

ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยพะเยา



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

เมษายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยพะเยา



สุรศักดิ์ ใจหลัก

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

เมษายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

POWER MONITORING SYSTEM OF SCHOOL OF ENERGY AND ENVIRONMENT  
UNIVERSITY OF PHAYAO



A Thesis Submitted to University of Phayao  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Master of Science Degree in Energy Management and Smart Grid Technology  
April 2022  
Copyright 2022 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยพะเยา

ของ สุรศักดิ์ ใจหลัก

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงานและสมรรถกิริยา

เทคโนโลยี

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกฤษณ์ สุมิตสวรรค์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร. สุรัตน์ เศษโพธิ์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพรัตน์ เกตุขาว)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ดร. ประเมษฐ์ สิทธิสันต์)

..... คณบดีคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ต๋องพงศ์ กรีธาชาติ)

<b>เรื่อง:</b>	ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา
<b>ผู้วิจัย:</b>	สุรศักดิ์ ใจหลัก, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (การจัดการพลังงานและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา:</b>	ดร. สุรรัตน์ เศษโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ เกตุขาว
<b>คำสำคัญ:</b>	ระบบบริหารจัดการไฟฟ้า, การลดการใช้ไฟฟ้า, ก๊าซเรือนกระจก

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ตามบริบทการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยการสำรวจจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าและจำนวนชั่วโมงเวลาการทำงาน ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าและแสดงผลแบบ เรียลไทม์ผ่านเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เก็บข้อมูลและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังจากติดตั้งระบบเป็นเวลา 1 ปี ระหว่างเดือน เมษายน 2563 ถึง มีนาคม 2564 ผลการสำรวจจำนวนและชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่า การใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ระบบปรับอากาศภายในคณะ คิดเป็นร้อยละ 86 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด โดยพื้นที่ชั้น 2 มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด ซึ่งผลจากการสำรวจผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดไฟฟ้าจำนวน 4 จุด โดยแบ่งการติดตามการใช้ไฟฟ้าตามกลุ่มของผู้ใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มสำนักงานคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม กลุ่มนิสิต และกลุ่มนักวิจัยผลการติดตามข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในระยะเวลา 1 ปี พบว่า การใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 237,445.29 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่าย 409,167.04 บาท และมีปล่อยก๊าซเรือนกระจก 59,221.40 kgCO<sub>2</sub>e เดือนพฤษภาคม 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดเท่ากับ 13,789.23 kWh เดือนกุมภาพันธ์ 2564 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 6,651.39 kWh เมื่อพิจารณาช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง (On peak) คือ เป็นช่วงวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 09.00 – 22.00 น. ซึ่งสอดคล้องกับบริบทการทำงานของหน่วยงานราชการ มากไปกว่านั้นยังพบว่า บริเวณ ชั้น 1 และ ชั้น 4 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมนั้น มีการทำงานในช่วงนอกเวลาบ่อย ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ (Off peak) มีค่าใกล้เคียงกับช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง (On peak) การลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศโดยการลดชั่วโมงการเปิดเครื่องปรับอากาศลงวันละ 2 ชั่วโมง และ การปิดหลอดไฟเมื่อไม่ใช้งานโดยการปิดไฟตอนเที่ยงวันละ 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ 1,500 kWh/เดือน และ 28 kWh/เดือน ตามลำดับส่งผลให้ค่าใช้จ่ายและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมลดลงตามไปด้วย การออกแบบติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า ทำให้คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมทราบถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่ และสามารถดำเนินนโยบายการลดการใช้พลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรมรวมถึงสามารถกำหนดเป้าหมาย พื้นที่ และตำแหน่ง การลดการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม

**Title:** POWER MONITORING SYSTEM OF SCHOOL OF ENERGY AND ENVIRONMENT  
UNIVERSITY OF PHAYAO

**Author:** Surasak Jailak, Thesis: M.Sc. (Energy Management and Smart Grid Technology), University of Phayao, 2021

**Advisor:** Dr. Surat Sedpho Co–advisor Assistant Professor Dr.Nopparat Katkhaw

**Keywords:** Electricity Management System, Electricity Reduction, Greenhouse Gas

### ABSTRACT

This study aims to design and install a real time power monitoring system based on the power consumption context by surveying the number of electrical appliances and working hours, design and install the power monitoring system. The power consumption is real time displayed via website of School of Energy and Environment. Power consumption data are collected and analyzed for 1 year between April 2020 and March 2021. The survey results of the amount and hours of use of electrical appliances of School of Energy and Environment. It was found that air conditioning system is the most contribution of power consumption accounted around 86 percent of the total power consumption, the 2<sup>nd</sup> floor showed the most consumption in the building. The survey results were analyzed to design and install power meter for 4 sets according to the 3 groups of users consisting of head office group, student group and researcher group. The monitoring results on power consumption of School of Energy and Environment for a period of 1 year showed that the total power consumption during considered period was 237,445.29 kWh, representing an expense of 409,167.04 baht and greenhouse gas emissions of 59,221.40 kgCO<sub>2</sub>e. The power showed highest consumption in May, 2020 of 13,789.23 kWh and lowest consumption in February, 2020 of 6,651.39 kWh. When considering for time of consumption, School of Energy and Environment is consumed power on the high demand period (On peak), Monday – Friday from 09.00 – 22.00 o'clock, which is consistent with the working context of the government agency. In addition, the results indicated that power consumption on the 1<sup>st</sup> and 4<sup>th</sup> floor is frequent part-time work caused the amount of power consumed during the low demand period (Off peak) is close to the period of high demand period (On peak). Reducing the time to use air conditioners by 2 hours per day and turning off the lamps at noon for 1 hour per day can reduce the power consumption around 1,500 kWh/month and 28 kWh/month respectively. In addition, costs and greenhouse gas emissions are decreased as well. Design and installation of a power monitoring system creating the School of Energy and Environment recognized the amount of power consumed in each area lead to be can defined the actual power reduction policy and to be set the goals, areas, and locations to reduce power consumption appropriately.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร.สุรัตน์ เศษโพธิ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทั้งที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ สุमितสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ เกตุขาว ดร.ปรเมษฐ์ สิทธิสันต์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า ขอขอบพระคุณพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องที่ช่วยอำนวยความสะดวก จึงทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี และได้สร้างฐานความรู้ที่มีคุณภาพให้กับผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนา พร้อมกับการสร้างบุคลากรที่มีทักษะในการทำวิจัยอย่างมีระบบได้อย่างดี สำหรับการทำการวิจัยในครั้งนี้ เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

สุรศักดิ์ ใจหลัก



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย .....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	7
ทฤษฎีระบบการส่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่มีสาย และ ไร้สาย .....	8
อุปกรณ์สื่อสารควบคุมระยะไกล Human Machine Interface (HMI) .....	9
คุณสมบัติของ HMI .....	9
การแสดงผลแบบผ่านเว็บไซต์ .....	10
การควบคุมระบบระยะไกล (Remote Programming Control).....	11
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	11

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) .....	12
อัตราค่าไฟฟ้าแบบเวลาการใช้งาน (Time of Use rate: TOU) .....	13
การทบทวนวรรณกรรม .....	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	19
ศึกษาระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	21
ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า .....	22
ออกแบบระบบประมวลผลและแสดงผล.....	22
เก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า.....	23
วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา .....	24
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย .....	25
ศึกษาระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	25
การออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า .....	40
ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า.....	55
ค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟ .....	62
แนวทางในการประหยัดไฟฟ้าตามบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	64
บทที่ 5 บทสรุป.....	70
สรุปผลการวิจัย .....	70
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	71
บรรณานุกรม .....	72
ภาคผนวก .....	73
ภาคผนวก ก ประมวลภาพ การสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม	74
ภาคผนวก ข ประมวลภาพ การติดตั้งระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า และการบันทึกข้อมูลจากระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า.....	76
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูล.....	81



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน.....	12
ตาราง 2 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	13
ตาราง 3 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 1.....	30
ตาราง 4 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 2.....	32
ตาราง 5 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 3.....	34
ตาราง 6 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 4.....	36
ตาราง 7 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณอาคารห้องประชุมอาคารห้องประชุมพาวเวอร์เฮาส์.....	37
ตาราง 8 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณอาคารศูนย์เรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน).....	37
ตาราง 9 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณอาคารสาขาพลังงานทดแทน.....	38
ตาราง 10 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณอาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC).....	38
ตาราง 11 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณอาคารศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST).....	39
ตาราง 12 แสดงจุดติดตั้งมิเตอร์ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	41
ตาราง 13 รายละเอียดมาตรการประหยัดไฟฟ้าสำหรับคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	66
ตาราง 14 ข้อมูลการสำรวจจำนวนเครื่องปรับอากาศ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	67

ตาราง 15 ข้อมูลการสำรวจจำนวนหลอดไฟ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	68
ตาราง 16 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลย้อนหลังของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ของวันที่ 27 พฤษภาคม 2563.....	81
ตาราง 17 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563 .....	86
ตาราง 18 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2563 .....	88
ตาราง 19 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563.....	90
ตาราง 20 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2564.....	92
ตาราง 21 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563 .....	94
ตาราง 22 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมิถุนายนถึง กรกฎาคม 2563 .....	96
ตาราง 23 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2563.....	98
ตาราง 24 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2563.....	100
ตาราง 25 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนธันวาคม 2563 ถึง มกราคม 2564 .....	102
ตาราง 26 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือน กุมภาพันธ์ 2564 ถึง มีนาคม 2564 .....	104
ตาราง 27 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563 .....	106
ตาราง 28 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2563 .....	108

ตาราง 29 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2563 .....	110
ตาราง 30 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2563 .....	112
ตาราง 31 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนธันวาคม 2563 ถึง มกราคม 2564.....	114
ตาราง 32 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม 2564.....	116
ตาราง 33 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง มิถุนายน 2563.....	118
ตาราง 34 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือน กรกฎาคม ถึง กันยายน 2563.....	121
ตาราง 35 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563 .....	123
ตาราง 36 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563 .....	126
ตาราง 37 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2564 .....	129

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายปีของมหาวิทยาลัยพะเยา .....	2
ภาพ 2 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ขอบเขตพื้นที่ในการทำวิจัย .....	5
ภาพ 3 หลักการทำงานระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า .....	7
ภาพ 4 แสดงถึงการส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์ .....	10
ภาพ 5 การเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมระยะไกล .....	11
ภาพ 6 กรอบการทำงานของระบบติดตามข้อมูล (Chen และคณะ, 2018) .....	14
ภาพ 7 Function blocks การทำงานของระบบควบคุมการผลิตเครื่องจักร .....	15
ภาพ 8 สถาปัตยกรรมของระบบข้อมูลพลังงาน (Chou และคณะ, 2019) .....	16
ภาพ 9 การส่งข้อมูลการใช้บริการไฟฟ้ามายังผู้ผลิต .....	17
ภาพ 10 สถาปัตยกรรมเครือข่ายในศูนย์ข้อมูล .....	18
ภาพ 11 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	19
ภาพ 12 แสดงตำแหน่งของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	20
ภาพ 13 ผังอาคารของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	21
ภาพ 14 ระบบรวบรวมข้อมูลและประมวลผล .....	22
ภาพ 15 ผังระบบไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	26
ภาพ 16 ชั้น 1 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	27
ภาพ 17 ชั้น 2 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	27
ภาพ 18 ชั้น 3 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	28
ภาพ 19 ชั้น 4 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	28
ภาพ 20 อาคารห้องประชุมอาคารห้องประชุมพาวเวอร์เฮ้าส์ .....	29
ภาพ 21 อาคารศูนย์เรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) .....	29

ภาพ 22 อาคารสาขาพลังงานทดแทน.....	29
ภาพ 23 อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC).....	30
ภาพ 24 อาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST).....	30
ภาพ 25 การแบ่งสัดส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะพลังงานและสิ่งแวดลอม.....	39
ภาพ 26 แสดงการใช้ไฟขณะพลังงานและสิ่งแวดลอม.....	40
ภาพ 27 แสดงการออกแบบและการติดตั้งมิเตอร์.....	42
ภาพ 28 แสดงการติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์.....	43
ภาพ 29 การติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer).....	44
ภาพ 30 แสดงการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า PM 1, PM 2 และ PM 3.....	45
ภาพ 31 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI).....	46
ภาพ 32 การประมวลปริมาณการใช้ไฟฟ้า.....	47
ภาพ 33 การประมวลผลค่าก๊าซเรือนกระจก.....	48
ภาพ 34 การประมวลผลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น.....	49
ภาพ 35 เว็บไซต์ขณะพลังงานและสิ่งแวดลอม.....	50
ภาพ 36 หน้าต่างแสดงผลของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของขณะพลังงานและ.....	50
ภาพ 37 หน้าแสดงผลหน้าต่าง Main.....	51
ภาพ 38 หน้าแสดงผลค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า.....	52
ภาพ 39 หน้าแสดงผลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า.....	52
ภาพ 40 หน้าแสดงผลพาราค่าใช้จ่ายไฟฟ้า.....	53
ภาพ 41 หน้าแสดงผลค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจก.....	53
ภาพ 42 หน้าแสดงผลค่า Historical Data.....	54
ภาพ 43 หน้าแสดงผลค่า Report.....	54
ภาพ 44 แสดงกำลังการใช้ไฟฟ้าภายใน.....	55

ภาพ 45 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ระหว่าง เดือน เมษายน 2563 - เดือน มีนาคม 2564.....	56
ภาพ 46 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) : .....	58
ภาพ 47 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) : .....	58
ภาพ 48 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) : .....	59
ภาพ 49 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) : .....	59
ภาพ 50 ค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	62
ภาพ 51 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า.....	63
ภาพ 52 ภาพรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	65
ภาพ 53 ภาพรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากมิเตอร์ PM 2, PM 3 และ PM 4 .....	66
ภาพ 54 ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้ต่อเดือนจากการดำเนินมาตรการลดของคณะพลังงาน.....	69
ภาพ 55 การสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	74
ภาพ 56 การสำรวจหลอดไฟแสงสว่างภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม.....	74
ภาพ 57 การสำรวจพัดลมภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	75
ภาพ 58 การสำรวจเครื่องทำความเย็นภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม .....	75
ภาพ 59 ติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) จำนวน 9 ตัว ตรงบริเวณห้องไฟฟ้าชั้นสองเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าชั้น 1 ชั้น 4 และทั้งอาคาร คณะพลังงาน.....	76
ภาพ 60 ติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) จำนวน 3 ตัว ตรงบริเวณสถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ (Unit Substation) เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าของกลุ่มอาคาร ได้แก่ ห้องประชุม Power house อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST).....	77
ภาพ 61 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) จำนวน 3 ชุด ตรงบริเวณห้องไฟฟ้าชั้นสองเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าชั้น 1 ชั้น 4 และทั้งอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ...	78

ภาพ 62 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) จำนวน 1 ชุด ตรงบริเวณสถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ (Unit Substation) เพื่อการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มอาคาร ได้แก่ ห้องประชุม Power house อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST).....79

ภาพ 63 การติดตั้งตู้ควบคุมกลาง (HMI) บริเวณห้องไฟฟ้าชั้น 2.....80

ภาพ 64 การแสดงผลปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 4 จุดตามตำแหน่งที่ติดตั้ง ตรงบริเวณหน้าตู้ควบคุมกลาง (HMI).....80



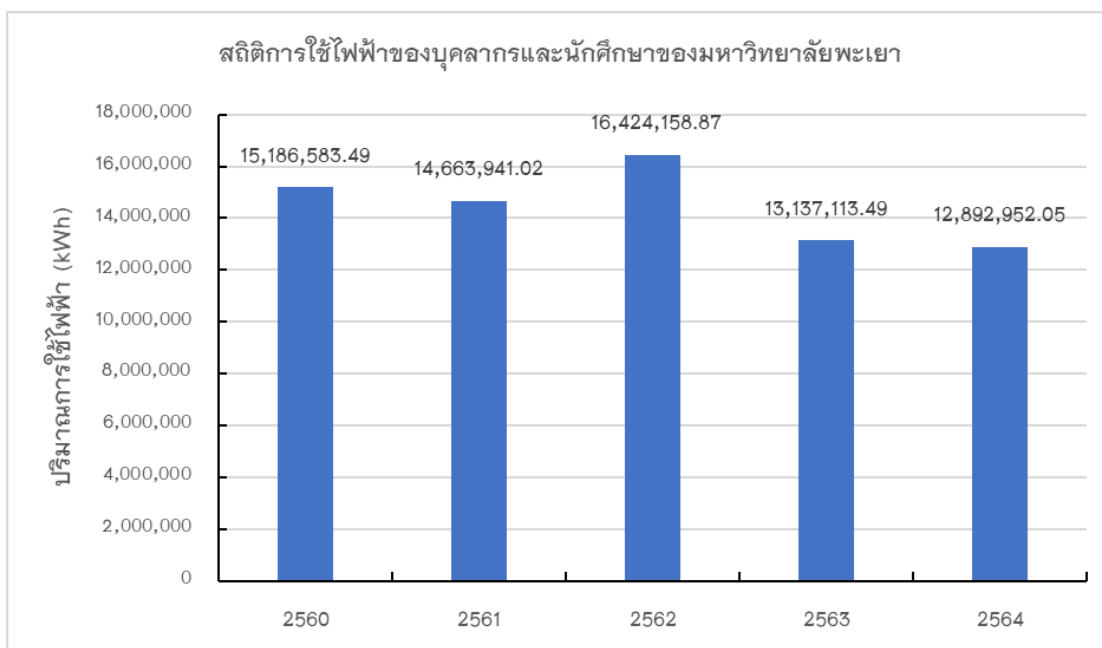
## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟฟ้าเป็นพลังงานเชิงพาณิชย์รูปแบบหนึ่งที่มีความจำเป็นมีการใช้ปริมาณมาก เป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานและเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และความเป็นอยู่ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และมีแนวโน้มปริมาณการใช้งานสูงขึ้นทุกปี ขณะที่เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัดและกระบวนการผลิตยังก่อเกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันนำไปสู่ภาวะโลกร้อน จึงควรให้ความสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ใช้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานซึ่งเป็นการประหยัดภาระไฟฟ้าแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงาน ด้วยมหาวิทยาลัยพะเยาตระหนักถึงความสำคัญนี้และทราบดีว่าสถานะปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านพลังงานและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก และพิจารณาแล้วว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยบรรเทาปัญหาเหล่านี้ และถือเป็นหน้าที่ของทุกคนที่ต้องร่วมมือกันดำเนินการจัดการพลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง นโยบายและการวางแผนที่ดีขององค์กร รวมถึงการนำเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพจะเป็นสิ่งที่สำคัญที่สามารถส่งเสริมให้การอนุรักษ์พลังงานเป็นไปอย่างทั่วถึง ต่อเนื่อง และสัมฤทธิ์ผลอย่างยั่งยืน

มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหนึ่งในหน่วยงานของราชการ ตั้งอยู่จังหวัดพะเยา เป็นชุมชนขนาดใหญ่เปรียบเสมือนเป็นเมืองเมืองหนึ่ง มีทั้งโรงเรียน มหาวิทยาลัย จนถึงโรงพยาบาล มีประชากรนักศึกษาและบุคลากรรวมประมาณ 30,000 คน ทำให้มหาวิทยาลัยต้องสร้างและจัดเตรียมระบบสาธารณูปโภค สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อรองรับกิจกรรมที่หลากหลายทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นอาคารเรียน อาคารกิจกรรม ห้องวิจัยทดลอง โรงพยาบาล ตลอดจนหอพักนิสิต ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อประชากรมหาวิทยาลัยพะเยา แสดงในภาพ 1 การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น ทำให้มหาวิทยาลัยพะเยามีค่าภาระทางไฟฟ้าในปีพ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 16,424,158.87 kWh คิดเป็นเงิน 65,014,803.77 บาท และภาวะนี้มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น และเมื่อเฉลี่ยอัตราค่าไฟฟ้าต่อคน จะใช้ไฟฟ้า 482.03 kWh/ปี หรือคิดเป็นเงิน 1,865.05 บาท/ปี



ภาพ 1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายปีของมหาวิทยาลัยพะเยา

**ที่มา:** กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยตระหนักถึงปัญหาการค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ต้องแบกรับภาระนี้มาตลอด จึงมุ่งมั่นลดภาระในส่วนนี้ ด้วยการส่งเสริมและผลักดันหน่วยงานต่าง ๆ ในองค์กรให้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหน่วยงาน พร้อมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ก่อให้เกิดการกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานผ่านโครงการต่าง ๆ เช่น การรณรงค์ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ประชาสัมพันธ์มาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่เกิดผลสำเร็จไม่มากนัก ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามเป้าประสงค์ เหตุผลที่การลดใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากการประชาสัมพันธ์ขาดความต่อเนื่อง ไม่เพียงพอที่จะสื่อให้ครอบคลุมทุกภาคส่วนของมหาวิทยาลัย ขาดแนวทางรวมถึงขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน การประเมินผลการปฏิบัติยังไม่เป็นระบบและไม่เพียงพอที่จะสร้างแรงจูงใจในการปรับปรุงพฤติกรรมเพื่อลดการใช้พลังงานงานลงได้ อีกทั้งขาดเครื่องมือตรวจวัดที่มีประสิทธิภาพในการติดตามการใช้พลังงานที่สามารถประเมินได้ว่าคณะใด ส่วนงานใด มีพฤติกรรมการใช้พลังงานเป็นอย่างไร ใช้พลังงานมากน้อยเพียงใด เหมาะสมหรือไม่

การขาดข้อมูลการใช้พลังงานที่ชี้วัดในเชิงตัวเลข เป็นเหตุผลหลักที่ทำให้การดำเนินการลดการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยฯ ไม่ประสบผลสำเร็จ บางหน่วยงานให้ความร่วมมือ

บางหน่วยงานไม่ให้ความร่วมมือ ไม่สามารถระบุตำแหน่งของการใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองได้ หากมีตัวชี้วัดจะเป็นการแก้ไขปัญหาก็ได้ถูกต้อง เพื่อการบริหารจัดการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบมีประสิทธิภาพ และลดการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยพะเยาอย่างยั่งยืน จึงมีความจำเป็นที่จะนำระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า (Power monitoring system) เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการ สามารถกำหนดค่าเป้าหมายการดำเนินการลดใช้ไฟฟ้าให้แต่ละหน่วยงานปฏิบัติตามเป้าประสงค์ รวมถึงกำหนดตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายในการดำเนินการคือระดับความสำเร็จของหน่วยงาน จะทำให้เกิดแรงจูงใจและการปรับปรุง

ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า เป็นระบบตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถเก็บและประมวลผลข้อมูลและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารแบบเรียลไทม์ (Real Time) และง่ายต่อการติดตามผลการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารต่าง ๆ ผ่านระบบควบคุมการประมวลผลกลางและส่งต่อไปยังการแสดงผลต่าง ๆ เช่น Smart TV หรือ Smart Device ผ่านการแสดงผลระบบออนไลน์ ระบบยังสามารถบันทึกผลการใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้เปรียบเทียบวางแผนและกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงานในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรม ทำให้ทราบว่าตำแหน่งใดของระบบหรืออาคารมีการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ การแสดงผลแบบเรียลไทม์ ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าได้อย่างทันทีเมื่อมีการเพิ่มหรือลดใช้พลังงาน สามารถประเมินผลก่อนและหลังการปฏิบัติดำเนินงานประหยัดพลังงานได้อย่างชัดเจน ในการวางแผนลดการใช้พลังงานในระยะยาว พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการลดการใช้พลังงานขององค์กรผ่านทางคอมพิวเตอร์สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ตชี้วัดประเมินผลได้อย่างชัดเจน สนับสนุนการนำผลการใช้พลังงานมาเป็นตัวประเมินประสิทธิภาพการบริหารงานขององค์กร ช่วยให้การบริหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นำไปสู่มาตรการจัดการให้เกิดการปฏิบัติอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมและถูกต้อง นอกจากนี้การติดตั้งระบบนี้เข้าไปจะช่วยกระตุ้นให้พนักงานที่อยู่ในอาคารตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานไปจนถึงการพัฒนาเป็นวัฒนธรรมองค์กรที่ก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานที่ติดตัวไปอีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ตามบริบทการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมรวมถึงติดตามการใช้ไฟฟ้าและแสดงผลผ่านจอแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของส่วนต่าง ๆ ภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมถึงวิเคราะห์ตำแหน่งของการใช้พลังงานในจุดที่มีนัยสำคัญเพื่อนำไปสู่การนำเสนอแนะนโยบายการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ตามบริบทการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### สมมติฐานของการวิจัย

อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมีการใช้ไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศ หากสามารถรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดรวมถึงการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแล้ว มีการนำเสนอนโยบายประหยัดไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศจะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้

### ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

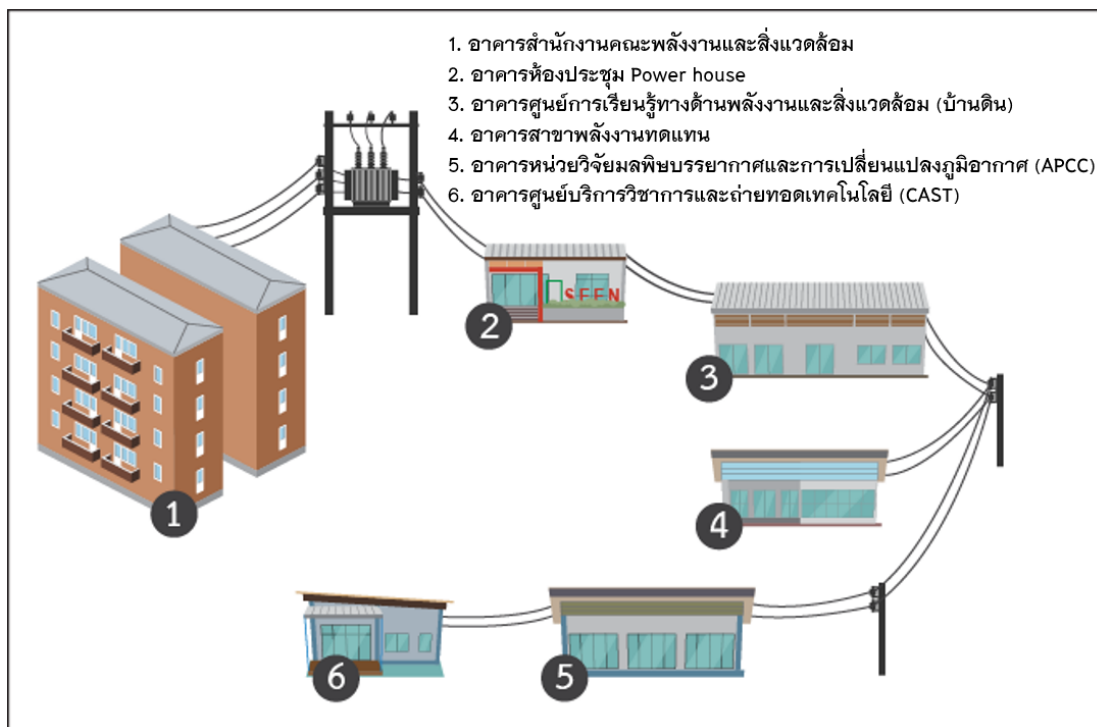
งานวิจัยได้ทำการศึกษาระบบไฟฟ้าภายในอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ออกแบบและติดตั้งระบบแบบเรียลไทม์ ให้สามารถเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของอาคารดังกล่าววิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และค่าไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของเวลา

ในช่วงเดือน เมษายน 2563 – มีนาคม 2564

ขอบเขตสถานที่

กลุ่มอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยประกอบด้วยอาคารทั้ง 6 อาคาร ดังภาพ 2



ภาพ 2 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ขอบเขตพื้นที่ในการทำวิจัย

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ระบบติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ (Real time monitoring system) คือ การนำเทคโนโลยีมาช่วยให้สามารถตรวจติดตามการใช้พลังงานในอาคารได้แบบเรียลไทม์ เพื่อช่วยให้บริหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมของผู้ใช้พลังงานในอาคารนั้นๆ โดยใช้การเชื่อมต่อสื่อสารผ่านมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าและใช้ชุดเก็บข้อมูลโดยใช้มอดบัส โปรโตคอล (Modbus protocol) ในการสื่อสาร จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์

2. ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) คือ ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากหากมีมากเกินไปจะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นจนทำให้เกิดเป็นสภาวะโลกร้อน (Global warming)

3. อัตราค่าไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้ (Time of Use rate) คือ อัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลาเหมือนกันแต่รายละเอียดของช่วงเวลาและราคาที่แตกต่างกันตามค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโวลต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) อัตราค่าไฟฟ้า TOU กำหนดใช้ในปัจุบัน สะท้อนถึงต้นทุนไฟฟ้าอย่างแท้จริง

4. ระบบฐานข้อมูลคลาวด์ (Cloud database) คือ ระบบของฐานข้อมูลอีกหนึ่งรูปแบบที่สามารถทำงานได้แบบออนไลน์ สามารถที่จะทำงานเชื่อมโยงกับการแสดงผลผ่านเว็บไซต์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและลงตัวมากขึ้นที่ทำงานอยู่บนเทคโนโลยี Cloud ทำให้ระบบฐานข้อมูลมีความยืดหยุ่น สามารถรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ อัปเดตข้อมูลได้แบบทันที และยังสามารถปรับแต่ง เพิ่มขนาดหรือขยายฐานข้อมูลและทำการแก้ไขได้อย่างอิสระ

5. ระบบรับส่งข้อมูล มาตรฐาน RS 485 คือ มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (Serial communication) มาตรฐาน RS 485 ถูกใช้แพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อม ๆ กันได้หลายจุด สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network)

6. อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) คือ การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต) IoT

#### **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย**

1. เทคโนโลยีการติดตามการใช้ไฟฟ้าตามบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม
2. สามารถทราบถึงการใช้ไฟฟ้าจากระบบติดตามแบบเรียลไทม์ ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ผ่านรูปแบบเว็บไซต์
3. แนวทางในการประหยัดไฟฟ้าตามบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม
4. ต้นแบบในการดำเนินการประหยัดพลังงานของมหาวิทยาลัยรวมถึงหน่วยงานที่สนใจ

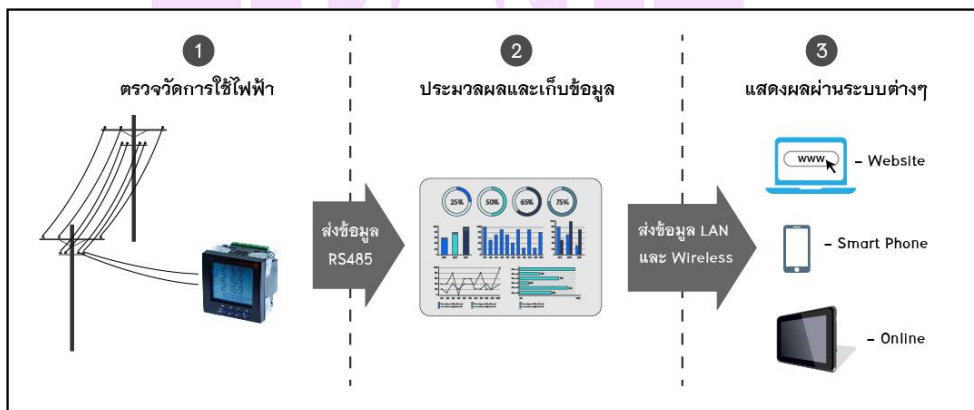
## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยระบบการตรวจติดตามการใช้ไฟฟ้าอย่างชาญฉลาดเพื่อการบริหารจัดการพลังงานอย่างยั่งยืน มีการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย โดยมีรายละเอียดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการทำงานของระบบติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ส่วน



ภาพ 3 หลักการทำงานของระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า

1. การตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า เป็นส่วนที่ไฟฟ้าจากสายส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด จึงต้องใช้มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าและชุดเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลโดยใช้ออสบัส RS 485 ในการติดต่อสื่อสารจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์

2. การประมวลผลและเก็บข้อมูล เป็นการรับค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าส่งมาเก็บในยังเซิร์ฟเวอร์ โดยมีการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการข้อมูล และมีการส่งค่าเพื่อสร้างฐานข้อมูลในการประมวลผล

3. แสดงผลผ่านระบบต่าง ๆ การส่งข้อมูลด้วยระบบการรับส่งแบบไร้สาย (Local Area Network: LAN) และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless) เพื่อแสดงผลผ่าน

เว็บไซต์ และแสดงผลผ่านสมาร์ตดีไวซ์ (Smart device) ต่าง ๆ ให้ง่ายต่อการตรวจติดตามระบบไฟฟ้าในอาคาร

### ทฤษฎีระบบการส่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่มีสาย และ ไร้สาย

การส่งข้อมูลแบบใช้สาย (Local Area Network: LAN) คือ ระบบเครือข่าย แบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในระยะจำกัด เช่น ในอาคารเดียวกัน หรือบริเวณเดียวกันที่สามารถลากสายถึงกันได้โดยตรง ส่วนมากจะใช้สายเคเบิล หรือ ที่เรียกกันว่า สายแลน เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ อัตราเร็วของเครือข่าย LAN อยู่ที่ระหว่าง 1-100 Mbps ทั้งนี้ความเร็วข้อมูลขึ้นอยู่กับ ตัวกลางสายส่งที่ใช้ เทคนิคการส่งสัญญาณ และข้อกำหนดของผู้ให้บริการเน็ตเวิร์ค โดยการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN มี 3 รูปแบบ คือ

1. Bus มีการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10-100 MB/s จะเชื่อมต่อกันบนสายสัญญาณเส้นเดียวกัน โดยจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า T-Connector เป็นตัวแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และ Terminator ในการปิดหัวท้ายของสายในระบบเครือข่ายเพื่อดูดซับข้อมูลไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณ

2. Star เป็นระบบที่มีเป็นการต่อแบบรวมศูนย์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต่อสายเข้าไปที่อุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch จะทำหน้าที่เปรียบศูนย์กลางที่ทำหน้าที่กระจายข้อมูล โดยข้อดีของการต่อในรูปแบบนี้คือ หากสายสัญญาณเกิดขาดในคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆจะสามารถใช้งานได้ปกติ แต่หากศูนย์กลางคือ Hub หรือ Switch เกิดเสียจะทำให้ระบบทั้งระบบไม่สามารถทำงานได้ทั้งระบบ

3. Ring เป็นระบบที่มีการส่งข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีเครื่อง Server หรือ Switch ในการปล่อย Token เพื่อตรวจสอบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ใดต้องการส่งข้อมูลหรือไม่ และระหว่างการส่งข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องทำการรอให้ข้อมูลก่อนหน้านั้นถูกส่งให้สำเร็จเสียก่อน

การส่งข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) เป็นเครือข่ายเชื่อมต่อระหว่างสองอุปกรณ์หรือมากกว่าโดยไม่ต้องใช้จุดเชื่อมต่อไร้สาย นั่นคืออุปกรณ์จะสื่อสารกันเองโดยตรงถ้าอยู่ในรัศมีทำการ เพราะการติดตั้งเป็นเรื่องง่ายและไม่จำเป็นต้องมีจุดเชื่อมต่อ ในทางปกติแล้วมาตรฐาน IEEE 802.11n หรือ Class n จะใช้คลื่นความถี่ คือ 2.4 GHz และ 5 GHz ในการรับส่งสัญญาณข้อมูลไร้สาย ทำความเร็วสูงสุดที่ 150 Mbps และ 300 Mbps มีความสามารถในการ

ส่งคลื่นสัญญาณได้ระยะประมาณ 70 เมตรในโครงสร้างปิด และ 250 เมตรในที่โล่งแจ้ง การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย จะจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สองชั้น คือ

1. Access Point คือ ตั้งกลางที่ช่วยในการติดต่อระหว่าง ตัวรับ-ส่งสัญญาณ Wireless ของผู้ใช้ Router ผ่านทางสายนำสัญญาณที่ทำจากทองแดงที่ได้รับการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย เช่น สายแลน หรือสายโทรศัพท์ ADSL หรือผ่านทางสายใยแก้วนำแสง

2. ตัวรับ-ส่งสัญญาณ Wireless ทำหน้าที่รับ-ส่ง สัญญาณระหว่างตัวรับส่งแต่ละตัวด้วยกัน หรือระหว่างตัวลูกข่ายกับ Access Point

### อุปกรณ์สื่อสารควบคุมระยะไกล Human Machine Interface (HMI)

HMI Programming คือ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมไปถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่าง ๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญงานคอนโทรลในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกัน กับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่าง ๆ โดยให้ PLC สั่งงาน ไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่าง ๆ เลือกใช้ HMI เชื่อมต่อกับ PLC ต่าง ๆ ได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

### คุณสมบัติของ HMI

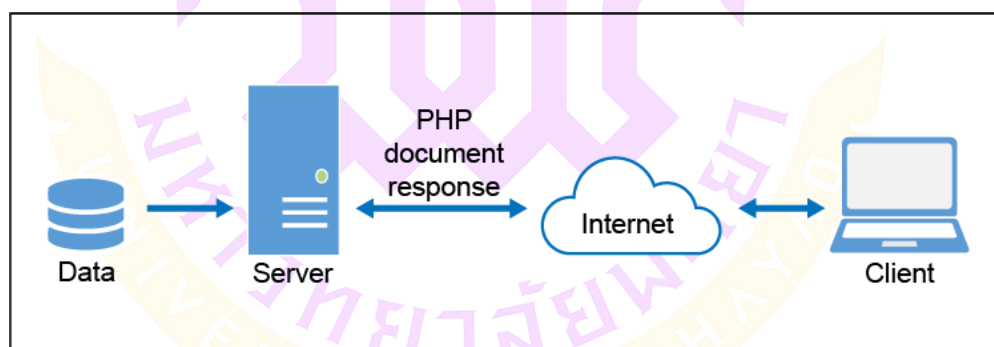
1. การสื่อสาร สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในลักษณะแบบดิจิทัล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, Lan หรือ Wireless

2. การเก็บค่า สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่าง ๆ ใน รูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data logger) ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้มีส่วนพื้นที่หน้างาน

3. การเชื่อมต่อ สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่าหรือควบคุมกระบวนการทำงานจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือ หรือแท็บเล็ต ใช้เว็บเบราว์เซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลโชว์หน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า สามารถส่งข้อความ SMS หรือ e-mail แจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง สามารถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

### การแสดงผลแบบผ่านเว็บไซต์

เว็บไซต์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลตัวเองได้ (Dynamic website) โดยไม่ต้องเขียนข้อมูลเพิ่มใหม่แต่ละหน้าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เว็บไซต์แบบนี้จะถูกสร้างด้วยภาษา Script แบบ Server Side Script เช่น PHP, ASP, ASP.Net, JSP และอื่น ๆ ไฟล์เอกสารที่ได้จะมีนามสกุล .php, .asp เป็นต้น และมักจะมีการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือนำข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงผลเป็นหน้าเว็บเพจ

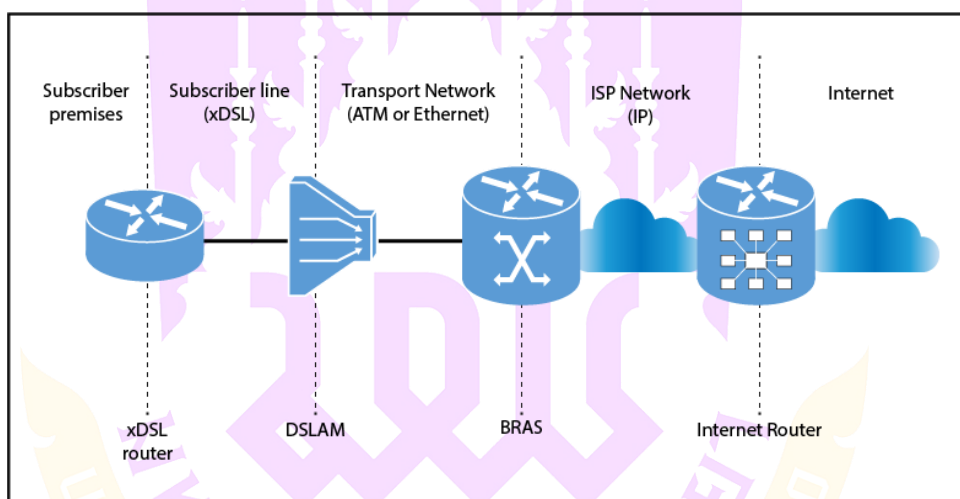


ภาพ 4 แสดงถึงการส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์

จากภาพ 5 การได้ข้อมูลจากการวัดค่าแล้วส่งค่านำมาเก็บยังเซิร์ฟเวอร์ทำการประมวลผลโดยใช้ Script PHP ในการประมวลผล เก็บข้อมูล และส่งค่าในการแสดงผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## การควบคุมระบบระยะไกล (Remote Programming Control)

การควบคุมระบบระยะไกล คือวิธีการเข้าถึงคอมพิวเตอร์และเครือข่ายจากระยะทางไกล ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์เป้าหมายได้เหมือนกับนั่งทำงานอยู่ที่หน้าเครื่องเอง ไม่ว่าจะเป็นการจัดการไฟล์ต่าง ๆ ใช้งานโปรแกรม หรือแม้กระทั่งการพิมพ์งาน ก็สามารถทำได้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โปรแกรมประเภท รีโมทระยะไกล เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างเครื่อง PC สองเครื่องที่อยู่ต่างสถานที่กัน โปรแกรมประเภทนี้ มันช่วยให้เราทำงานสะดวกมากขึ้นโดยเครื่องต้นทางที่จะรีโมทไปหาเครื่องปลายทางนั้นก็ต้องมีตัว ID และ Password ของเครื่องปลายทางในการรีโมทไปในระยะไกลการเข้าถึงคอมพิวเตอร์ระยะไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้บัญชีอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีซอฟต์แวร์ซึ่งติดตั้งไว้สำหรับดูแลการเข้าเครือข่ายทางไกลของผู้ใช้ ดังภาพ 6



ภาพ 5 การเข้าถึงคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมระยะไกล

## การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการวิจัยส่วนใหญ่มาจากการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง ซึ่งสามารถคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามหลักการของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) โดยคิดตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิตไฟฟ้า การส่งไฟฟ้า จนถึงผู้ใช้ ตามหลักการของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$GHG = A_i \times EF_i \quad (1)$$

โดยที่

$GHG$  คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kgCO<sub>2</sub>e)

$A_i$  คือ ข้อมูลกิจกรรม  $i$  ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย)

$EF_i$  คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของข้อมูลกิจกรรม  $i$  (kgCO<sub>2</sub>e/หน่วย)

### ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ตามที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีทั้งหมด 7 ชนิด ซึ่งก๊าซแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุลแต่ละประเภท โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ในช่วงระยะเวลา 100 ปี แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) เทียบเท่า CO <sub>2</sub>	อายุคงอยู่ในชั้นบรรยากาศ
คาร์บอนไดออกไซด์ CO <sub>2</sub>	GWP: 1	200–450 ปี
มีเทน CH <sub>4</sub>	GWP: 21	11 ปี
ไนตรัสออกไซด์ N <sub>2</sub> O	GWP: 310	120 ปี
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน HFCs	GWP: 140–11,700	2–9 ปี
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน PFCs	GWP: 6,500–9,200	มากกว่า 1,000 ปี
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ SF <sub>6</sub>	GWP: 23,900	3,200 ปี

ที่มา: <https://reo16.mnre.go.th/reo16/knowledge/detail/101>

## อัตราค่าไฟฟ้าแบบเวลาการใช้งาน (Time of Use rate: TOU)

มหาวิทยาลัยพะเยามีการซื้อไฟฟ้าจากสายส่งจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Provincial Electricity Authority: PEA) โดยเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 คือ ขนาดแรงดัน 115 kV กิจการขนาดใหญ่และมีการใช้ไฟฟ้าแบบ อัตราค่าไฟฟ้าแบบเวลาการใช้งาน (Time of Use rate: TOU) ซึ่งอัตราค่าไฟฟ้าแบบดังกล่าว แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ระดับแรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย	
	On Peak	Off Peak
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	4.1025	2.5849

**หมายเหตุ:** โดยช่วง On Peak : เวลา 09.00–22.00 น. จันทร์–ศุกร์ และวันพีชมงคล Off peak เวลา 22.00–09.00 น. จันทร์–ศุกร์ และวันพีชมงคล เวลา 00.00–24.00 น. เสาร์–อาทิตย์, วันแรงงานแห่งชาติ, วันพีชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์ – อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

**ที่มา:** การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

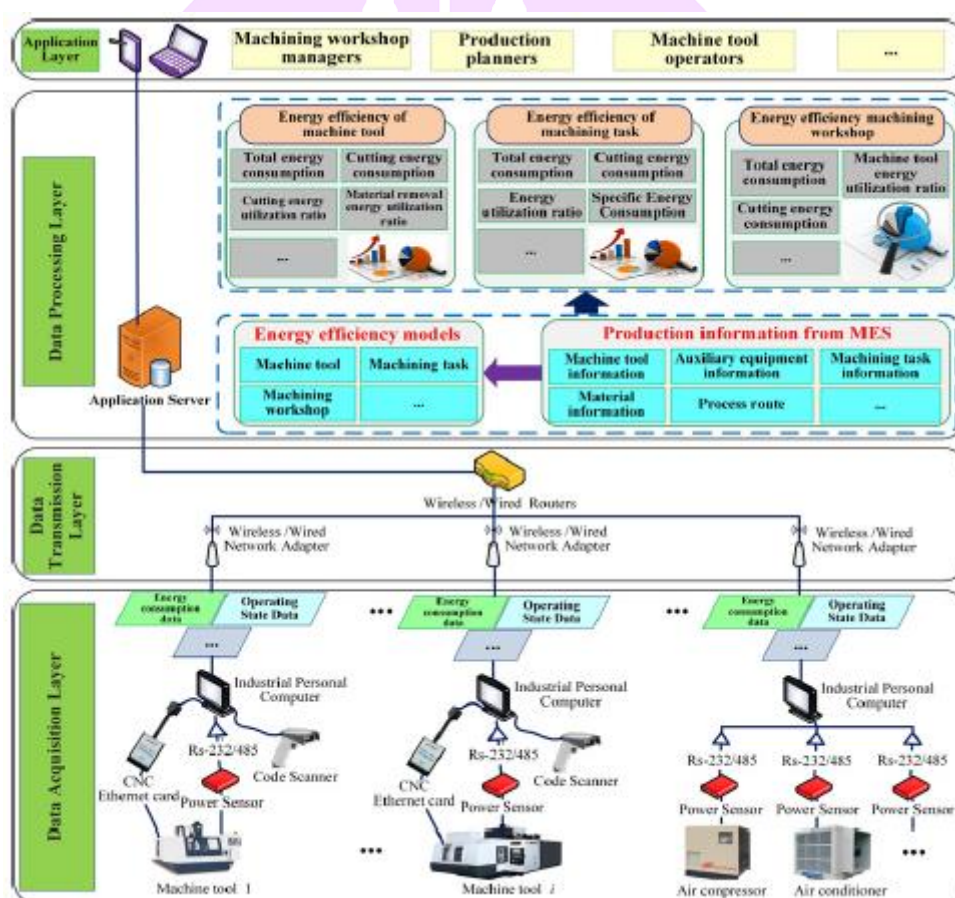
## การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยระบบการตรวจติดตามการใช้ไฟฟ้า สิ่งสำคัญของการดำเนินงาน คือ การออกแบบและติดตั้งระบบ ดังนั้น การทบทวนวรรณกรรมจะเน้นไปที่การออกแบบในการเก็บข้อมูล การส่งข้อมูลและการแสดงผล

ระบบติดตามข้อมูลการใช้งาน (Data monitoring) ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับระบบต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็น การทำงานของเครื่องจักรภายในโรงงาน (Chen et al., 2018; Chen et al., 2019; Abele et al., 2015) ใช้ในการติดตามการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งทางเรือ (Chi et al., 2018) หรือแม้กระทั่งการในระบบการติดตามข้อมูลและควบคุมการทำงานของระบบมาใช้กับอาคารและบ้านพักอาศัย (Li et al., 2016; Chou and Truong, 2019; Trejo-Perea et al., 2013; Zhao et al., 2013)

สำหรับกรอบการทำงานของของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้านั้น ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกันอยู่ 4 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) ส่วนตรวจวัดข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก

