการควบคุมของอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายจรูญ คนแรง
วัน เดือน ปี เกิด	15 มิถุนายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
วุฒิการศึกษา	ค.อ.ม. สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2550 ค.อ.บ. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า-กำลัง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเชียงราย, 2547
ที่อยู่ปัจจุบัน	192/259 หมู่บ้านรัตนบุรี ซอย3-3 หมู่ 11 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย 57210
ผลงานตีพิมพ์	จรูญ คนแรง, ดร.บุญวัฒน์ วิจารณ์พล, รศ.ดร.วัฒน์พงศ์ รักษ์วิเชียร และผศ.ดร.วัชระ วงศ์ปัญญา (2018). ดีมานด์ เรสปอนส์ อัลกอริทึม สำหรับระบบการจัดการพลังงานในอาคาร.วารสารการวิจัยกาสะลอง คำ, 12(1), 1-10.  Jarun Khonrang, Bunyawat Vichanpol, Wattanapong Rakwichian, Watchara Wongpanyo and Chatkaew chailuecha (2017). Demand Respond Algorithm for Energy Management Design. Journal of Perspectives on Development, 5(2), 74-82.  Jarun Khonrang, Mingkwan Somphruek, Wattanapong Rakwichian, Bunyawat Vichanpol, Watchara Wongpanyo and Thanawut Thanavanich (Speker).(4-6 December 2017). Smart Energy Control for Building Energy Management. in The 3rd ASEAN Smart Grid Congress and The 5th International Conference on Sustainable Energy. (93 – 97) Vietnam: Ho Chi Minh City.