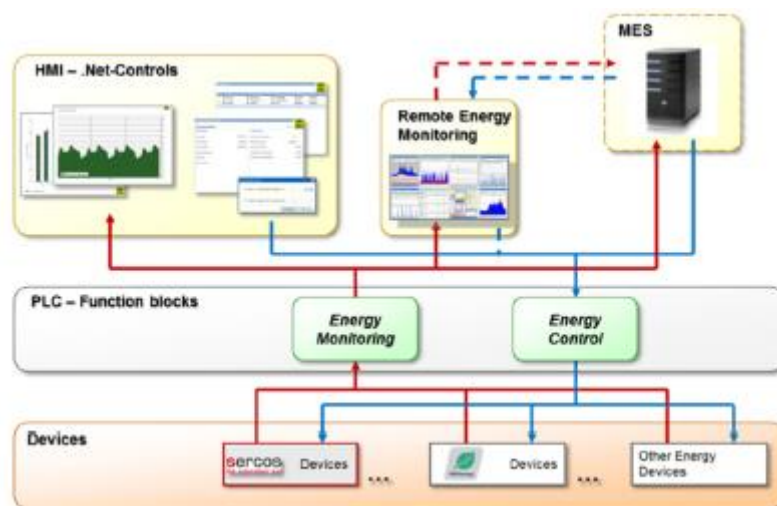
ได้แก่ เครื่องมือวัดในพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เราต้องการจะตรวจวัด เช่น ไฟฟ้า อุณหภูมิ เป็นต้น 2) คือ ส่วนในการส่งผ่านข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ การส่งแบบผ่านสายส่ง สัญญาณและการส่งแบบไร้สาย 3) คือ ส่วนในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์วัดต่าง ๆ ในส่วนที่ 1 เพื่อนำไปแสดงผลและสื่อสารกับปลายทาง และส่วนสุดท้าย 4) คือส่วนแสดงผล จะนำผลที่นำข้อมูลที่ประมวลได้ในส่วนที่ 3 แสดงผลผ่านช่องทางต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการติดตามข้อมูลและควบคุมระบบ (Chen et al., 2018)



ภาพ 6 กรอบการทำงานของระบบติดตามข้อมูล (Chen และคณะ, 2018)

การควบคุมการใช้พลังงานของระบบการผลิตเครื่องจักรก็ได้มีการนำติดตามข้อมูลมาใช้เช่นเดียวกัน ไม่เพียงแต่มีการติดตามข้อมูลแต่ยังรวมถึงการควบคุมการทำงานของระบบผ่าน Human-Machine Interface (HMI) เพื่อให้สามารถมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานได้อย่าง

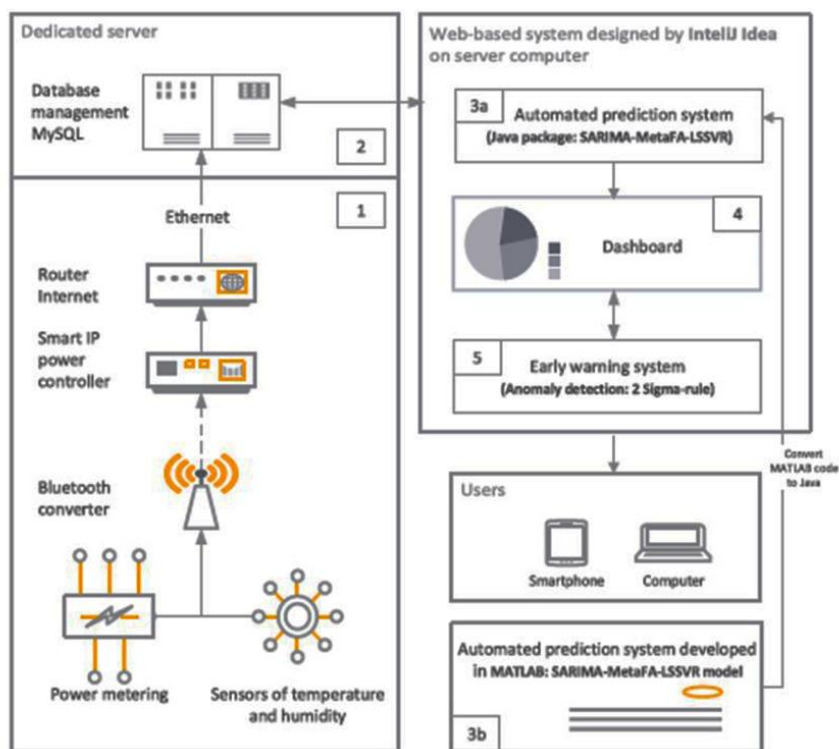
ทันท่วงที ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แสดงดังภาพ 7 จากการทดลองใช้ระบบควบคุมการทำงานผ่าน HMI กับระบบการทำงานแบบเดิม พบว่าระบบ HMI สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางพลังงานได้ถึง 20-35 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 7 Function blocks การทำงานของระบบควบคุมการผลิตเครื่องจักร

ที่มา: Abele et al., 2015

รูปแบบของการจัดการพลังงานด้วยระบบติดตามข้อมูล ในบ้านพักอาศัย ก็มีหลักการงานที่ไม่ต่างจากระบบใหญ่ ๆ ซึ่งจะประกอบด้วยระบบตรวจวัดข้อมูล การส่งผ่านข้อมูล การวิเคราะห์หรือประมวลผลข้อมูล การตัดสินใจ (ในระบบที่มี feedback) และส่วนสุดท้าย คือ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานหรือส่วนแสดงผล (Chou et al., 2019) แสดงดังภาพ 8



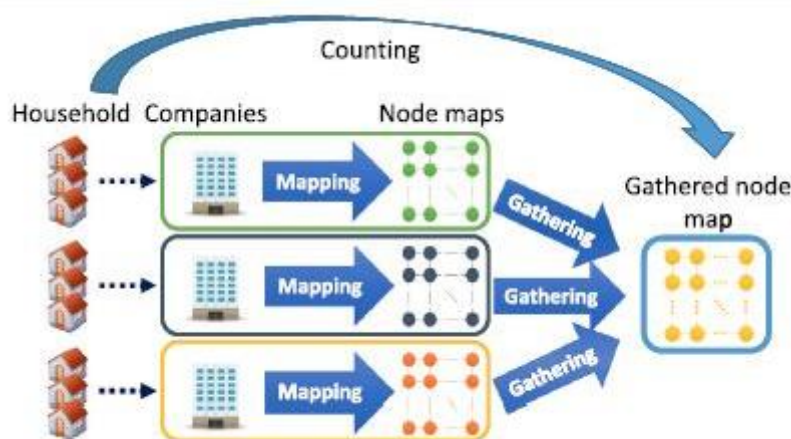
ภาพ 8 สถาปัตยกรรมของระบบข้อมูลพลังงาน (Chou และคณะ, 2019)

โดยสามารถดำเนินนโยบายการประหยัดพลังงานหรือมีการตั้งเป้าหมายของการประหยัดพลังงานควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้มีการจัดการพลังงานได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ภาพรวมของการติดตั้งระบบติดตาม ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Indirect feedback system, Direct feedback system, Pay as you go, TOU นั้น สามารถทำให้ประหยัดพลังงานได้อยู่ระหว่าง 2-26 เปอร์เซ็นต์ (Al-Terjman et al., 2019) จะเห็นได้ว่าการจัดการพลังงานโดยระบบ Data monitoring หากมีการจัดการตามบริบทการใช้พลังงานของพื้นที่ต่าง ๆ ตามความเหมาะสมจะทำให้อุตสาหกรรม อาคารบ้านเรือนต่าง ๆ สามารถประหยัดพลังงานได้ไม่น้อยเลยทีเดียว

สมาร์ตมิเตอร์แทนที่จะใช้มิเตอร์ไฟฟ้าทั่วไปใช้เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า ติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับบ้านอัจฉริยะและระบบจัดการพลังงานภายในบ้าน (Nakamura และคณะ, 2018) ช่วยให้ผู้ผลิตพลังงานได้รับข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนเป้าหมาย การวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการทำให้การบริการที่ชาญฉลาดจากผู้ผลิตพลังงาน เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะลดลงโดยการเปลี่ยนการใช้ไฟฟ้า

สูงสุดในแต่ละครัวเรือน เทคนิคในการปรับค่าไฟฟ้าสำหรับการควบคุมการใช้ไฟฟ้านั้นเรียกว่า การตอบสนองความต้องการ ดังภาพ 9

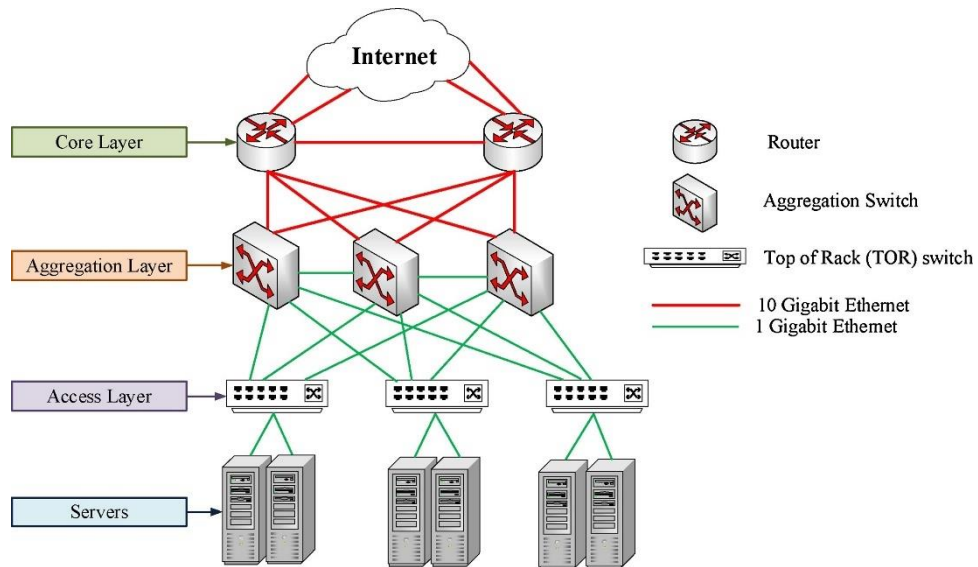


ภาพ 9 การส่งข้อมูลการใช้บริการไฟฟ้ามายังผู้ผลิต

ที่มา: Nakamura et al., 2018

เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องประมวลผลไม่มีผู้ดูแลบนพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียมและทำแผนที่ที่บ้านที่ก็สามารถในการทำนายการใช้พลังงานได้

การเก็บข้อมูลแบบคลาวด์เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมสำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งมอบคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์และโอกาสทางธุรกิจที่หลากหลายรวมถึงความสามารถในการปรับขยายการเข้าถึงได้อย่างกว้างขวางและการจัดหาทรัพยากรในการคำนวณแบบไดนามิกสำหรับผู้ใช้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต แบบจำลองการประมวลผลแบบคลาวด์ที่ช่วยให้สามารถเข้าถึงทรัพยากรการประมวลผล ที่ปรับได้ตามต้องการ (เช่นเซิร์ฟเวอร์, ที่เก็บข้อมูล, เครือข่ายและการใช้งาน) และบริการความสามารถในการปรับขนาดของบริการคลาวด์ช่วยให้ธุรกิจขนาดเล็กได้รับประโยชน์จากบริการที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ราคาแพงซึ่งมีอยู่ในองค์กรขนาดใหญ่ การประมวลผลแบบคลาวด์แก้ไขปัญหาอุปสรรคด้านไอทีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับองค์กรขนาดเล็กและขนาดกลางและให้บริการที่มีประสิทธิภาพและประหยัดในฐานะผู้ให้บริการคลาวด์พัฒนาเครื่องมือและทักษะเพื่อมุ่งเน้นการจัดการกับความท้าทายด้านสารสนเทศ



ภาพ 10 สถาปัตยกรรมเครือข่ายในศูนย์ข้อมูล

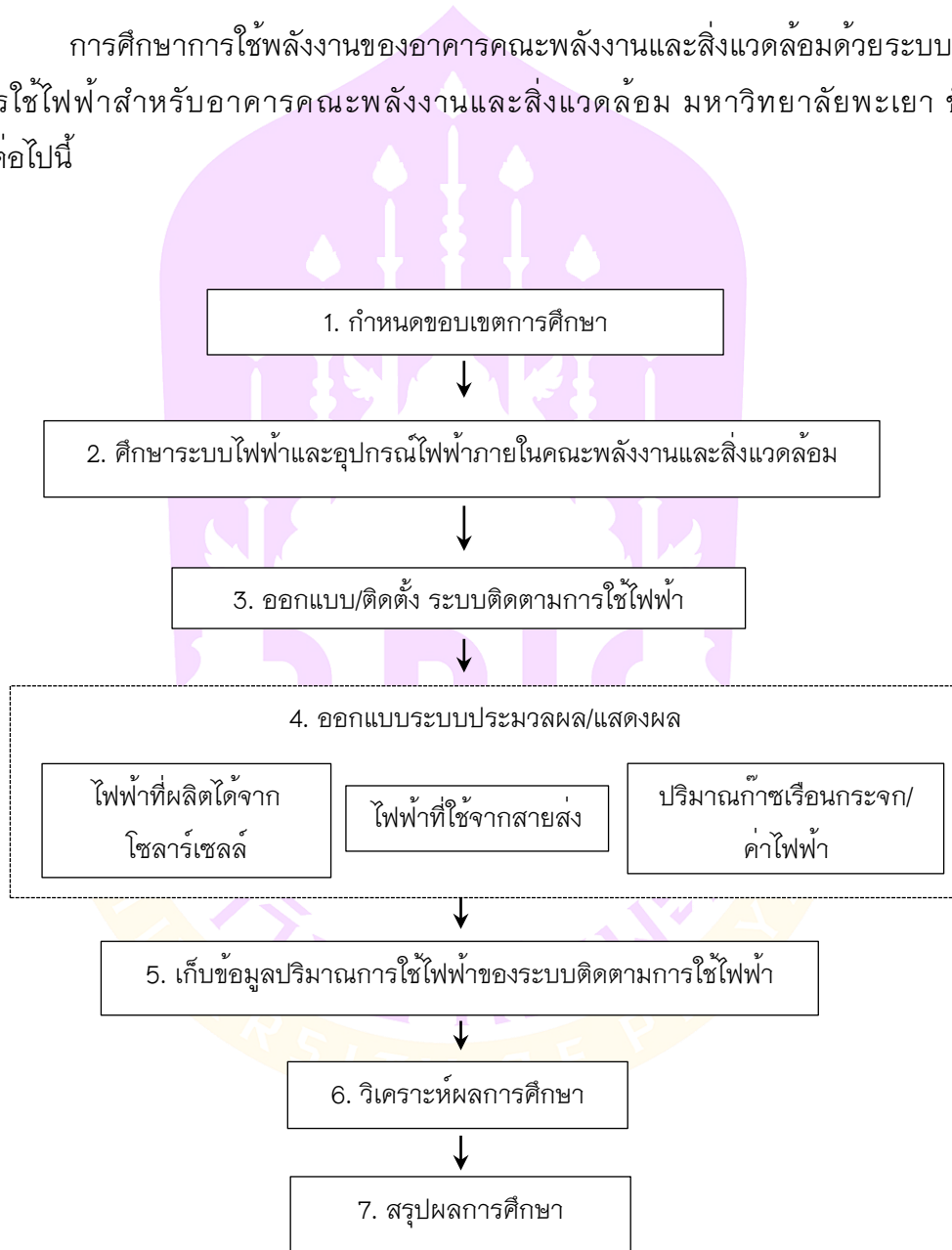
ที่มา: Vafamehr et al., 2018

ศูนย์ข้อมูลถูกฝังในเลเยอร์ฮาร์ดแวร์ของสถาปัตยกรรมคลาวด์ ศูนย์ข้อมูลประกอบด้วยอุปกรณ์ไอทีรวมถึงเซิร์ฟเวอร์อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลสวิตช์เครือข่ายและเราเตอร์ เครือข่ายข้อมูลในศูนย์ข้อมูลสร้างขึ้นจากพื้นฐานสามชั้นที่รู้จักกันในชื่อแกนการรวมและชั้นการเข้าถึงที่เชื่อมต่อกันผ่านสวิตช์และเราเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 10 เลเยอร์หลักที่อยู่ด้านบนของเลเยอร์อื่นทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับเชื่อมต่อศูนย์ข้อมูลกับอินเทอร์เน็ตและให้การสลับแพ็คเก็ตด้วยความเร็วสูงระหว่างโมดูลในเลเยอร์การรวม ฟังก์ชันหลักของผู้รวบรวมคือการรวมหลายพันแพ็คเก็ตเข้าหรือออกจากตาต้าเซ็นเตอร์ เลเยอร์นี้มีส่วนที่สำคัญรวมถึงบริการโดเมนและการให้บริการรวมถึงการทำโหลดเซิร์ฟเวอร์ ที่ชั้นการเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์แบบฟิสิคัลรวมถึงเว็บแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลจะเชื่อมต่อกับเครือข่ายนอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบด้านไอทีในศูนย์ข้อมูล

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการใช้พลังงานของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมด้วยระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพ 11 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

## กำหนดขอบเขตของการศึกษา

### 1. ขอบเขตด้านพื้นที่

ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการบริหารจัดการไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งประกอบด้วยอาคารดังต่อไปนี้

- 1.1 อาคารสำนักงานคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 1.2 อาคารห้องประชุมพาวเวอร์เฮาส์
- 1.3 อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน)
- 1.4 อาคารสาขาพลังงานทดแทน
- 1.5 อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC)
- 1.6 อาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)



ภาพ 12 แสดงตำแหน่งของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 13 ผังอาคารของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

## 2. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือน เมษายน 2563 – มีนาคม 2564

## ศึกษาระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ศึกษาข้อมูลการเชื่อมต่อไฟฟ้าจากมหาวิทยาลัยมายังคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เขียนแผนผังระบบไฟฟ้าภายในคณะฯ เพื่อหาจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดไฟฟ้าที่เหมาะสมในการตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ พร้อมกับสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในคณะฯ โดยการสำรวจจะแยกเป็นรายห้องเพื่อให้ง่ายต่อการติดตามการใช้ไฟฟ้าและวิเคราะห์ถึงอุปกรณ์ที่มีการใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถดำเนินกิจกรรมการลดการใช้ปริมาณไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

## ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า

เมื่อได้ทราบข้อมูลการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การออกแบบและวางแผนในการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดปริมาณไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย

### 1. อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

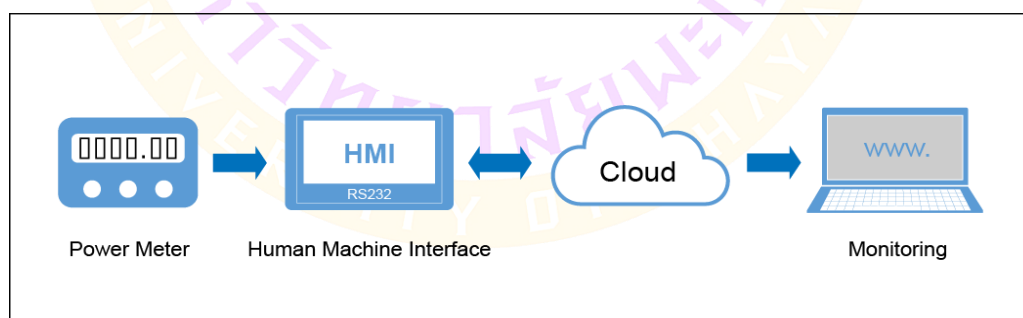
1.1 ตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) มีความเที่ยงตรงในการวัดกระแสไฟฟ้าสูงถึงระดับ Class 0.5 ใช้ในการคล้องเข้ากับสายสายไฟฟ้า หรือ Bus bar โดยเลือกขนาดที่สามารถใช้ร่วมกับมิเตอร์วัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า

1.2 มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) สามารถวัดค่าทางไฟฟ้า 3 เฟส 4 สายได้ในตัวเดียวกัน Class 0.5 แสดงผลการวัดพารามิเตอร์ แบบเรียลไทม์ อินเตอร์เฟซ RS-485 ใช้จอแสดงผล LCD

1.3 อุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบหน้าจอสัมผัส อ่านและเขียนข้อมูลได้มีซอฟต์แวร์สำหรับออกแบบแสดงผลที่เรียบง่ายและบันทึกผลโดยการรับข้อมูลจาก Power meter โดยการรับค่าผ่านทางพอร์ต RS-485

## ออกแบบระบบประมวลผลและแสดงผล

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะถูกรวบรวมเพื่อประมวลผลโดย HMI ซึ่งต้องมีการเขียนโปรแกรมสำหรับการประมวลผลและแสดงผล โดยกลไกการส่งผ่านข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผล แสดงดังภาพ 14



ภาพ 14 ระบบรวบรวมข้อมูลและประมวลผล

ข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์: kW) จะถูกเก็บทุก ๆ 5 นาทีและส่งเข้าไปที่ HMI เพื่อทำการประมวลผลซึ่งจะประมวลผลดังรายการต่อไปนี้

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์: kW) แสดงแยกกันระหว่างพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งที่ใช้ภายในคณะฯ และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์

2. ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง: kWh) แสดงแยกกันระหว่างพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งที่ใช้ภายในคณะฯ และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ โดยมีการแสดงผลเป็นรายวัน/รายเดือนและทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้ง

2.1 ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ประกอบด้วย กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ โดยแสดงผลเป็นรายเดือนและค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้ง

2.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยแสดงผลเป็นรายเดือนและค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้ง

เมื่อทำการประมวลผลข้อมูลทั้งหมดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ระบบจะนำส่งข้อมูลเพื่อจัดเก็บในระบบคลาวด์ และแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลทุกพารามิเตอร์ต้องสามารถแสดงข้อมูลย้อนหลังของทุกพารามิเตอร์ได้

### เก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า

เมื่อออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วนั้น เพื่อเป็นการติดตามปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในการวิเคราะห์ วางแผน กำหนดนโยบาย และแนวทางการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมในอนาคต จึงตั้งระบบให้บันทึกข้อมูลทุก ๆ 5 นาที เพื่อให้เพียงพอต่อพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ ที่มีอย่างจำกัดในงบประมาณที่เหมาะสม และยังสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งเป็นความถี่ของการบันทึกข้อมูลที่ยังสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าได้ต่อเนื่องและสอดคล้องกับกิจกรรมในการดำเนินงานของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เพื่อให้ได้ซึ่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการ วิเคราะห์ และนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในการประหยัด พลังงานงาน ค่าใช้จ่าย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการกำหนดนโยบายแนวทางการใช้ไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการกำหนดนโยบายของ

มหาวิทยาลัยพะเยาดำเนินการนี้ จึงทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือน เมษายน 2563 ถึงเดือน มีนาคม 2564

### วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่ง รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งแสดงผลในรูปแบบของกราฟ ตาราง แสดงค่าเฉลี่ย และร้อยละ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวทางในการลดการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมต่อไป



## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยในหัวข้อ “ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา” เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกลุ่มอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในงานวิจัยจะเป็นการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบและวางมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ได้สูงสุด โดยผลการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

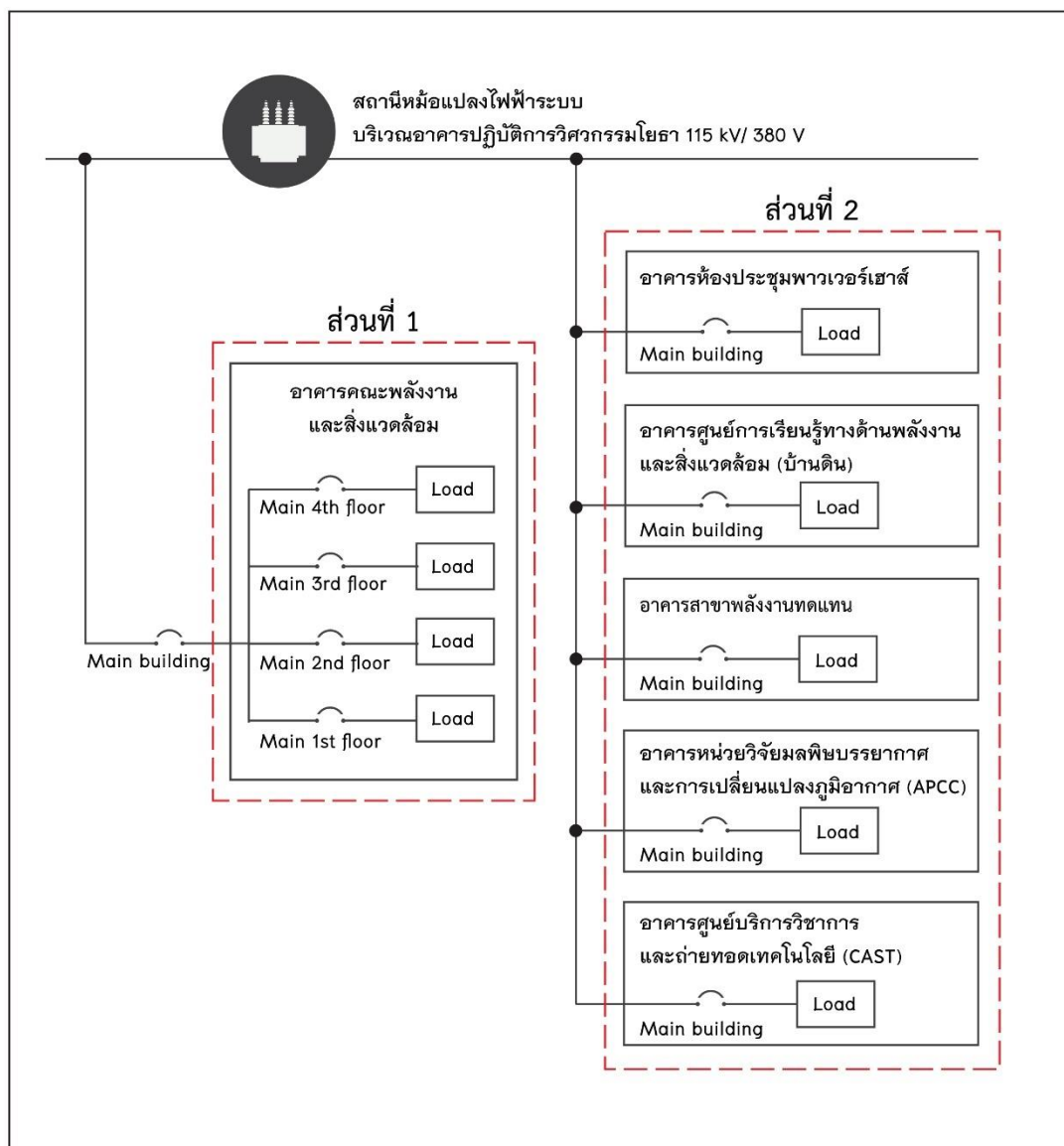
#### ศึกษาระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

##### 1. การเชื่อมต่อบริเวณไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยพะเยามีการเชื่อมต่อบริเวณไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วยระบบสายส่งขนาด 115 กิโลโวลต์ มายังสถานีหม้อแปลงไฟฟ้าหลักของมหาวิทยาลัยและส่งต่อไปยังกลุ่มอาคารต่าง ๆ ด้วยระบบไฟฟ้าขนาด 380 โวลต์ ไปยังสถานีหม้อแปลงไฟฟ้า (Unit Substation) จำนวน 17 สถานี โดยคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมีการเชื่อมต่อบริเวณไฟฟ้าจากสถานีหม้อแปลงไฟฟ้า (Unit Substation) ที่อยู่บริเวณอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เชื่อมต่อจากสถานีหม้อแปลงไฟฟ้า (Unit Substation) ไปยังอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยในส่วนนี้จะเป็นไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 ตึก เป็นลักษณะอาคาร 4 ชั้น ซึ่งเป็นอาคารหลักของคณะประกอบด้วยห้องสำนักงานคณะ ห้องผู้บริหารคณะ ห้องพักอาจารย์ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ศูนย์ปฏิบัติการทดสอบทางสิ่งแวดล้อม

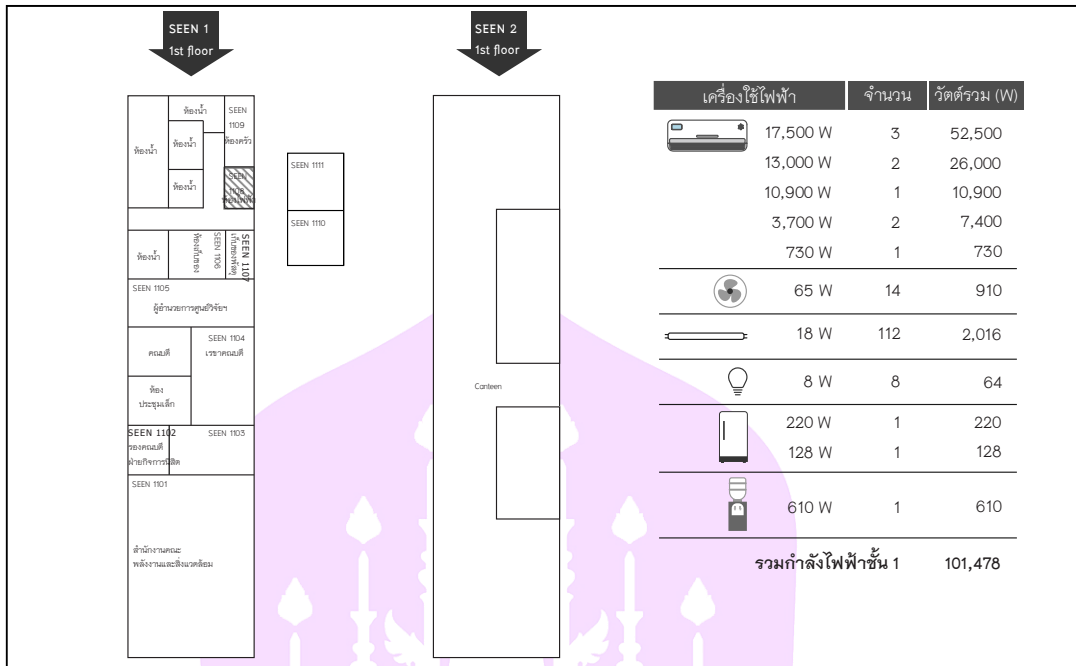
ส่วนที่ 2 เชื่อมต่อจากสถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ Unit Substation ไปยังอาคารรอบ ๆ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยอาคารขนาดเล็กจำนวน 5 อาคาร ได้แก่ ห้องประชุมพาวเวอร์เฮาส์ อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST) ดังแสดงในภาพ 15



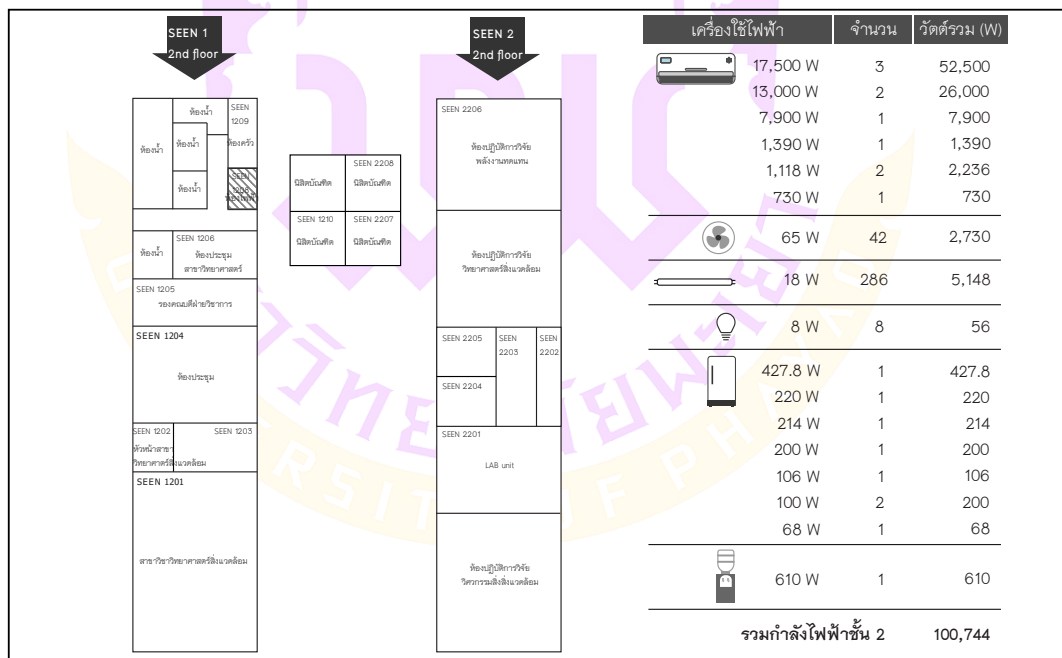
ภาพ 15 ผังระบบไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

## 2. สํารวจเก็บข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

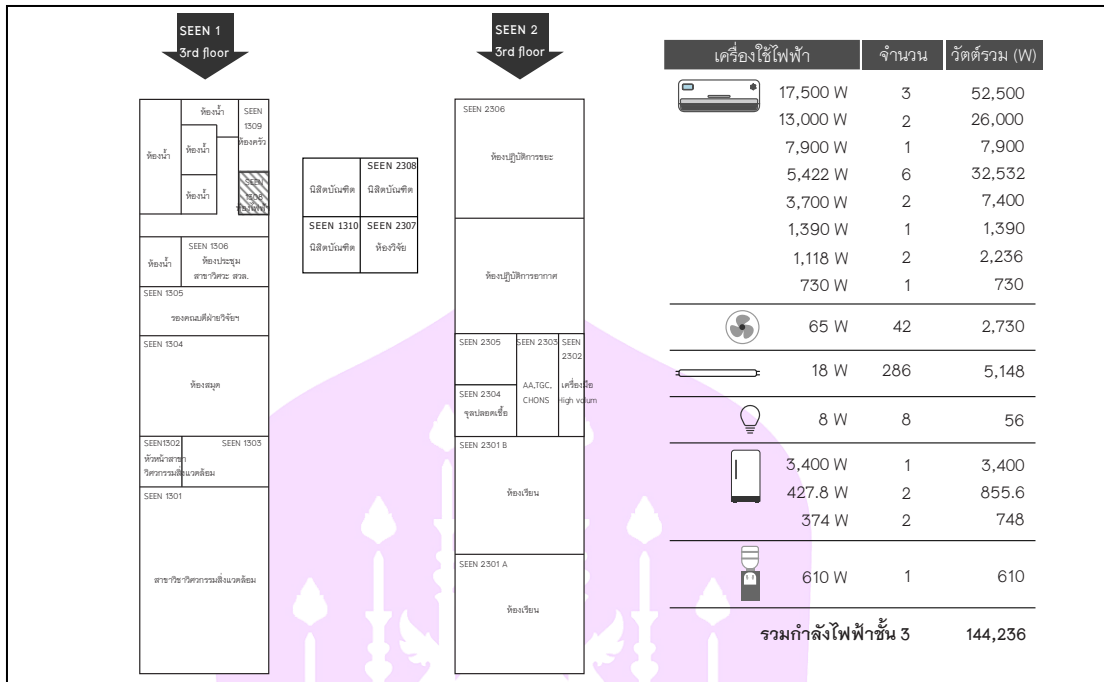
ดำเนินการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบริเวณอาคารทั้งหมดภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมถึงช่วงเวลาการใช้งาน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับประมาณการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ รวมถึงวางแผนสำหรับการดำเนินนโยบายลดการใช้พลังงานให้สอดคล้องกับการใช้พลังงานอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยจะทำการสำรวจแยกรายชั้นและอาคาร ซึ่งผลสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสดงดังภาพ 16-24 และตาราง 3-11



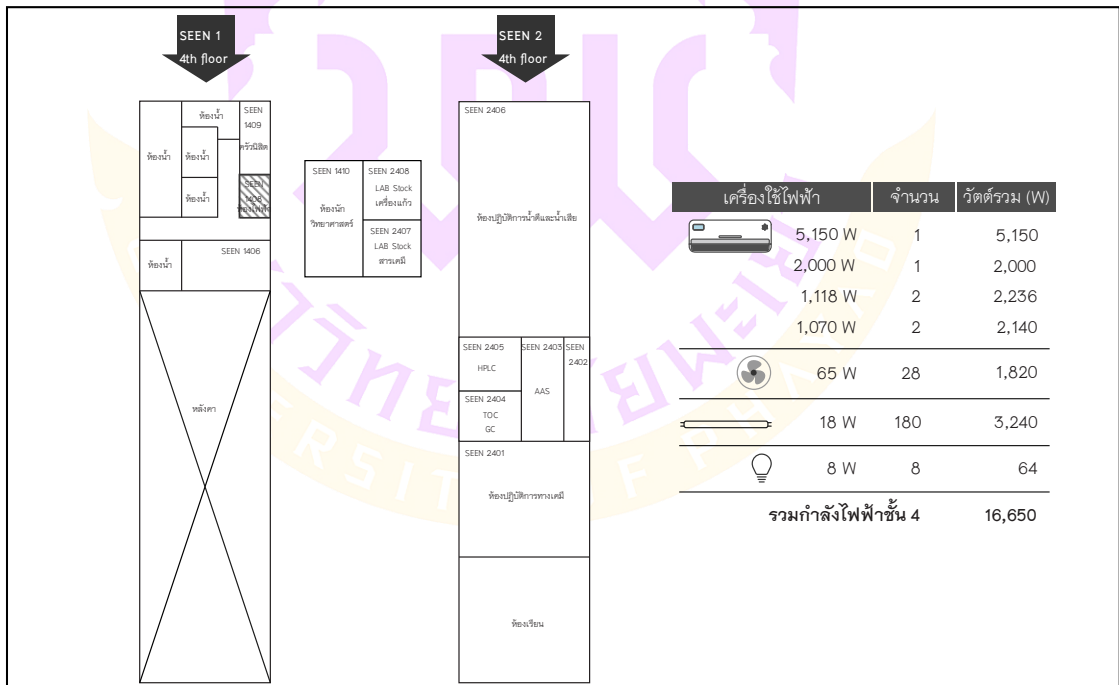
ภาพ 16 ชั้น 1 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 17 ชั้น 2 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



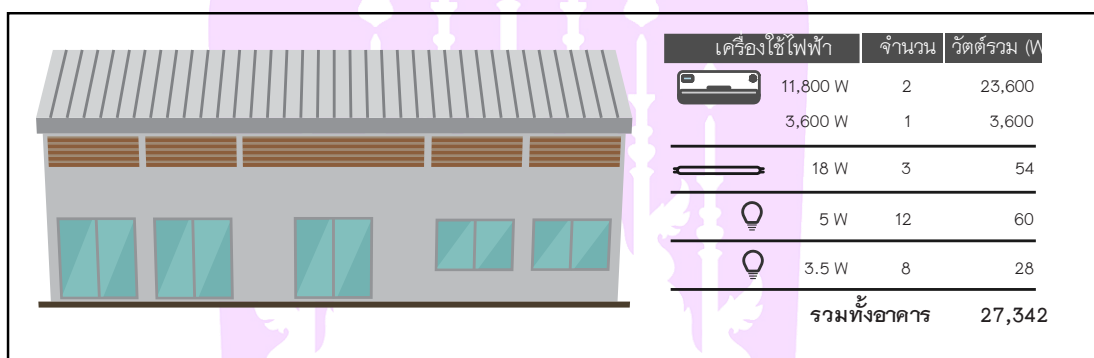
ภาพ 18 ชั้น 3 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



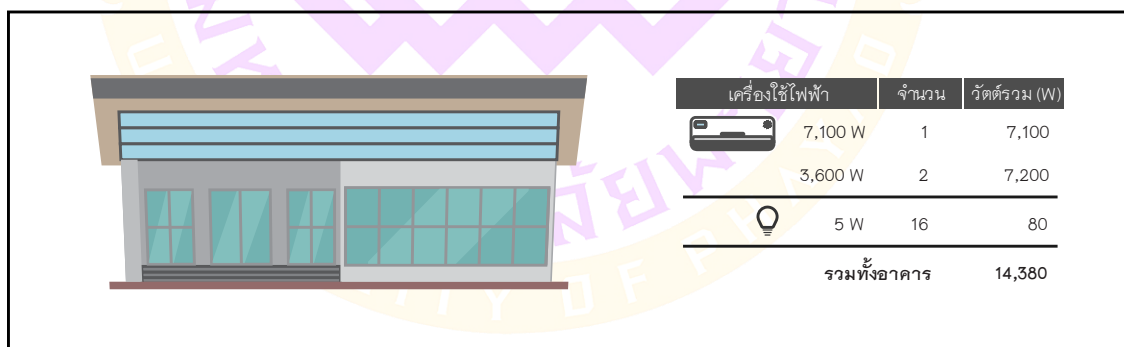
ภาพ 19 ชั้น 4 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



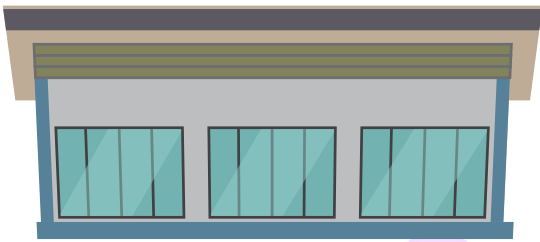
ภาพ 20 อาคารห้องประชุมอาคารห้องประชุมพาวเวอร์เฮาส์





ภาพ 21 อาคารศูนย์เรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน)






ภาพ 22 อาคารสาขาพลังงานทดแทน



เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	วัตต์รวม (W)	
	5,300 W	2	10,600
	3,500 W	2	7,000
	2,700 W	1	2,700
	32 W	8	256
รวมทั้งอาคาร		20,556	

ภาพ 23 อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC)



เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	วัตต์รวม (W)	
	2,700 W	4	10,800
	5 W	25	125
รวมทั้งอาคาร		10,925	

ภาพ 24 อาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)

ตาราง 3 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 1

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ ปี)
SEEN1101	เครื่องปรับอากาศขนาด 17,500 W	9	240
สำนักงานคณะพลังงานฯ	จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 52,500 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด	9	240
	วัตต์รวม 1,440 W		
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว	1	12
	วัตต์รวม 910 W		

ตาราง 3 (ต่อ)

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
SEEN1102,1103 ห้องรองคณบดีฝ่ายกิจการ นิสิต	เครื่องปรับอากาศขนาด 730 W	9	240
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 730 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด วัตต์รวม 108 W	9	240
	ตู้เย็นขนาด 128 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 128 W	24	365
SEEN1204 ห้องคณบดี	เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 W	9	240
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 13,000 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 144 W	9	240
SEEN1204 ห้องประชุมชั้น 1	เครื่องปรับอากาศขนาด 10,900 W	4	96
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 10,900 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 4 หลอด วัตต์รวม 72 W	4	96
SEEN1204 ห้องเลขาคณบดี	เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 W	9	240
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 13,000 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด วัตต์รวม 108 W	9	240
SEEN1205 ห้อง ผอ.ศูนย์วิจัยพลังงาน และสิ่งแวดล้อม	เครื่องปรับอากาศขนาด 3,700 W	9	240
	จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 7,400 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด วัตต์รวม 108 W	9	240
	ตู้น้ำดื่มขนาด 610 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 610 W	24	365
ห้องน้ำชั้น 1	หลอดไฟ 8 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 64 W	9	240
ห้องครัว	หลอดไฟ 18 W จำนวน 2 หลอด วัตต์รวม 36 W	9	240
	ตู้เย็นขนาด 220 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 220 W	24	365

ตาราง 4 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณชั้น 2

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
SEEN1201 ห้องพักอาจารย์สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	เครื่องปรับอากาศขนาด 17,500 W	9	240
	จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 52,500 W		
	เครื่องปรับอากาศขนาด 7,900 W	9	240
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 7,900 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด	9	240
	วัตต์รวม 1,440 W		
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว	1	12
	วัตต์รวม 910 W		
	SEEN1202, 1203		
	เครื่องปรับอากาศขนาด 730 W	2	48
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 730 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด	2	48
	วัตต์รวม 108 W		
	ตู้เย็นขนาด 220 W จำนวน 1 เครื่อง	24	365
	วัตต์รวม 220 W		
	ตู้น้ำดื่มขนาด 610 W จำนวน 1 เครื่อง	24	365
	วัตต์รวม 610 W		
	SEEN1204		
ห้องประชุมชั้น 2	เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 W	4	96
	จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 26,000 W		
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 18 หลอด	4	96
	วัตต์รวม 324 W		
SEEN1205			
ห้องรองคณบดี	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,118 W	9	240
	จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 2,236 W		
ฝ่ายวิชาการ	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด	9	240
	วัตต์รวม 108 W		
SEEN1206			
ห้องประชุมสาขา	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,390 W	4	24
	จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 1,390 W		
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	หลอดไฟ 18 W จำนวน 2 หลอด	4	24
	วัตต์รวม 36 W		

ตาราง 4 (ต่อ)

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
ห้องน้ำชั้น 2	หลอดไฟ 8 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 64 W	9	240
SEEN2201 ห้องปฏิบัติการวิจัย วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W	4	48
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	4	48
SEEN2202, 2203, 2204, 2205	หลอดไฟ 18 W จำนวน 14 หลอด วัตต์รวม 252 W	2	48
	ตู้เย็นขนาด 68 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 68 W	24	365
	ตู้เย็นขนาด 100 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 100 W	24	365
	ตู้เย็นขนาด 214 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 214 W	24	365
	ตู้แช่แข็งขนาด 106 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 106 W	24	365
	ตู้แช่แบบ 2 ประตู ขนาด 427.8 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 428 W	24	365
SEEN2206 ห้องปฏิบัติการวิจัย พลังงานทดแทนและ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W	4	48
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	4	48
	ตู้เย็นขนาด 100 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 200 W	24	365

ตาราง 5 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณชั้น 3

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
SEEN1301 ห้องพักอาจารย์สาขา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	เครื่องปรับอากาศขนาด 17,500 W จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 52,500 W	9	240
	เครื่องปรับอากาศขนาด 7,900 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 7,900 W	9	240
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W	9	240
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	1	12
SEEN1302, 1303	เครื่องปรับอากาศขนาด 730 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 730 W	4	48
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด วัตต์รวม 108 W	4	48
SEEN1304 ห้องสมุด	เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 26,000 W	4	48
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 18 หลอด วัตต์รวม 324 W	4	48
SEEN1305 ห้องรองคณบดีฝ่ายวิจัยฯ	เครื่องปรับอากาศขนาด 3,700 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 7,400 W	9	240
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 6 หลอด วัตต์รวม 108 W	9	240
SEEN1306 ห้องประชุมสาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,390 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 1,390 W	4	24
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 2 หลอด วัตต์รวม 36 W	4	24
ห้องนำชั้น 3	หลอดไฟ 8 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 64 W	9	240

ตาราง 5 (ต่อ)

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
SEEN2301 ห้องเรียน	เครื่องปรับอากาศขนาด 5,422 W จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 16,266 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W	9	240
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	9	240
	ตู้ควบคุมอุณหภูมิ BIOBASE ขนาด 3,400 W จำนวน 1 ตู้ วัตต์รวม 3,400 W	1	12
		24	365
SEEN2302, 2303, 2304, 2305	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,118 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 2,236 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 14 หลอด วัตต์รวม 252 W	9	240
		9	240
SEEN2306	เครื่องปรับอากาศขนาด 5,442 W จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 16,326 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W	9	240
	พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	9	240
	ตู้แช่แบบ 2 ประตู ขนาด 427.8 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 855.6 W	1	12
	ตูบ่มเชื้อ BOD ขนาด 374 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 748 W	24	365
		24	365

ตาราง 6 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณชั้น 4

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
SEEN1401	เครื่องปรับอากาศขนาด 2,000 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 2,000 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 4 หลอด วัตต์รวม 72 W	9 9	240 240
SEEN1406	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,070 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 2,140 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 2 หลอด วัตต์รวม 36 W	9 9	240 240
ห้องน้ำชั้น 4	หลอดไฟ 8 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 64 W	9	240
SEEN2401 ห้องเรียน	เครื่องปรับอากาศขนาด 5,150 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 5,150 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	9 9 1	240 240 12
SEEN2402, 2403, 2404, 2405	เครื่องปรับอากาศขนาด 1,118 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 2,236 W หลอดไฟ 18 W จำนวน 14 หลอด วัตต์รวม 252 W	2 2	12 12
SEEN2406	หลอดไฟ 18 W จำนวน 80 หลอด วัตต์รวม 1,440 W พัดลมเพดาน 65 W จำนวน 14 ตัว วัตต์รวม 910 W	9 9	144 144

ตาราง 7 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณอาคารห้องประชุมอาคารห้องประชุมพาวเวอร์เฮาส์

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
อาคารห้องประชุม พาวเวอร์เฮาส์	เครื่องปรับอากาศขนาด 5,300 W จำนวน 3 เครื่อง วัตต์รวม 15,900 W	4	48
	หลอดไฟ 5 W จำนวน 15 หลอด วัตต์รวม 75 W	4	48

ตาราง 8 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณอาคารศูนย์เรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน)

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
อาคารศูนย์เรียนรู้ ทางด้านพลังงานและ สิ่งแวดล้อม (บ้านดิน)	เครื่องปรับอากาศขนาด 11,800 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 23,600 W	9	96
	เครื่องปรับอากาศขนาด 3,600 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 3,600 W	9	96
	หลอดไฟ 18 W จำนวน 3 หลอด วัตต์รวม 54 W	9	96
	หลอดไฟ 5 W จำนวน 12 หลอด วัตต์รวม 60 W	9	96
	หลอดไฟ 3.5 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 28 W	9	96

ตาราง 9 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
บริเวณอาคารสาขาพลังงานทดแทน

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
อาคารสาขาพลังงาน ทดแทน	เครื่องปรับอากาศขนาด 7,100 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 7,100 W	9	240
	เครื่องปรับอากาศขนาด 3,600 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 7,200 W	9	240
	หลอดไฟ 5 W จำนวน 16 หลอด วัตต์รวม 80 W	9	240

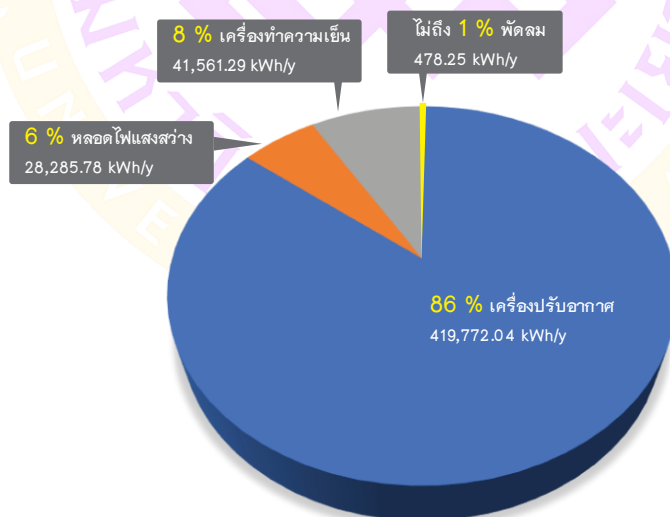
ตาราง 10 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและ  
สิ่งแวดล้อมบริเวณอาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลง  
ภูมิอากาศ (APCC)

สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
อาคารหน่วยวิจัยมลพิษ บรรยากาศและการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC)	เครื่องปรับอากาศขนาด 5,300 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 10,600 W	9	240
	เครื่องปรับอากาศขนาด 3,500 W จำนวน 2 เครื่อง วัตต์รวม 7,000 W	9	240
	เครื่องปรับอากาศขนาด 2,700 W จำนวน 1 เครื่อง วัตต์รวม 2,700 W	9	240
	หลอดไฟ 32 W จำนวน 8 หลอด วัตต์รวม 256 W	9	240

ตาราง 11 แสดงชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและ  
สิ่งแวดล้อมบริเวณอาคารศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)

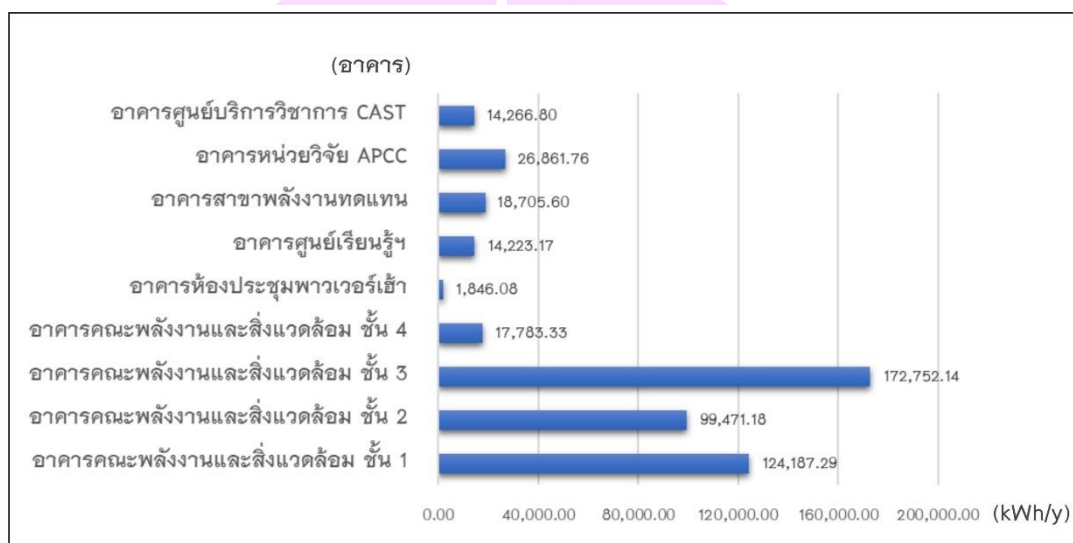
สถานที่	รายการ	ช่วงเวลา การใช้งาน (ช.ม.)	ช่วงเวลา การใช้งาน (วัน/ปี)
อาคารศูนย์บริการและ ถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)	เครื่องปรับอากาศขนาด 2,700 W	9	240
	จำนวน 4 เครื่อง วัตต์รวม 10,800 W หลอดไฟ 5 W จำนวน 25 หลอด วัตต์รวม 125 W	9	240

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยาทั้งหมด โดยพิจารณาถึงอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนรวมที่ใช้ร่วมกันไม่ส่งผลกระทบต่อภาระงานของบุคลากรในคณะฯ ที่สำคัญเป็นอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถ กำหนดนโยบาย แนวทางการใช้ไฟร่วมกันได้และส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า จึงแบ่งประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟฟ้า แสงสว่าง เครื่องทำความเย็น และพัดลม โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 86, ร้อยละ 8, ร้อยละ 6 และร้อยละ 1 ตามลำดับ



ภาพ 25 การแบ่งสัดส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปีแยกรายอาคาร พบว่า หากอาคารมีการใช้งานเต็มรูปแบบ อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจะมีการใช้ไฟฟ้ามากกว่าอาคารภายนอกมาก โดยจะมีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในชั้น 3 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมา คือ ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 25 -26 โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขประกอบการตัดสินใจในการออกแบบระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา



ภาพ 26 แสดงการใช้ไฟคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### การออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า

#### 1. การระบุตำแหน่งของการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า

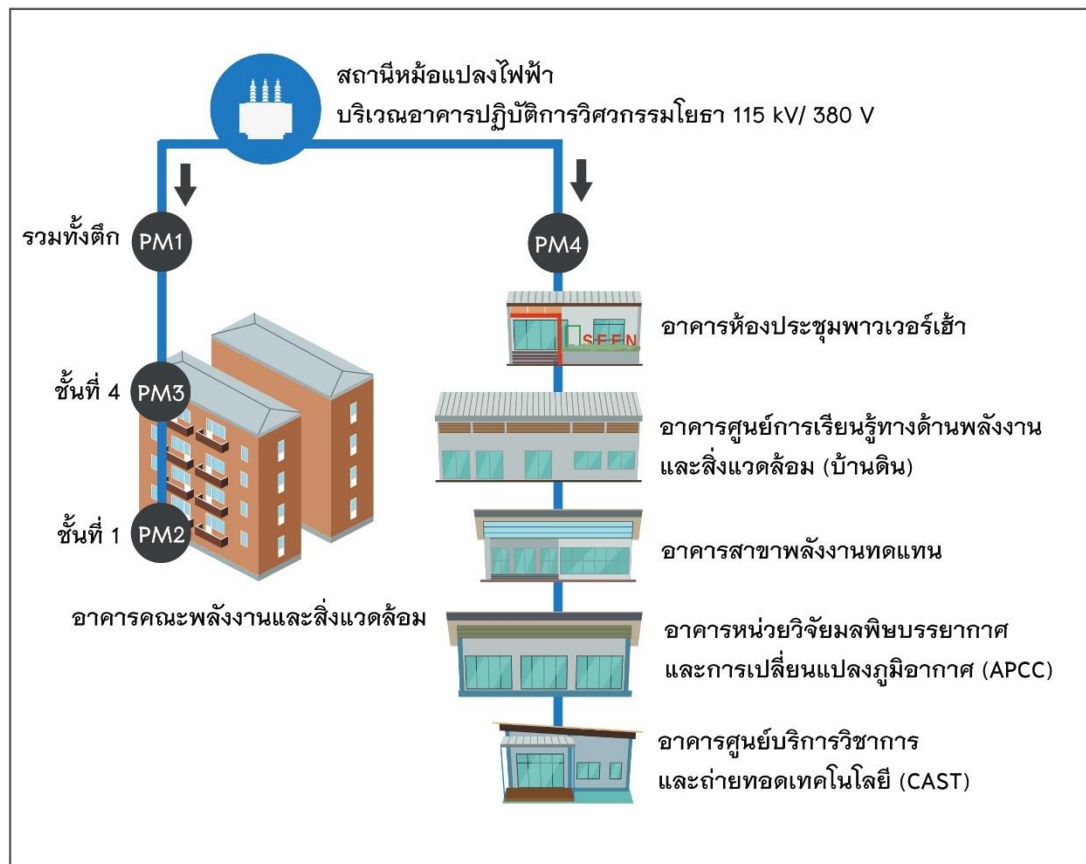
การออกแบบสำหรับการติดตามการใช้ไฟฟ้านั้น ยังมีการติดตั้งจุดตรวจวัดมากเท่าใดจะยิ่งทำให้การติดตามการใช้ไฟฟ้าและการดำเนินนโยบายการลดการใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้ ออกแบบการติดตั้งบนพื้นฐานของงบประมาณที่จำกัด และต้องสามารถติดตามการใช้ไฟฟ้าในจุดที่มีการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเลือกจุดติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าจึงได้ออกแบบรูปแบบการติดตั้ง และคัดเลือกพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จากพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากร โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) กลุ่มสำนักงานคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2) กลุ่มนิสิต และ 3) กลุ่มนักวิจัย

ซึ่งมีลักษณะการทำงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า และเวลา ที่แตกต่างกัน ที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงได้ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าจำนวนทั้งสิ้น 4 จุด ในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 12 แสดงจุดติดตั้งมิเตอร์ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

จุดติดตั้ง	วัตถุประสงค์
PM 1 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม	ติดตามการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายใน อาคารตึกแฝดของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม
PM 2 ชั้น 1 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม	ติดตามการใช้ไฟฟ้าบริเวณชั้น 1 ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ห้องสำนักงานคณะ ห้องผู้บริหาร ศูนย์ปฏิบัติการทดสอบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการใช้ไฟฟ้ามามากที่สุด
PM 3 ชั้น 4 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม	ติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตที่ทำวิจัย
PM 4 อาคารรอบคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม	ติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารภายนอก ประกอบด้วย ห้องประชุม พาวเวอร์เฮาส์ อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)

ซึ่งการออกแบบการติดตั้งดังกล่าว การติดตามการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจะสามารถติดตามได้จากการใช้ไฟฟ้ารวมของมิเตอร์ PM 1 และ PM 4 โดยแผนผังการติดตั้งมิเตอร์ในตำแหน่งต่าง ๆ แสดงดังภาพ 27

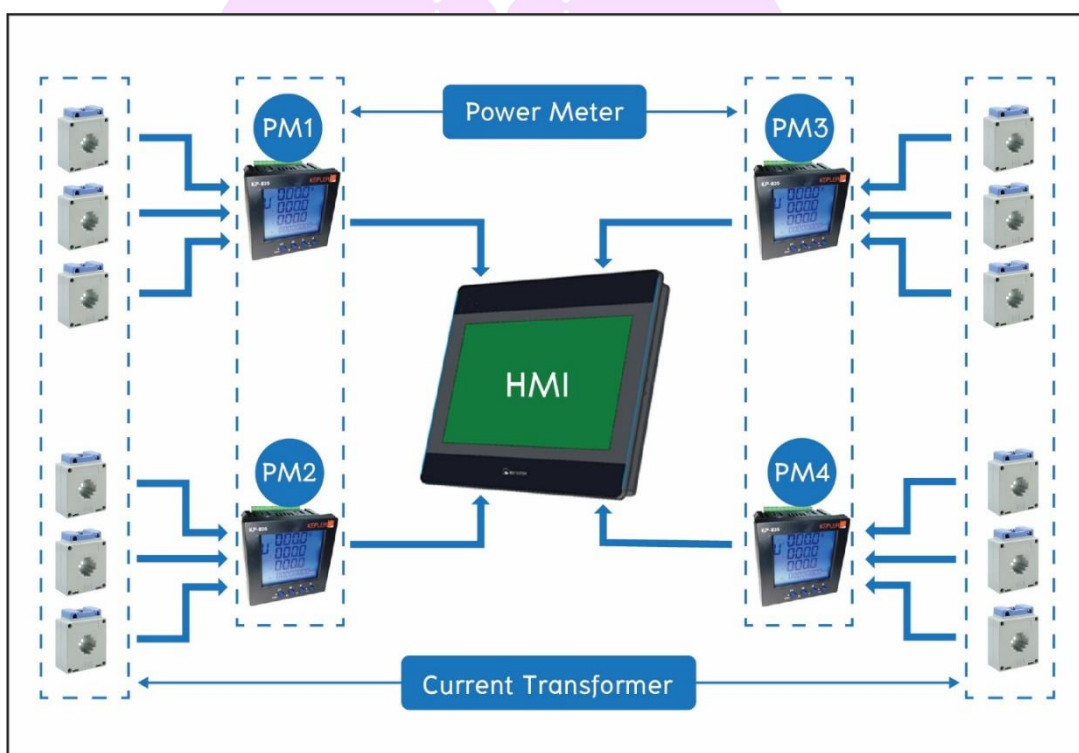


ภาพ 27 แสดงการออกแบบและการติดตั้งมิเตอร์

## 2. การติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

การติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ประกอบไปด้วยตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) และอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) จุดบริเวณการติดตั้งจะเริ่มจากอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมซึ่งมีการติดตามการใช้ไฟฟ้า 3 จุด ลักษณะการเดินระบบไฟฟ้าหลักของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม บริเวณชั้น 2 เป็นตู้ MDB หลักที่กระจายไฟฟ้าไปแต่ละชั้น ในการติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) จะคล้องสายที่จ่ายไฟฟ้าไปตู้ MDB ย่อยในแต่ละชั้น รวมทั้งหมดของอาคารคณะ ชั้น 1 และชั้น 4 จะรวมกันอยู่ที่ชั้น 2 ซึ่งง่ายต่องานเดินสายต่อสัญญาณไปยังมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) ทั้ง 3 ตัวได้แก่ PM 1, PM 2 และ PM 3 รวมถึงอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) และในส่วนติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารภายนอก ประกอบด้วยอาคารพาวเวอร์เฮ้าส์ อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคาร

สาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST) จะเป็นบริเวณสถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ Unit Substation ซึ่งเป็นจุดรวมที่ระบบไฟฟ้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับกลุ่มอาคารกลุ่มนี้จึงเป็นจุดติดตั้งติดตั้งอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) และมีเตอร่วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) PM 4 ค่าที่วัดได้จะส่งข้อมูลไปอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) ที่อยู่ชั้น 2 ของคณะฯ เพื่อรวบรวมข้อมูลในการส่งขึ้นระบบคลาวด์และทำการประมวลผลต่อไป

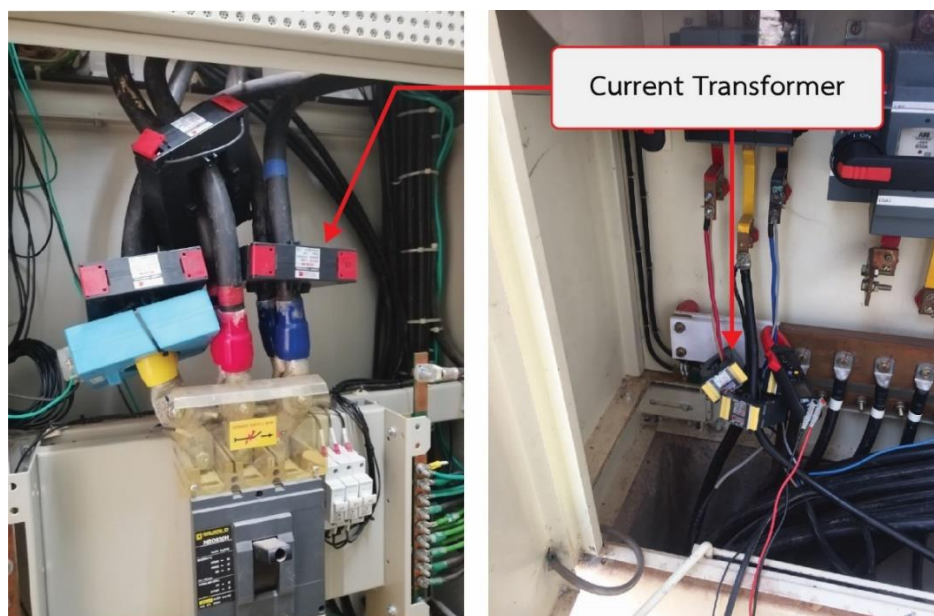


ภาพ 28 แสดงการติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์

## 2.1 การติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ประกอบการวัดค่าทางไฟฟ้าใช้ต่อร่วมกับ Power Meter โดยทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้า หรือลดทอนกระแสไฟฟ้า (Step down) เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัด ในงานวิจัยนี้จุดติดตั้งจะเป็นบริเวณตู้ MDB ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับโหนดในอาคาร ในการติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) ต้องมีการดับกระแสไฟฟ้าเพื่อนำอุปกรณ์ติดตั้งครอบบริเวณสายไฟฟ้าบนบัสบาร์ก่อนที่จะจ่ายไปยังโหนด

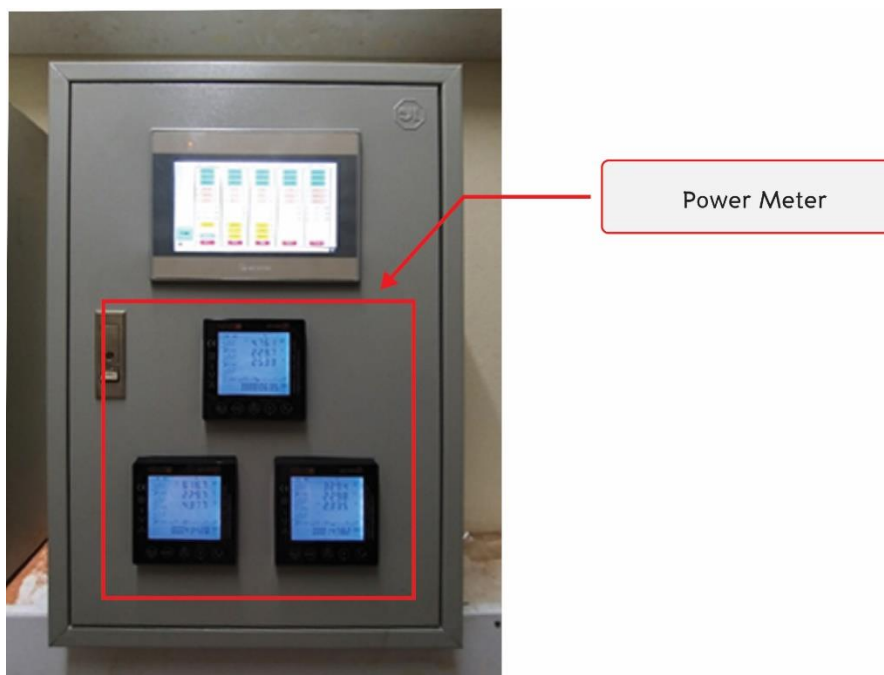
ของจุดที่จะทำการวัดค่าทางไฟฟ้า ซึ่งระบบไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นแบบ 3 เฟส การติดตั้งต้องใช้อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) สามชิ้นต่อมิเตอร์ 1 ชุด



ภาพ 29 การติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer)

## 2.2 การติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter)

มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) เป็นอุปกรณ์รับค่าทางไฟฟ้าจากตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) โดยการเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ต RS-485 ในการรับข้อมูลอินพุตกระแส (Current Input) และอินพุตแรงดัน (Voltage Inputs) เพื่อให้นำมาแปลงค่าแสดงค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ กระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้าจริง โดยจะช่วยบอกค่าทางไฟฟ้าในการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้องเพื่อนำข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินผล ซึ่งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยาได้ใช้พาวเวอร์มิเตอร์ จำนวน 4 ตัว บริเวณติดตั้งโดย มิเตอร์ PM 1, PM 2, PM 3 จะติดตั้งบริเวณห้อง MDB ชั้น 2 ห้อง ส่วน PM 4 จะติดตั้งตรงบริเวณสถานีหม้อแปลงไฟฟ้า ที่อยู่บริเวณอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา



ภาพ 30 แสดงการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า PM 1, PM 2 และ PM 3

### 2.3 ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI)

เป็นอุปกรณ์ที่รับค่าจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) ซึ่งคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้มีการติดตั้ง Power Meter จำนวน 4 ตัว โดยรับข้อมูลจากพอร์ต RS-485 ในการรับค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ กระแส แรงดัน และพลังงานไฟฟ้ามายังอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) แล้วนำมาเขียนโปรแกรมให้ตามเงื่อนไขเพื่อให้แสดงผลและเก็บข้อมูลได้ตามที่ต้องการ และเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อนำส่งข้อมูลเพื่อจัดเก็บในระบบ Cloud และแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 31 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI)

### 3. การส่งผ่าน ประมวลผลและแสดงผล

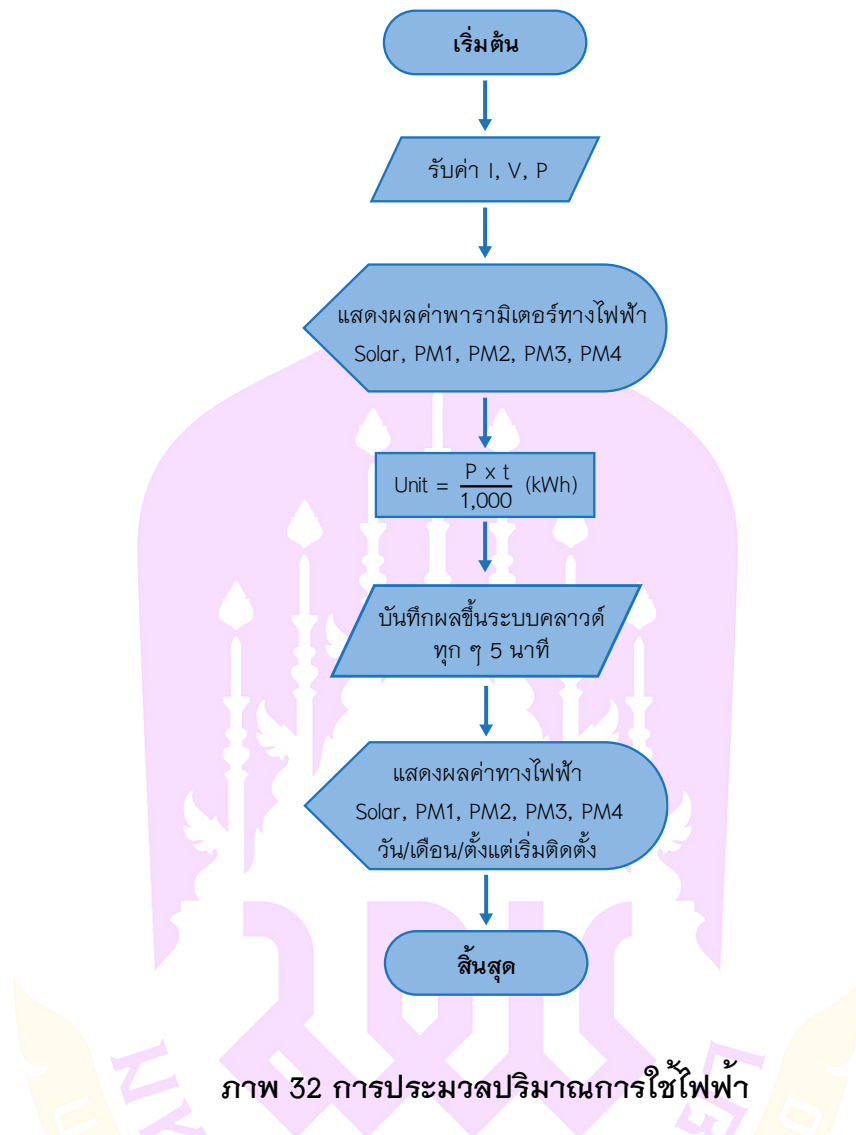
#### 3.1 การส่งผ่านข้อมูลและประมวลผล

การประมวลผลเป็นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) โดยจะส่งค่า อินพุตกระแส (Current Input) และอินพุตแรงดัน (Voltage Inputs) เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดมายังมิเตอร์พลังงานไฟฟ้า (Power Meter) เพื่อแปลงเป็นค่ามาตรฐานทางไฟฟ้าออกมาได้แก่ กระแส (I) แรงดัน (V) กำลังไฟฟ้า (P) และความถี่ (Hz) การแสดงค่าจะอยู่ในช่วงการวัดพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลานั้น แล้วส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Interface: HMI) โดยการโปรแกรมสำหรับประมวลผล แสดงผล และการเก็บข้อมูลจากตัวแปรทางไฟฟ้าให้แสดงผลออกมาดังต่อไปนี้

การแสดงค่าทางไฟฟ้า จากภาพ 32 เริ่มต้นจะเป็นการรับค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าจากมิเตอร์ ประกอบด้วย กระแส (I) แรงดัน (V) กำลังไฟฟ้า (P)

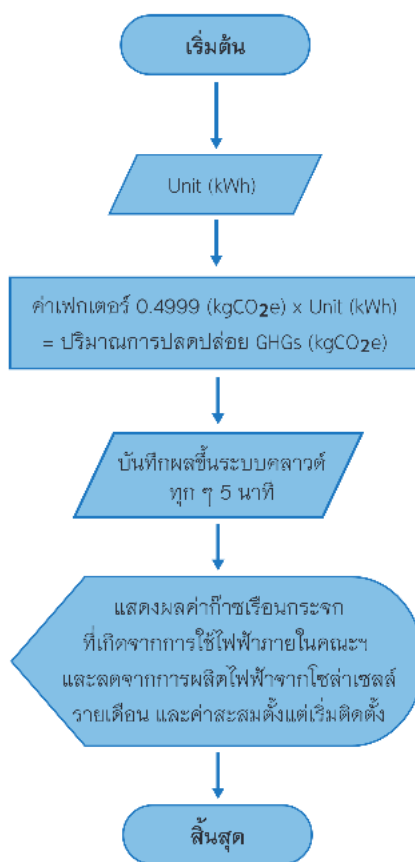
3.1.1 โดยค่าที่รับมาสามารถนำมาแสดงผลออกมาได้แบบเรียลไทม์ แสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละเฟสและแสดงแยกเป็นมิเตอร์ รวมถึงมีการดึงค่าทางไฟฟ้าของการผลิตจากระบบโซลาร์เซลล์ที่มีมิเตอร์ติดตั้งอยู่แล้วมาแสดงผลเพิ่มเติมด้วย

3.1.2 ส่งค่ากำลังไฟฟ้า (P) มาประมวลผลให้เป็นหน่วยค่าทางไฟฟ้าเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์: kW) แล้วเก็บข้อมูลให้ได้ทุก ๆ 5 นาที แล้วดึงค่าออกมาแสดงผลแต่ละมิเตอร์ โดยมีการแสดงผลออกมาเป็นรายวัน/ รายเดือน/ รายปี



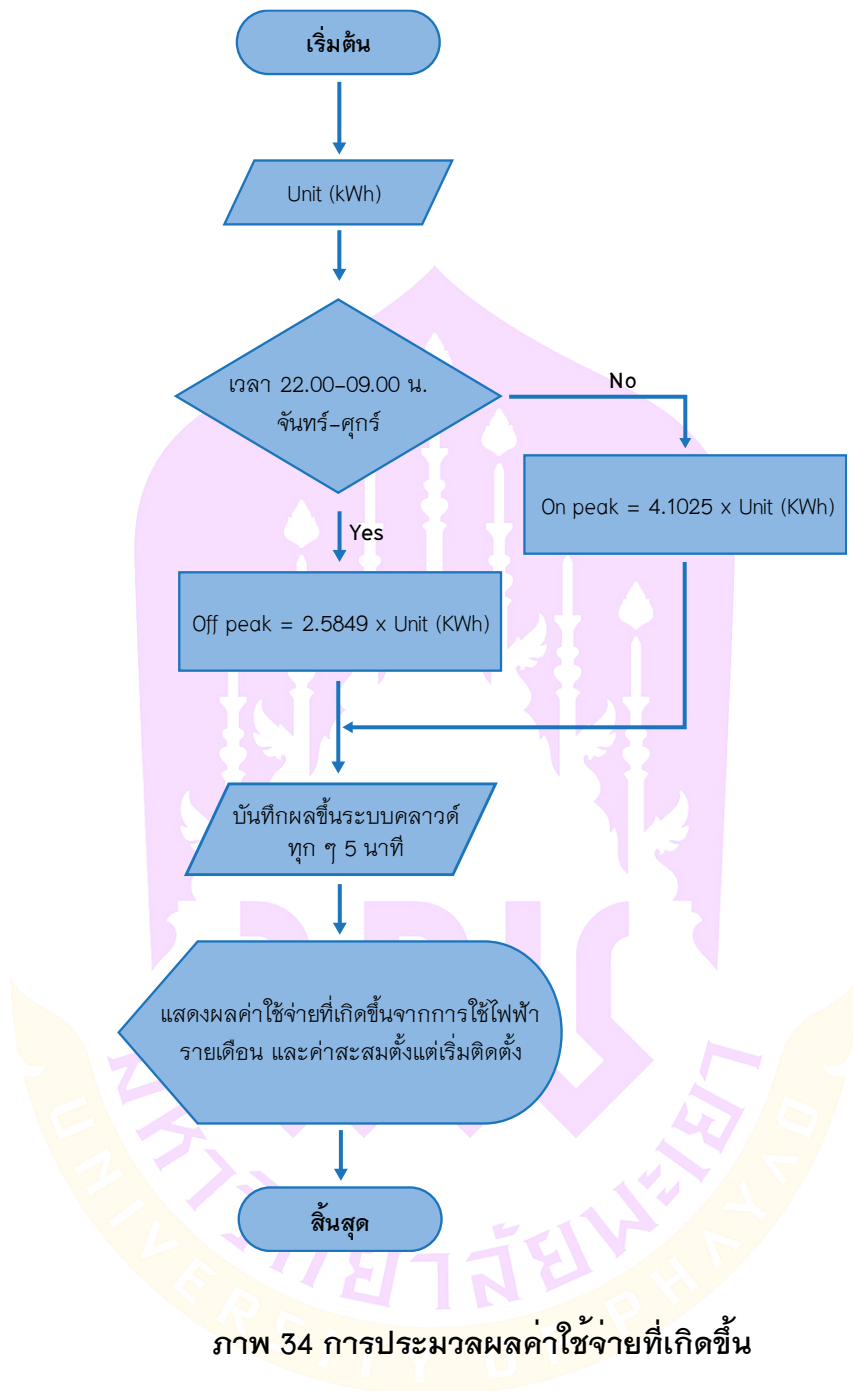
ภาพ 32 การประมวลปริมาณการใช้ไฟฟ้า

ภาพ 33 เป็นการประมวลผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์ โดยจะดึงค่า Unit (kWh) มาประมวลกับค่าเฟกเตอร์ของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยให้แสดงผลออกมาเป็นรายเดือนรวมถึงแสดงเป็นค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้งมา

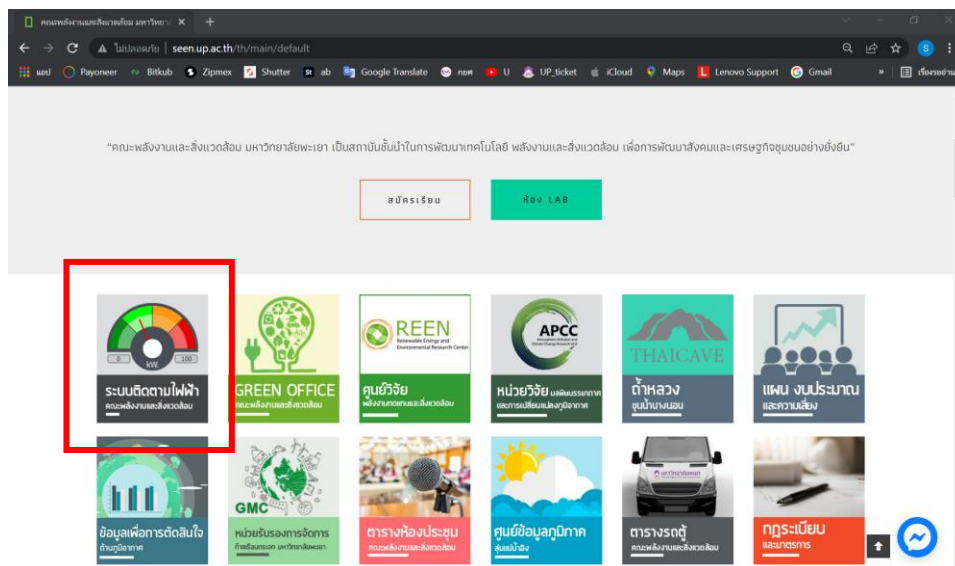


ภาพ 33 การประมวลผลค่าก๊าซเรือนกระจก

จากภาพ 33 เป็นการประมวลผลค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมโดยจะดึงค่า Unit (kWh) มาประมวลผลกับค่า TOU โดยมีเงื่อนไขถ้าใช้เวลา 22.00-09.00 น. จันทร์-ศุกร์ และวันหยุดราชการ ให้ทำการนำค่า Unit (kWh) x ค่าเฟกเตอร์ Off peak และส่งมาบันทึกค่าทุก 5 นาทีแล้วแสดงผล และถ้าเงื่อนไขไม่ใช่ให้นำค่า Unit (kWh) x ค่าเฟกเตอร์ On peak และส่งค่ามาบันทึกผลทุก 5 นาทีแล้วแสดงผล ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นแบบรายเดือน และค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้ง

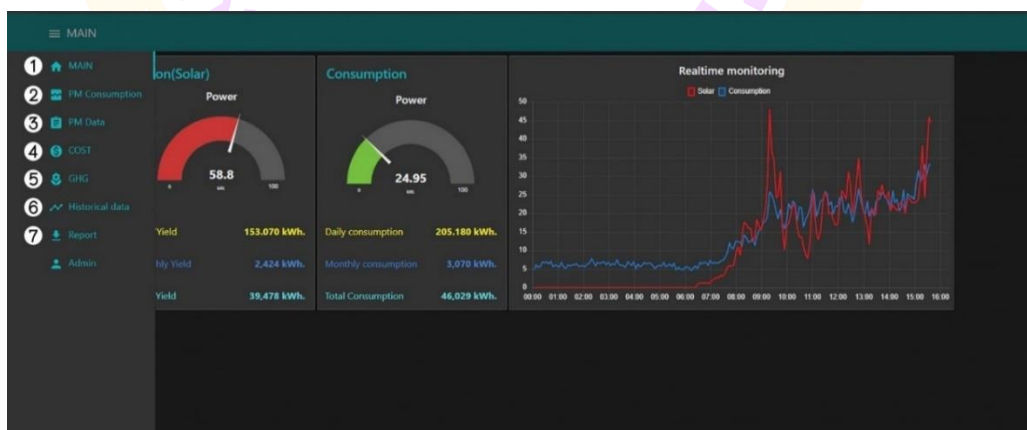


### 3.2 การแสดงผล



ภาพ 35 เว็บไซต์คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลทางไฟฟ้าทั้งหมดในหัวข้อ 3.1 จะถูกเก็บ ประมวลผล และแสดงผลผ่านเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพ 35 โดยระบบติดตามระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยาจะมีการแสดงผลแบ่งออกเป็น 7 หน้าต่างแสดงผล ดังภาพ 36

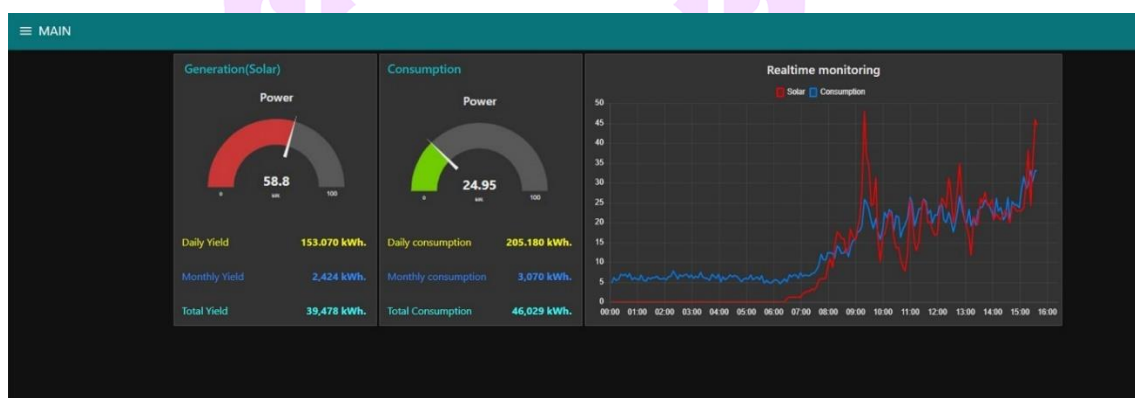


ภาพ 36 หน้าต่างแสดงผลของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

รายละเอียดหน้าต่างแสดงผลทั้ง 7 ประกอบด้วย

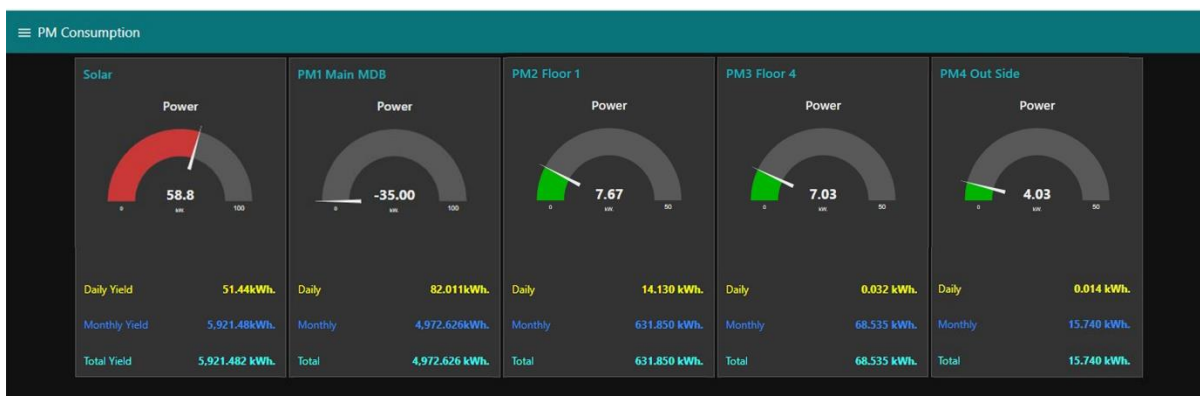
1. หน้าต่างแสดง Main
2. หน้าต่างแสดง PM Consumption
3. หน้าต่างแสดง PM Data
4. หน้าต่างแสดง COST
5. หน้าต่างแสดง GHG
6. หน้าต่างแสดง Historical Data
7. หน้าต่างแสดง Report

1. หน้าต่างแสดง Main แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าแยกระหว่างพลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ Generation (Solar) และการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม Consumption ในการแสดงผลโดยมีเสกอลบอกการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ มีการแสดงผล แบบรายวัน รายเดือน และค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้งระบบ โดยมีกราฟแสดงผลค่าทางไฟฟ้าภายใน 1 วัน แสดงดังภาพ 37



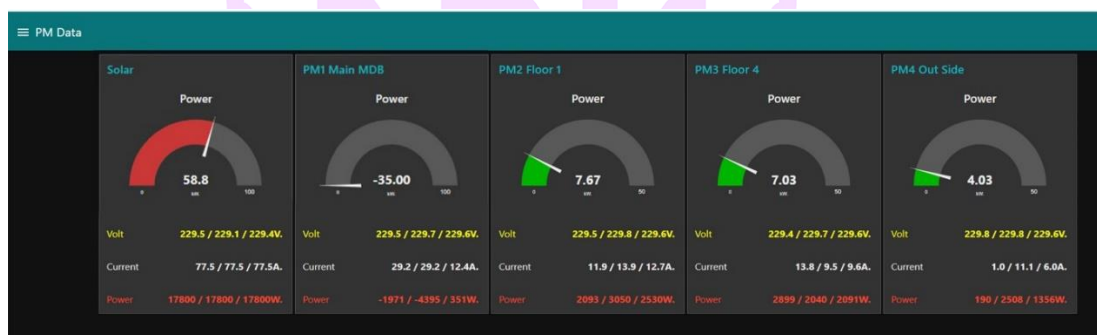
ภาพ 37 หน้าแสดงผลหน้าต่าง Main

2. หน้าต่างแสดงผล PM Consumption จะเป็นการแสดงผลแยกแต่ละมิเตอร์ที่ติดตั้งแต่ละจุด โดยมีเสกอลแสดงผลเป็นช่วงเรียลไทม์ และมีผลรวมแสดงค่าทางไฟฟ้า รายวัน รายเดือน และทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้งระบบ ดังภาพ 38



ภาพ 38 หน้าแสดงผลค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า

3. หน้าต่างแสดงผล PM Data ในระบบไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจะเป็นระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส การแสดงผลนี้สามารถมอนิเตอร์ความสมดุลของไฟฟ้าแต่ละเฟสซึ่งมีผลต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าของคณะฯ จึงมีการแสดงผลแบบสเกลให้ทราบปริมาณการใช้พลังงานช่วงเวลานั้น ๆ และแสดงค่าพารามิเตอร์ กระแส (I) แรงดัน (V) กำลังไฟฟ้า (P) ของแต่ละเฟส ดังภาพ 39



ภาพ 39 หน้าแสดงผลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

4. หน้าต่างแสดงผล COST เป็นหน้าแสดงผลค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นช่วงเวลาสำหรับอัตรา TOU แบบรายเดือน และค่าสะสมทั้งหมดตั้งแต่ติดตั้งโดยจะแบ่งการแสดงผลการในระยะเวลา ดังภาพ 40

Monthly Cost	
ON Peak	4,242.36 kWh.
ON Peak Cost	17,404.28 ฿.
OFF Peak	1,908.57 kWh.
OFF Peak Cost	4,933.46 ฿.
Total Cost	22,337.73 ฿.

ภาพ 40 หน้าแสดงผลพาราค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

5. หน้าต่างแสดงผล GHG จะเป็นการแสดงค่าก๊าซเรือนกระจก แสดงดังภาพ 41 โดยมีรายละเอียดที่แสดง ดังนี้

5.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มีค่าสะสมตั้งแต่ติดตั้งระบบ

5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้ารายเดือน

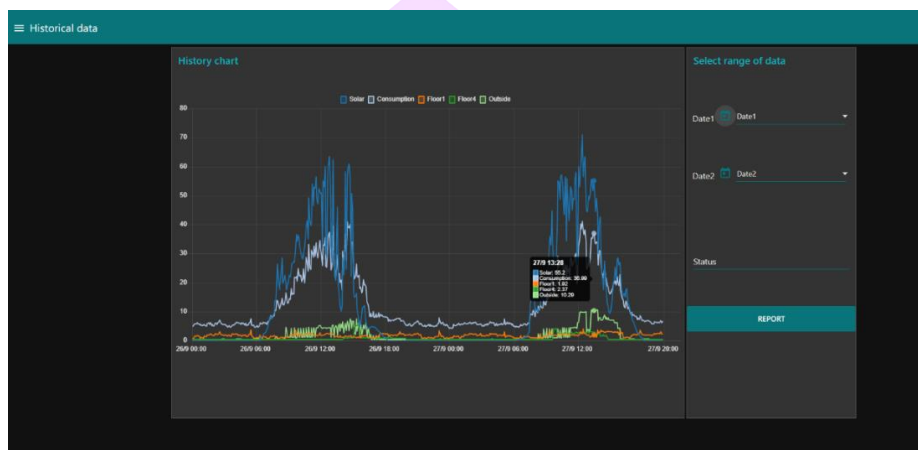
5.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์รายเดือน

5.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการผลิต/ใช้ไฟฟ้า

GHG Profiles	
Accumulated GHG reduction by PV	24,346 Kg.Co2
Monthly GHG Emissions	3,593 Kg.Co2
Monthly GHG reduction by PV	2,707 Kg.Co2
Monthly Overall Emissions	886 Kg.Co2

ภาพ 41 หน้าแสดงผลค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจก

6. หน้าต่างแสดงผล Historical Data เป็นการแสดงกราฟค่าพลังงานไฟฟ้าของมิเตอร์ แต่ละตัวสามารถเลือกดูย้อนหลังโดยที่ช่อง Date1 เป็นค่าเริ่มต้น Date2 เป็นค่าสิ้นสุด แล้วกด REPORT ระบบจะประมวลผลแสดงออกมา ดังภาพ 42



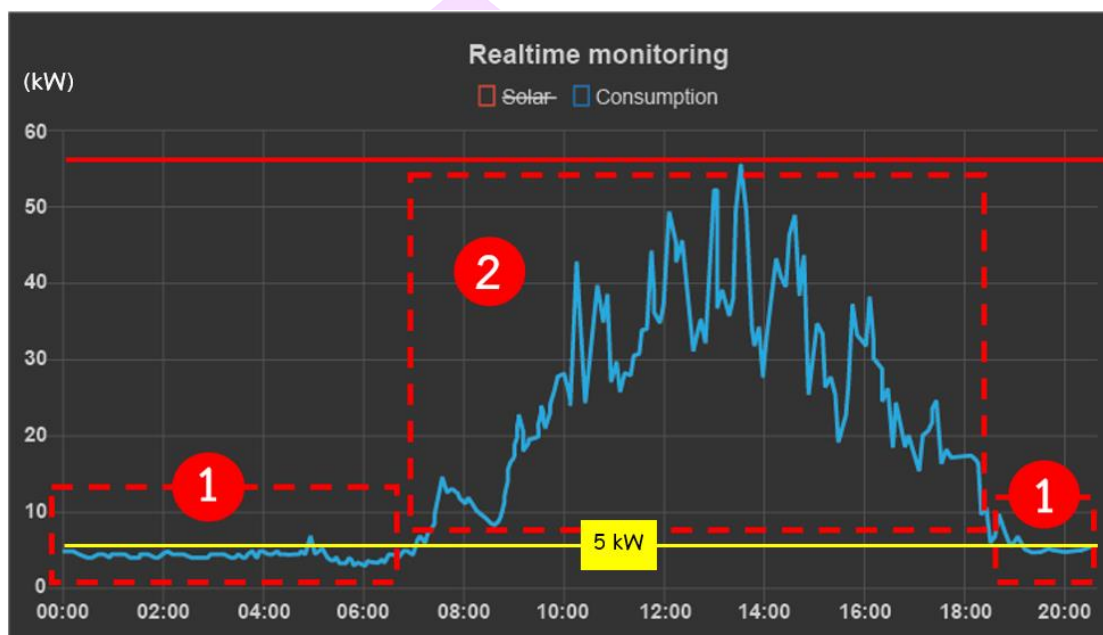
ภาพ 42 หน้าแสดงผลค่า Historical Data

7. หน้าต่างแสดงผล Report เป็นหน้าต่างแสดงผลย้อนหลังของค่าพลังงานไฟฟ้า โดยการเลือกวันที่ต้องการกด CREATE FILE และก็จะแสดง Status ของชื่อไฟล์จะแสดงเป็นวันที่ แล้วกด Download file ระบบจะส่งข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ Excel โดยจะมีข้อมูลในการใช้ไฟฟ้าภายใน 1 วัน ดังภาพ 43

ภาพ 43 หน้าแสดงผลค่า Report

## ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละมิเตอร์จะถูกเก็บไว้บนคลาวด์และแสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยแสดงแบบค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปทุก ๆ 5 นาที แยกเป็นรายมิเตอร์และรายวัน (24 ชั่วโมง) ดังแสดงในภาพ 44

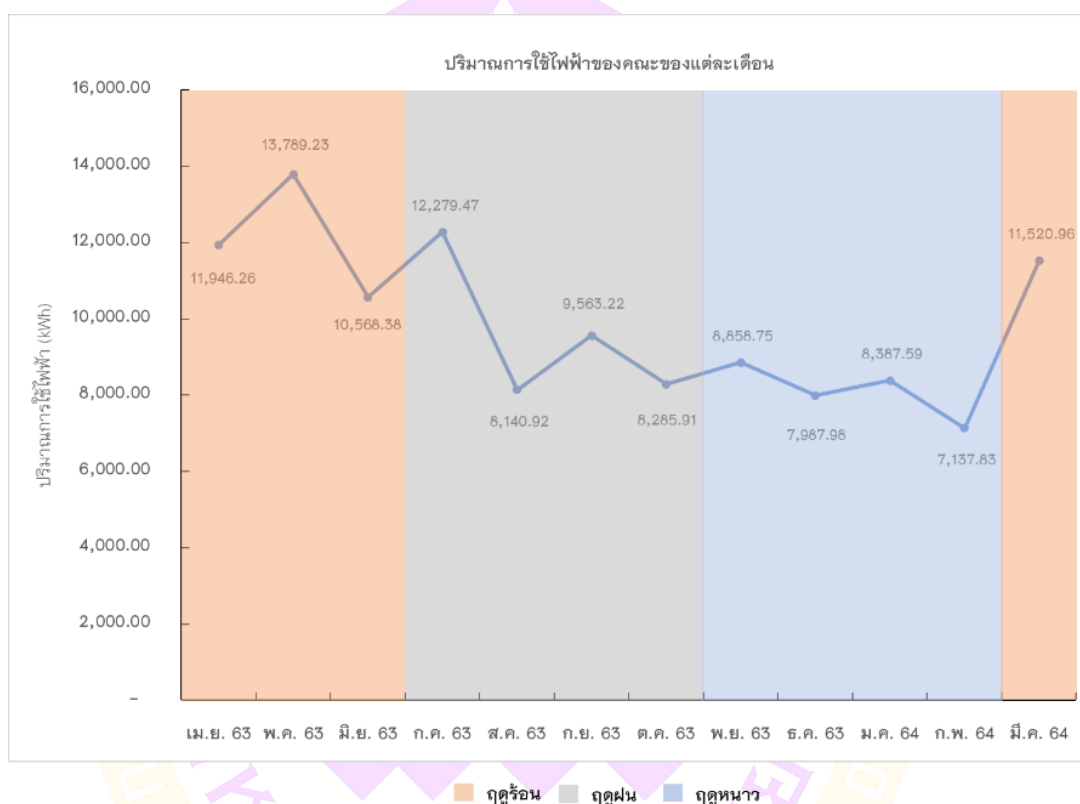


ภาพ 44 แสดงกำลังการใช้ไฟฟ้าภายใน

จากภาพ 44 หลังจากการติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา สามารถสังเกตพฤติกรรมในการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จะมีการมีการใช้ไฟฟ้าฐาน (Base load) อยู่ประมาณ 5 กิโลวัตต์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะประกอบ พบว่า เป็นการใช้ไฟฟ้าในตู้เย็นที่อยู่บริเวณห้องปฏิบัติการชั้น 2 และ 3 ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องมีการเปิดใช้งานตลอดเวลา สำหรับการที่ใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินกิจกรรมประจำวันของอาคาร พบว่า กิจกรรมต่าง ๆ ของคณะ จะเริ่มเวลาประมาณ 6:30 น ของทุกวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาการทำความสะอาดของแม่บ้านที่จะต้องมีการเปิดไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างในการทำ ความสะอาด และจะมีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และมีการใช้ไฟฟ้าในระดับสูงในเวลา ประมาณ 08:30-16.30 น. ซึ่งเป็นเวลาที่เจ้าหน้าที่และอาจารย์เข้ามาปฏิบัติงาน โดยมีการเปิด

ใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าการเปิดเครื่องปรับอากาศส่งผลทำให้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากภายในคณะฯ

หลังจากได้ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ เดือน เมษายน 2563 - เดือน มีนาคม 2564 โดยผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลแสดงดังภาพ 44



ภาพ 45 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ระหว่าง เดือน เมษายน 2563 - เดือน มีนาคม 2564

จากภาพ 45 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือน เมษายน 2563 ถึงเดือนมีนาคม 2564 โดยแบ่งตามฤดูกาล พบว่า มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบุคลากร นิสิต และอาจารย์ โดยในฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน 2563 -มิถุนายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 นั้น มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเดือนพฤษภาคม 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 13,789.23 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนเมษายน 2563 เดือนมีนาคม 2564 และเดือนมิถุนายน

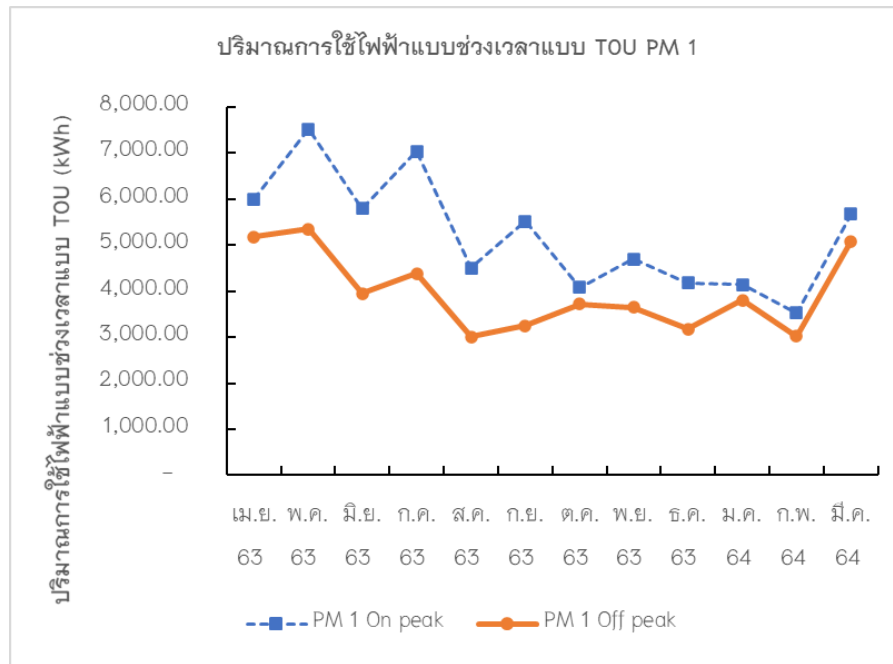
2563 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 11,946.26 kWh 11,520.96 kWh และ 10,568.38 kWh ตามลำดับ

ฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2563-เดือนตุลาคม 2563 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนกรกฎาคม มากที่สุด เท่ากับ 12,279.47 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน ตุลาคม และเดือนสิงหาคม โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 9,563.22 kWh 8,285.91 kWh 8,140.92 kWh ตามลำดับ

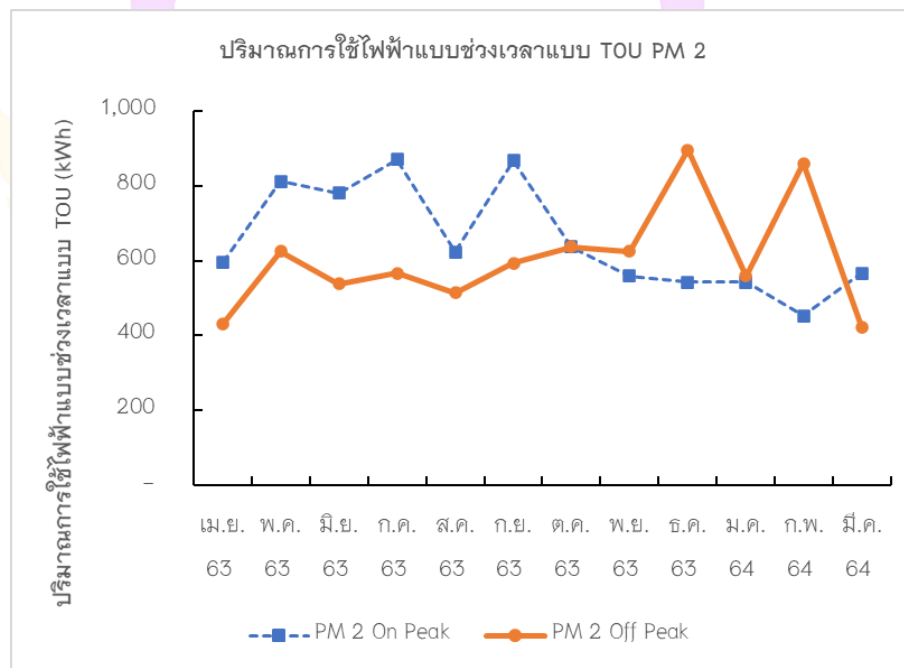
ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563-เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด เท่ากับ 8,858.75 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนมกราคม 2564 ธันวาคม 2563 และ กุมภาพันธ์ 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 8,387.59 kWh 7,987.98 kWh และ 7,137.83 kWh ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าเดือนพฤษภาคม 2563 (13,789.23 kWh) มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด ต่างกับเดือนกุมภาพันธ์ 2564 (7,137.83 kWh) ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 6,651.39 kWh และผลรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าตามฤดูกาลนั้น พบว่า ฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ 47,824.82 kWh ( $\bar{X} = 11,956.21$  kWh) ฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 38,269.52 kWh ( $\bar{X} = 9,567.38$  kWh) ฤดูหนาว มีค่าเท่ากับ 32,372.15 kWh ( $\bar{X} = 8,093.04$  kWh) ทั้งนี้ฤดูร้อนมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าฤดูฝน ถึง 9,555.30 kWh ( $\bar{X} = 2,388.82$  kWh) และมากกว่าฤดูหนาว 15,452.67 kWh ( $\bar{X} = 3863.17$  kWh)

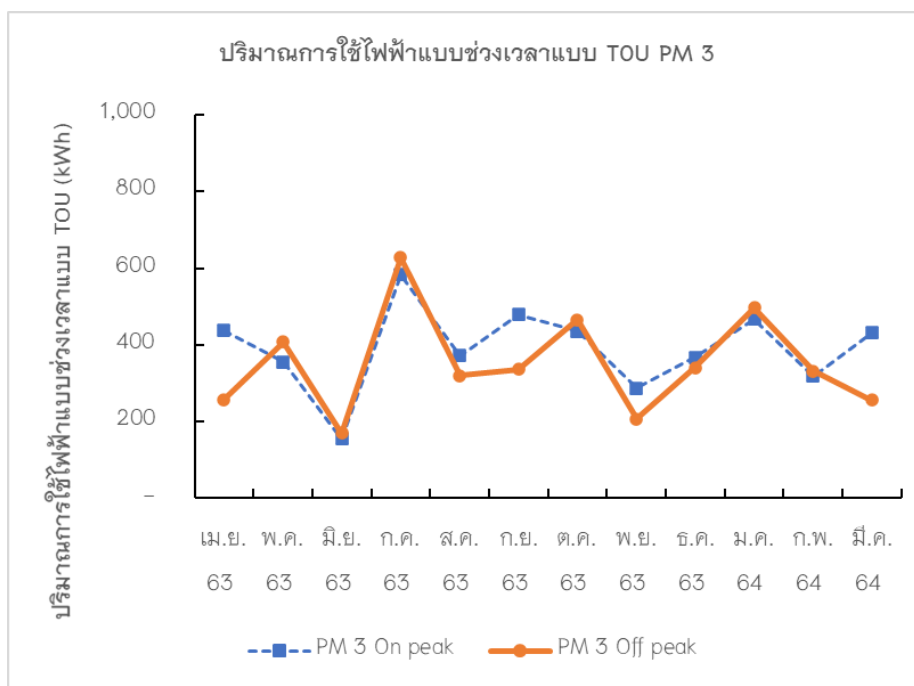
ภาพ 46 – 49 แสดงการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้งาน โดยอ้างอิงตามเวลาการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Time of use rate :TOU) และแยกรายมิเตอร์ (ตามพื้นที่)



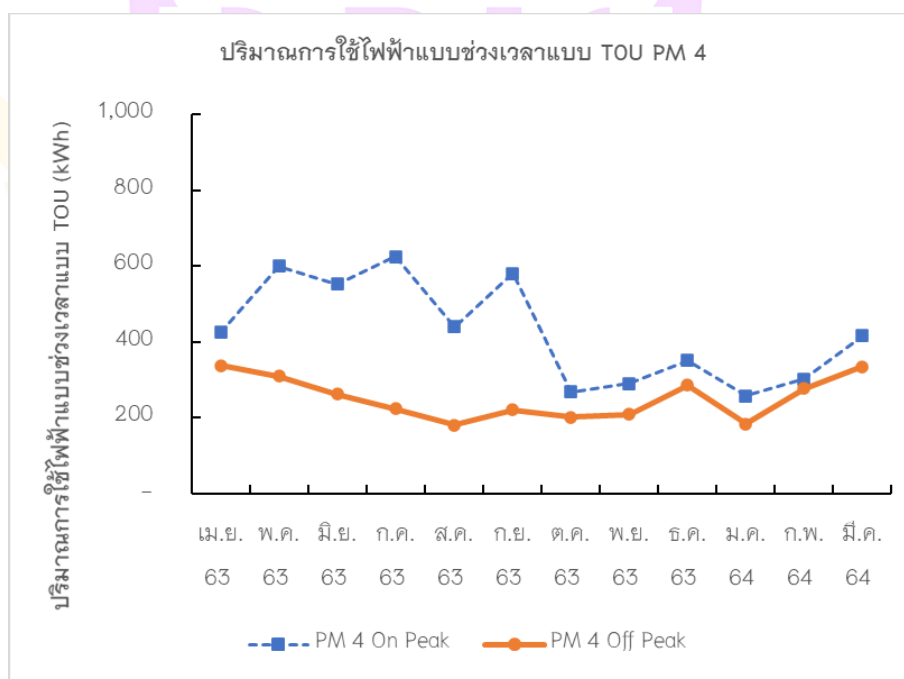
ภาพ 46 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) :  
PM1 (อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม)



ภาพ 47 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) :  
PM2 (ชั้น 1 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม)



ภาพ 48 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) :  
PM3 (ชั้น 4 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม)



ภาพ 49 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate :TOU) :  
PM4 (อาคารรอบคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม)

โดยภาพรวมของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม (มิเตอร์ PM 1 และ มิเตอร์ PM 4) พบว่า มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak คือ มีการใช้ไฟฟ้าในวันจันทร์-ศุกร์ ช่วงเวลา 09.00-22.00 น. เป็นส่วนมาก เนื่องจากเป็นช่วงเวลาทำงานตามเวลาปกติของคณะฯ แต่เมื่อดูรายละเอียดการใช้ไฟฟ้าของพื้นที่บริเวณชั้น 1 (PM 2) และ ชั้น 4 (PM 3) ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่า การใช้ไฟฟ้าในช่วง On Peak และ ช่วง Off Peak มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากมีงานที่ต้องทำภายนอกเวลาทำงานมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ

ภาพ 46 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ PM1 (อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) ในฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน 2563-มิถุนายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 นั้น มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน On Peak สูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเดือนพฤษภาคม 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 7,526.21 kWh รองลงมาได้แก่เดือนเมษายน 2563 เดือนมิถุนายน 2563 และ เดือนมีนาคม 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 6,003.16 kWh 5,801.60 kWh และ 5,680.14 kWh ตามลำดับ ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2563-เดือนตุลาคม 2563 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนกรกฎาคม มากที่สุด เท่ากับ 7,044.37 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน สิงหาคม และเดือน ตุลาคม โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 5,517.03 kWh 4,506.22 kWh 4,089.38 kWh ตามลำดับ ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563-เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด เท่ากับ 4,702.67 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนธันวาคม 2563 มกราคม 2564 และ กุมภาพันธ์ 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 4,175.95 kWh 4,139.25 kWh และ 3,533.27 kWh ตามลำดับ

ภาพ 47 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ PM2 (ชั้น 1 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) ในฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน 2563 -มิถุนายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 นั้น มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน On Peak สูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเดือนพฤษภาคม 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 812.87 kWh รองลงมาได้แก่เดือนมิถุนายน 2563 เดือนเมษายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 781.64 kWh, 596.98 kWh และ 567.51 kWh ตามลำดับ ฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2563-เดือนตุลาคม 2563 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนกรกฎาคม มากที่สุด เท่ากับ 871.46 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน ตุลาคม และเดือน สิงหาคมโดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 867.62 kWh, 637.95 kWh, 624.30 kWh ตามลำดับ ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563-เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด เท่ากับ 559.37 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ 2564 มกราคม 2564 และ

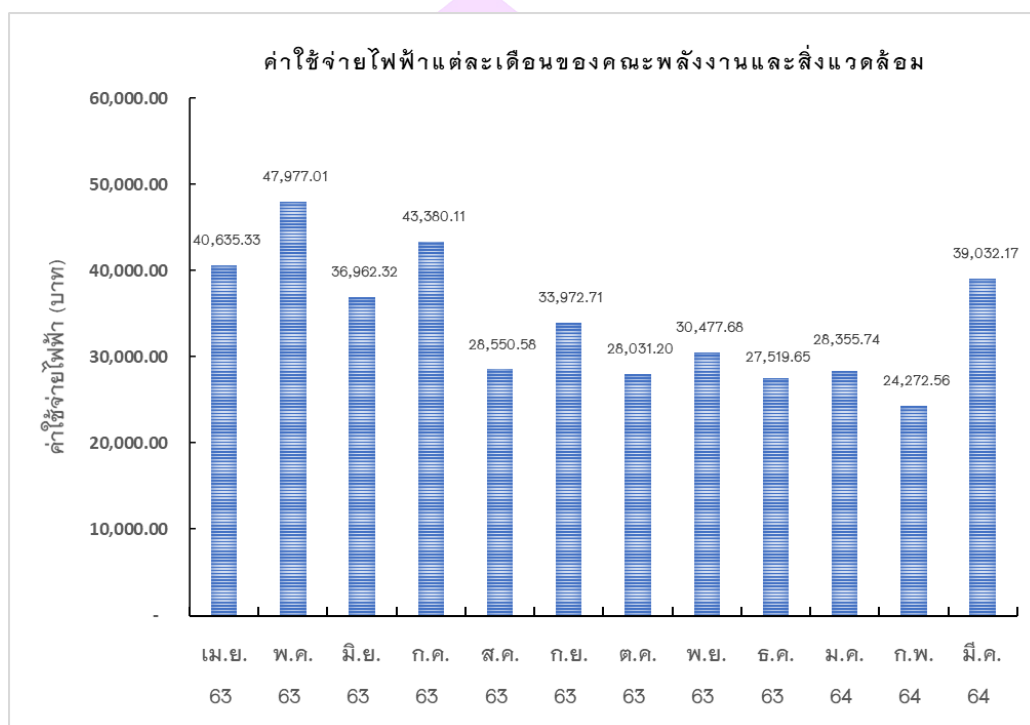
ธันวาคม 2563 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 452.50 kWh, 543.67 kWh และ 542.34 kWh ตามลำดับ

ภาพ 48 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ PM3 (ชั้น 4 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) ในฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน 2563 - มิถุนายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 นั้น มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน On Peak สูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเดือนเมษายน 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 437.24 kWh รองลงมาได้แก่เดือนมีนาคม 2564 พฤษภาคม 2563 และ เดือนมิถุนายน 2563 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 432.09 kWh, 355.64 kWh และ 154.37 kWh ตามลำดับ ฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2563-เดือนตุลาคม 2563 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนกรกฎาคม มากที่สุด เท่ากับ 583.40 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน ตุลาคม และเดือนสิงหาคมโดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 479.54 kWh, 435.74 kWh และ 371.65 kWh ตามลำดับ ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563-เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนมกราคม 2564มากที่สุด เท่ากับ 466.89 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนธันวาคม 2563 กุมภาพันธ์ 2564 และเดือนพฤศจิกายน 2563 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 367.03 kWh 318.31 kWh และ 287.59 kWh ตามลำดับ

ภาพ 49 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ PM4 (อาคารรอบคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) ในฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน 2563 - มิถุนายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 นั้น มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน On Peak สูงกว่าในฤดูฝนและฤดูหนาว โดยเดือนพฤษภาคม 2563 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 600.59 kWh รองลงมาได้แก่เดือนมิถุนายน 2563 เดือนเมษายน 2563 และเดือนมีนาคม 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 553.26 kWh, 425.04 kWh และ 416.10 kWh ตามลำดับ ฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2563-เดือนตุลาคม 2563 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนกรกฎาคม มากที่สุด เท่ากับ 624.91 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน สิงหาคม และเดือน ตุลาคมโดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 579.92 kWh, 440.49 kWh และ 268.13 kWh ตามลำดับ ฤดูหนาว ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563-เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเดือนธันวาคม 2563มากที่สุด เท่ากับ 351.95 kWh รองลงมาได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ 2564 พฤศจิกายน 2563 และ เดือน มกราคม 2564 โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 303.03 kWh 291.19 kWh และ 258.92 kWh ตามลำดับ

### ค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จะอ้างอิงจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามหลักการคิดค่าไฟฟ้าแบบ (Time of use rate : TOU) โดยผลจากการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา 1 ปี (เมษายน 2563 – มีนาคม 2564) แสดงดังภาพ 50



ภาพ 50 ค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

จากภาพ 50 ค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่าเดือนพฤษภาคม 2563 มีค่าไฟฟ้ามากที่สุดเท่ากับ 47,977.01 บาท และเดือนกุมภาพันธ์ 2564 มีค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 24,272.56 บาท โดยเดือนพฤษภาคม 2563 มีค่าใช้จ่ายมากกว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2564 เท่ากับ 23,704.45 บาท โดยสามารถพิจารณาตามฤดูกาลได้ ดังนี้

ช่วงฤดูร้อน ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น 164,606.83 บาท ( $\bar{X}$  = 41,151.71 บาท) พบว่า เดือนพฤษภาคม 2563 ต้องจ่ายค่าไฟฟ้ามากที่สุด 47,977.01 บาท รองลงมาได้แก่เดือน เมษายน 2563 มีนาคม 2564 และ มิถุนายน 2563 มีค่าไฟฟ้าเท่ากับ 40,635.33 บาท 39,032.17 บาท และ 36,962.32 บาท ตามลำดับ

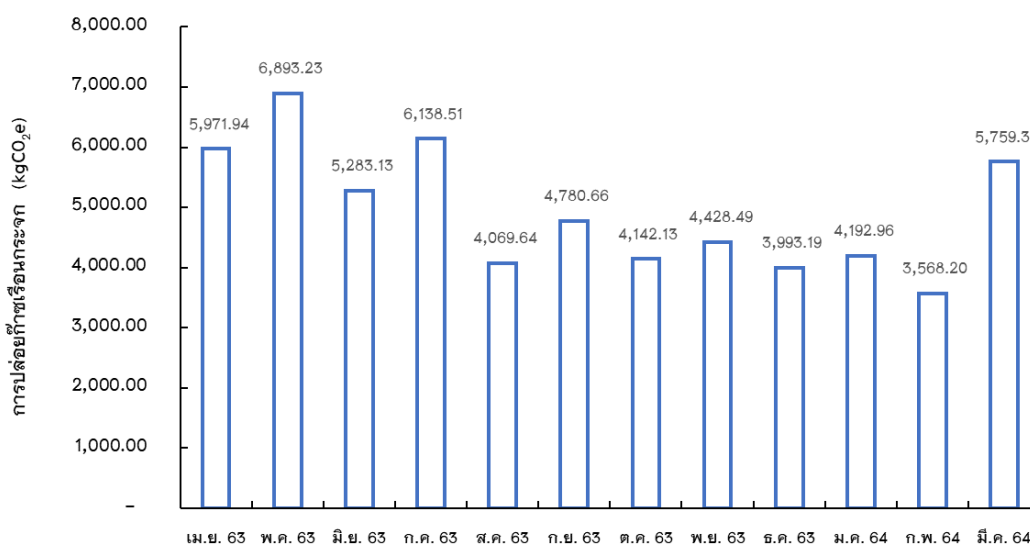
ช่วงฤดูฝน ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น 133,934.59 บาท ( $\bar{X}$  = 33,483.65 บาท) พบว่า เดือนกรกฎาคม 2563 ต้องจ่ายค่าไฟฟ้ามากที่สุด 43,380.11 บาท รองลงมาได้แก่ เดือน กันยายน 2563 สิงหาคม 2563 และ ตุลาคม 2563 มีค่าไฟฟ้าเท่ากับ 33,972.71 บาท 28,550.58 บาท และ 28,031.20 บาท ตามลำดับ

ช่วงฤดูหนาว ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น 110,625.64 บาท ( $\bar{X}$  = 27,656.41 บาท) พบว่า เดือนพฤศจิกายน 2563 ต้องจ่ายค่าไฟฟ้ามากที่สุด 30,477.68 บาท รองลงมาได้แก่ เดือน มกราคม 2564 ธันวาคม 2563 และ กุมภาพันธ์ 2564 มีค่าไฟฟ้าเท่ากับ 28,355.74 บาท 27,519.65 บาท และ 24,272.56 บาท ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าฤดูร้อนมีค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายมากกว่าฤดูฝนและฤดูหนาว เท่ากับ 30,672.23 บาท และ 53,981.19 บาท ตามลำดับ

### การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จะอ้างอิงจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของคณะแยกรายเดือน และแปลงเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าด้วยการคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) โดยผลจากการวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในช่วงเวลา 1 ปี (เมษายน 2563 – มีนาคม 2564) แสดงดังภาพ 50

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 51 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

จากภาพ 51 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าของคณะ  
พลังงานและสิ่งแวดล้อม ตลอดระยะเวลา 1 ปี มีค่าเท่ากับ 59,221.40 kgCO<sub>2</sub>e โดยในเดือน  
พฤษภาคม 2563 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 6,893.23 kgCO<sub>2</sub>e และเดือน  
กุมภาพันธ์ 2564 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เท่ากับ 3,568.20 kgCO<sub>2</sub>e โดยเดือน  
พฤษภาคม 2563 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2564 เท่ากับ  
3,325.03 kgCO<sub>2</sub>e โดยสามารถพิจารณาตามฤดูกาลได้ ดังนี้

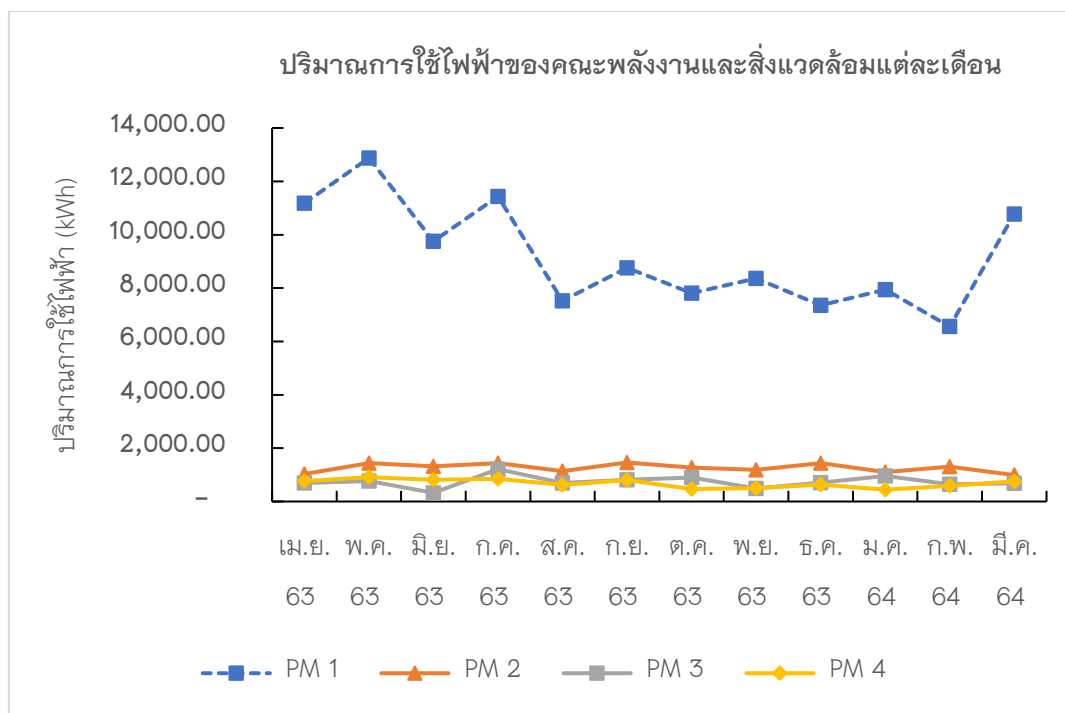
ช่วงฤดูร้อน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 23,907.63 kgCO<sub>2</sub>e ( $\bar{X}$  = 5,976.91  
kgCO<sub>2</sub>e) พบว่า เดือนพฤษภาคม 2563 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 6,893.23  
kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาได้แก่ เดือน เมษายน 2563 มีนาคม 2564 และ มิถุนายน 2563 มีการปล่อย  
ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 5,971.94 kgCO<sub>2</sub>e 5,759.33 kgCO<sub>2</sub>e และ 5,283.13 kgCO<sub>2</sub>e  
ตามลำดับ

ช่วงฤดูฝน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดเท่ากับ 19,130.94 kgCO<sub>2</sub>e ( $\bar{X}$  =  
4,782.73 kgCO<sub>2</sub>e) พบว่า เดือนกรกฎาคม 2563 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากที่สุด  
6,138.51 kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาได้แก่ เดือน กันยายน 2563 ตุลาคม 2563 และ สิงหาคม 2563  
มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 4,780.66 kgCO<sub>2</sub>e 4,142.13 kgCO<sub>2</sub>e และ 4,069.64  
kgCO<sub>2</sub>e ตามลำดับ

ช่วงฤดูหนาว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 16,182.84 kgCO<sub>2</sub>e  
( $\bar{X}$  = 4,045.71 kgCO<sub>2</sub>e) พบว่า เดือนพฤศจิกายน 2563 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาก  
ที่สุด 4,428.49 kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาได้แก่ เดือน มกราคม 2564 ธันวาคม 2563 และ  
กุมภาพันธ์ 2564 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 4,192.96 kgCO<sub>2</sub>e 3,993.19 kgCO<sub>2</sub>e  
และ 3,568.20 kgCO<sub>2</sub>e ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าฤดูร้อนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากกว่า  
ฤดูฝนและ ฤดูหนาว เท่ากับ 4,776.69 kgCO<sub>2</sub>e และ 7,724.79 kgCO<sub>2</sub>e ตามลำดับ

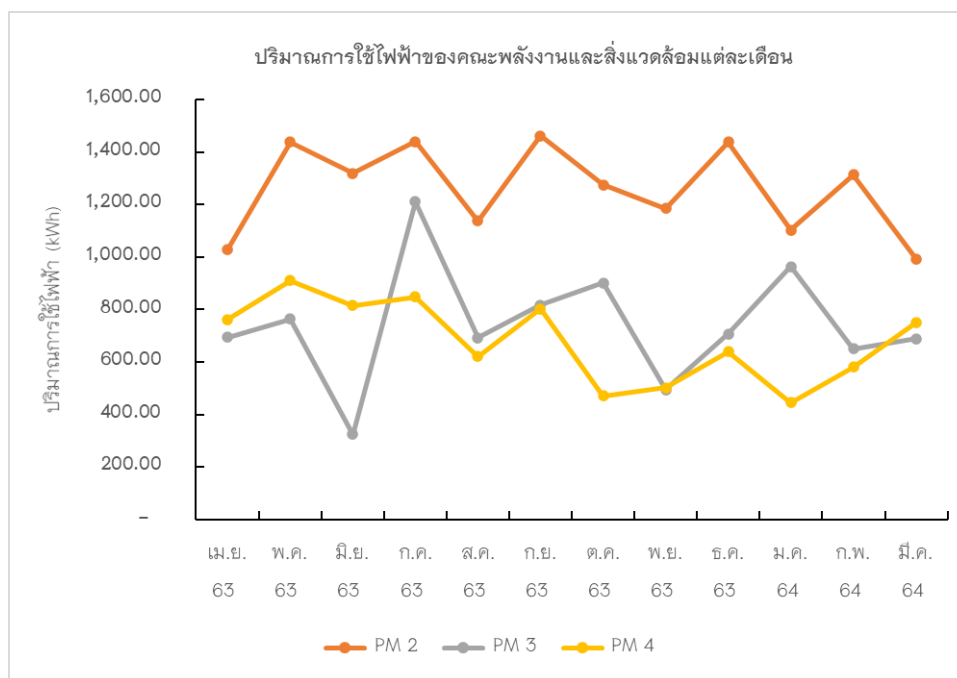
### แนวทางในการประหยัดไฟฟ้าตามบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั่วโมงการทำงาน และข้อมูลการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบ  
ติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจำนวน 1 ปี ผ่านมิเตอร์ที่ติดตั้งที่ 4 จุด  
พบว่า ข้อมูลจากการสำรวจ สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า โดยพบว่า  
พื้นที่ที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม (PM 1) ดังภาพ 51



ภาพ 52 ภาพรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ PM 1 (อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) ซึ่งเกิดจากปริมาณไฟฟ้าที่รวมกัน 3 ส่วน คือ มิเตอร์ PM 2 (ชั้น 1 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) มิเตอร์ PM 3 (ชั้น 4 อาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม) และการใช้ไฟฟ้าของชั้น 2 และ ชั้น 3 (ซึ่งไม่มีมิเตอร์ตรวจวัด) จึงทำให้ปริมาณไฟฟ้าของมิเตอร์ PM 1 มีค่าสูงกว่ามิเตอร์อื่น ๆ



ภาพ 53 ภาพรวมปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากมิเตอร์ PM 2, PM 3 และ PM 4

เมื่อนำข้อมูลการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบติดตามการใช้พลังงาน พิจารณาร่วมกับข้อมูลการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานในตามภาพที่ 25 และ 26 ซึ่งบ่งบอกว่า มีการใช้พลังงานมากในอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมโดยทุกอาคารจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คือ เครื่องปรับอากาศ รองลงมา คือ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการทำงานของเครื่องทำความเย็น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางสำหรับการลดการใช้ไฟฟ้า เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

ตาราง 13 รายละเอียดมาตรการประหยัดไฟฟ้าสำหรับคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

มาตรการ	รายละเอียด
1) ลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ	- เปิดช่วง 0.5 ชั่วโมง (ก่อนทำงาน) - ปิดตอนพัก 1 ชั่วโมง - ปิดเร็วขึ้น 0.5 ชั่วโมง (ก่อนเลิกงาน)
2) ปิดหลอดไฟฟ้าเมื่อไม่ใช้งาน	- ปิดตอนพักเที่ยง 1 ชั่วโมง

### 1. มาตรการลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ

ข้อมูลการสำรวจจำนวนเครื่องปรับอากาศ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่าเครื่องปรับอากาศจำนวนทั้งสิ้น 61 เครื่อง แบ่งเป็น 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด 10,000–18,000 W และขนาด 500–10,000 W มีจำนวน 18 และ 43 เครื่อง ตามลำดับ มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 6,704 kWh/เดือน คิดเป็นเงิน 24,959.66 บาท/เดือน และปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3,551.33 kgCO<sub>2</sub>e เนื่องจากเครื่องปรับอากาศในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มีจำนวนเครื่อง จำนวน วัตถุประสงค์ ระยะเวลาการใช้งาน มากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ดังนั้น การลดเวลาการใช้งาน จะสามารถช่วยประหยัด ปริมาณการใช้ไฟ และค่าใช้จ่ายได้ จากการวิเคราะห์พบว่า การลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศลง 2 ชั่วโมง/วัน คิดเป็น 60 ชั่วโมง/เดือน จะสามารถลดปริมาณการใช้คิดไฟฟ้าได้ 1,489.62 kWh/เดือน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 744.66 kgCO<sub>2</sub>e และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 5,546.04 บาท/เดือน

ตาราง 14 ข้อมูลการสำรวจจำนวนเครื่องปรับอากาศ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	รายการ	จำนวน (เครื่อง)
1	เครื่องปรับอากาศขนาด 10,000–18,000 W	18
2	เครื่องปรับอากาศขนาด 500–10,000 W	43
	<b>รวม</b>	<b>61</b>

ดังนั้น การรณรงค์ หรือจัดทำแนวทางเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า จึงควรลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศลง 2 ชั่วโมง/วัน โดยควรเริ่มเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 9.30 น. เนื่องจากช่วงเช้าสภาพอากาศยังไม่ร้อน ภายในห้องสำนักงานฯ ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ และช่วงพักเที่ยง เวลา 12.00 น. –13.00 น. เป็นช่วงที่พักรับประทานอาหาร เจ้าหน้าที่ออกไปรับประทานอาหารกลางวันนอกห้อง หรือ ก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง (15.30 น.–16.30 น.) เป็นต้น

## 2. มาตรการปิดหลอดไฟฟ้าเมื่อไม่ใช้งาน

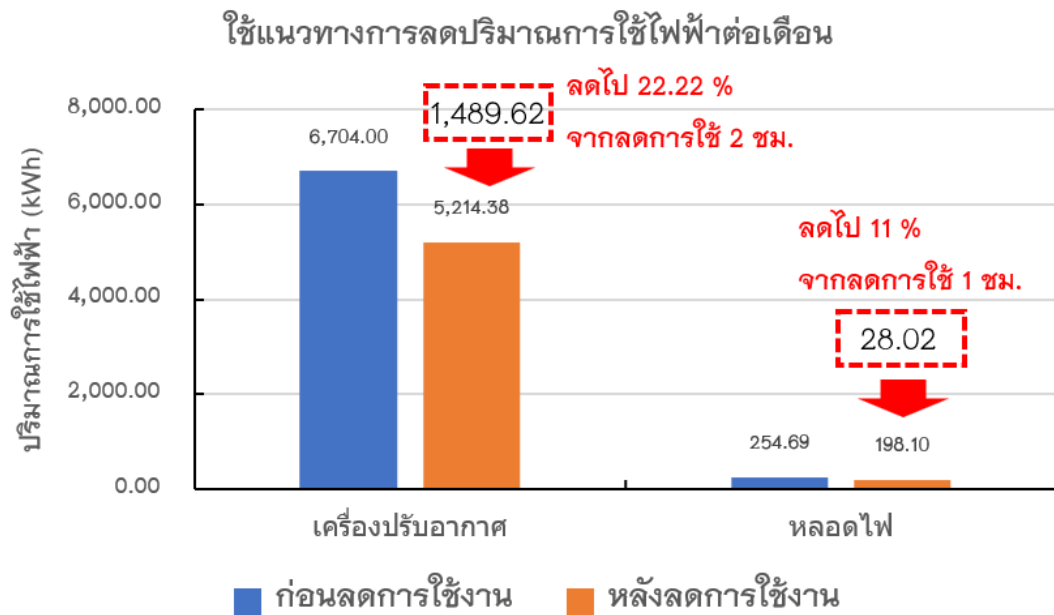
ข้อมูลการสำรวจจำนวนหลอดไฟ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่า หลอดไฟทั้งหมด จำนวน 945 หลอด แบ่งเป็น 4 ขนาด โดยหลอดไฟขนาด 18 W มีจำนวน มากที่สุด คือ 837 หลอด รองลงมาได้แก่ 5 W , 8 W และ 32 W มีจำนวนเท่ากับ 68, 32 และ 8 หลอด ตามลำดับ มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 254.69 kWh/เดือน คิดเป็นเงิน 948.23 บาท/เดือน และปล่อยก๊าซเรือนกระจก 134.42 kgCO<sub>2</sub>e

ตาราง 15 ข้อมูลการสำรวจจำนวนหลอดไฟ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	รายการ	จำนวน (หลอด)
1	หลอดไฟขนาด 32 W	8
2	หลอดไฟขนาด 18 W	837
3	หลอดไฟขนาด 8 W	32
4	หลอดไฟขนาด 5 W	68
<b>รวม</b>		<b>945</b>

เนื่องจากมีหลอดไฟจำนวนมากถึง 945 หลอด และระยะเวลาการใช้งานขึ้นอยู่กับกิจกรรมการทำงานของแต่ละห้อง บางส่วนต้องเปิดไว้ตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งแวดล้อม จากการวิเคราะห์พบว่าการลดเวลาเปิดหลอดไฟลง 1 ชั่วโมง/วัน (30 ชั่วโมง/เดือน) จะสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ ไฟฟ้า 28.02 kWh/เดือน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 14.78 kgCO<sub>2</sub>e และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 104.31 บาท/เดือน ดังนั้น การรณรงค์ หรือจัดทำแนวทางเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า จึงควรลดเวลาใช้หลอดไฟลง 1 ชั่วโมง/วัน ในช่วงพักเที่ยง เวลา 12.00 น. -13.00 น. เป็นช่วงที่พักรับประทานอาหาร เจ้าหน้าที่ออกไปรับประทานอาหารกลางวันนอกห้อง

ปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้จากการดำเนินมาตรการลดของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมทั้ง



ภาพ 54 ปริมาณไฟฟ้าที่ลดลงต่อเดือนจากการดำเนินมาตรการลดของคณะพลังงาน และสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 มาตรการ



## บทที่ 5

### บทสรุป

#### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา โดยการสำรวจ ออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้ไฟฟ้า รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า พร้อมนำเสนอแนวทางการลดการใช้ไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การสำรวจจำนวนอุปกรณ์และชั่วโมงการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่า โดยส่วนมากเกิดจากระบบปรับอากาศ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 86 ของการใช้ไฟฟ้า เป็นการใช้พลังงานบริเวณ ชั้น 1, 2, และ 3 ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม และ ชั้น 3 มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด

2. การออกแบบและติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วยตัวแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสอด (Current Transformer) มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) และอุปกรณ์แสดงผลกลาง (Human Machine Interface: HMI) แสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บไซต์ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม จากการติดตามการการใช้ไฟฟ้าของ กลุ่มสำนักงานคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม กลุ่มนิสิต และ กลุ่มนักวิจัย พบว่า เวลาการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นช่วง On Peak คือ เป็นช่วงวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 09.00 – 22.00 น. ซึ่งสอดคล้องกับบริบทการทำงานของหน่วยงานราชการ แต่บริเวณ กลุ่มสำนักงานคณะฯ และ กลุ่มนิสิต ของอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมนั้น มีการทำงานในช่วงนอกเวลาบ่อย ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วง Off Peak มีค่าใกล้เคียงกับช่วง On Peak

3. มาตรการการลดการใช้พลังงานทั้ง 2 มาตรการ คือ ลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ และการปิดหลอดไฟเมื่อไม่ใช้งาน สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ 1,500 kWh/เดือน และ 28 kWh/เดือน ตามลำดับ

4. การลดการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะฯ ลดลงตามไปด้วย

5. การออกแบบติดตั้งระบบติดตามการใช้ไฟฟ้า ทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่ และสามารถดำเนินมาตรการการลดการใช้พลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรมรวมถึงสามารถกำหนดเป้าหมาย พื้นที่ และตำแหน่ง การลดการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างสถานการณ์ Covid-19 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า หากต้องการเห็นผลที่แม่นยำควรดำเนินการเก็บข้อมูลในสถานการณ์ที่ปกติ

2. คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมมีการใช้ไฟฟ้าฐาน (Base load) อยู่ประมาณ 5 kW ซึ่งเกิดจากการใช้เครื่องทำความเย็น หากมีการดำเนินมาตรการเกี่ยวกับอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถช่วยในการลดการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้



## บรรณานุกรม

- [1] กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2558). **ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อประชากร มหาวิทยาลัยพะเยา**. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <http://www.building.up.ac.th/>
- [2] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ). (2562). **คู่มือ Smart Grid โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ**. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563 จาก <https://thai-smartgrid.com/wp-content/uploads/2019/11/Manual-Smart-Grid>.
- [3] Chen, X., Li, C., Tang, Y., Li, L., and Xiao, Q. (2018). **A framework for energy monitoring of machining workshops based on IoT**. *Procedia CIRP*, 72, 1386–1391.
- [4] Al-Terjman, F., Altrjman, C., Din, S., and Paul, A. (2019). **Energy monitoring in IoT-based ad hoc networks: An overview**. *Computer and Electrical Engineering*, 76, 133–142.
- [5] Abele, E., Panten, N., and Menz, B. (2015). Data Collection for Energy Monitoring Purposes and Energy Control of Production Machines. *Procedia CIRP*, 29, 299–304.
- [6] Li, H.X., Gul, M., Yu, H., Awad, H., and Al-Hussien, M. (2016). An energy performance monitoring, analysis and modelling framework for NetZero Energy Homes (NZEHS). *Energy and Buildings*, 126, 353–364.
- [7] Chou, J.S., and Truong, N.S. (2019). Cloud forecasting system for monitoring and alerting of energy use by home appliances. *Applied Energy*, 249, 166–177.
- [8] Zhao, L., Zhang, J.L., and Liang, R. (2013). Development of an energy monitoring system for large public buildings. *Energy and Buildings*, 66, 41–48.
- [9] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2555). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization)**. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/>
- [10] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2563). **อัตราค่าไฟฟ้าแบบเวลาการใช้งาน (Time of Use rate: TOU)**. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ประมวลภาพ การสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในคณะพลังงานและ  
สิ่งแวดล้อม



ภาพ 55 การสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 56 การสำรวจหลอดไฟแสงสว่างภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 57 การสำรวจพัฒมภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

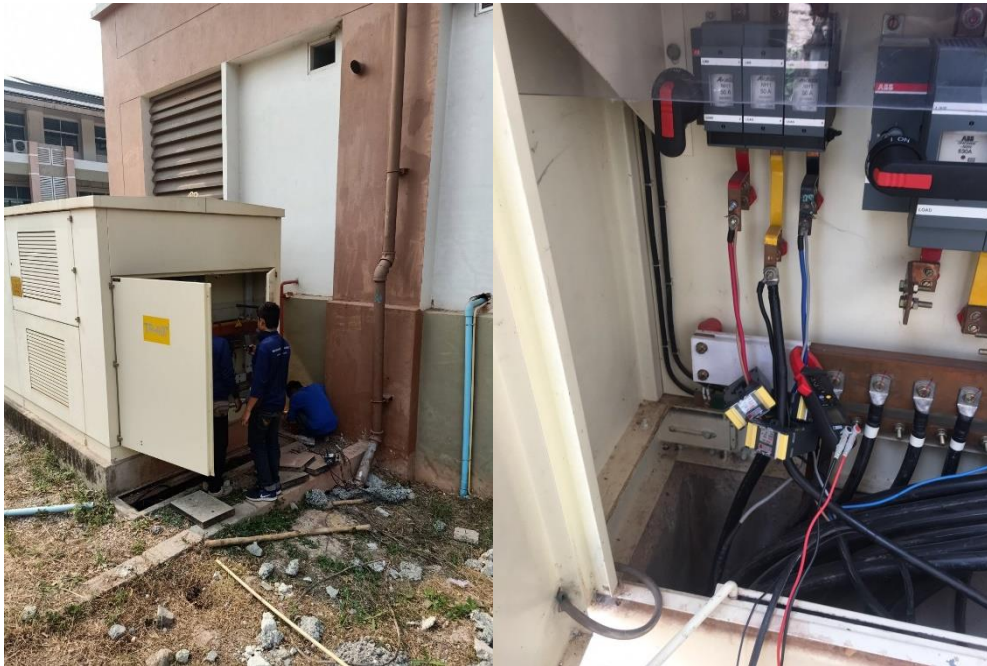


ภาพ 58 การสำรวจเครื่องทำความเย็นภายในคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข ประมวลภาพ การติดตั้งระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า และการบันทึกข้อมูล  
จากระบบติดตามข้อมูลไฟฟ้า



ภาพ 59 ติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) จำนวน 9 ตัว ตรงบริเวณ  
ห้องไฟฟ้าชั้นสองเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าชั้น 1 ชั้น 4 และทั้งอาคาร คณะพลังงาน  
และสิ่งแวดล้อม



ภาพ 60 ติดตั้งตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) จำนวน 3 ตัว ตรงบริเวณ สถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ (Unit Substation) เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าของกลุ่มอาคาร ได้แก่ ห้องประชุม Power house อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)



ภาพ 61 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) จำนวน 3 ชุด ตรงบริเวณห้องไฟฟ้าชั้นสองเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าชั้น 1 ชั้น 4 และทั้งอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม





ภาพ 62 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) จำนวน 1 ชุด ตรงบริเวณ สถานีหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ (Unit Substation) เพื่อการใช้ไฟฟ้าของกลุ่มอาคาร ได้แก่ ห้องประชุม Power house อาคารศูนย์การเรียนรู้ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (บ้านดิน) อาคารสาขาพลังงานทดแทน อาคารหน่วยวิจัยมลพิษบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (APCC) และอาคารศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี (CAST)



ภาพ 63 การติดตั้งตู้ควบคุมกลาง (HMI) บริเวณห้องไฟฟ้าชั้น 2

	PM1- Main	PM2 - Floor 1	PM3 - Floor 4	PM4 - Ex.	PM5 - Solar
L1	229.15 V.	229.04 V.	229.01 V.	229.10 V.	229.0 V.
L2	229.58 V.	229.47 V.	229.51 V.	228.74 V.	228.9 V.
L3	228.33 V.	228.29 V.	228.32 V.	228.40 V.	227.9 V.
L1	45.77 A.	3.97 A.	7.91 A.	0.45 A.	74.2 A.
L2	38.23 A.	0.86 A.	0.89 A.	21.94 A.	74.2 A.
L3	16.85 A.	7.83 A.	1.48 A.	0.48 A.	74.2 A.
L1	-9780 W.	488 W.	1409 W.	89 W.	17.0 kW.
L2	-8361 W.	186 W.	199 W.	4935 W.	17.0 kW.
L3	3153 W.	1727 W.	310 W.	22 W.	16.9 kW.
L1	0.945 PF	-0.537 PF	0.998 PF	0.887 PF	
L2	0.966 PF	-0.997 PF	1.000 PF	-0.991 PF	
L3	-0.932 PF	-0.989 PF	0.936 PF	-0.285 PF	
PT	-14988 W.	2401 W.	1917 W.	5047 W.	51000 W.
SUM					

ภาพ 64 การแสดงผลปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 4 จุดตามตำแหน่งที่ติดตั้ง ตรงบริเวณหน้าตู้ควบคุมกลาง (HMI)

## ภาคผนวก ค ตารางข้อมูล

ตาราง 16 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลย้อนหลังของระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าของคณะ  
พลังงานและสิ่งแวดล้อม ของวันที่ 27 พฤษภาคม 2563

date	time	Solar	PM 1	PM2	PM3	PM4
27-05-20	11:34:57	61.8	43.37	2.85	0.24	0.59
27-05-20	11:50:00	62.4	41.29	2.76	0.24	0.52
27-05-20	11:58:42	63.9	41.15	2.76	0.26	0.51
27-05-20	12:40:16	63	42.51	3.74	0.24	0.61
27-05-20	12:41:44	63.3	39.73	3.74	0.25	0.61
27-05-20	12:41:46	63.3	37.8	2.35	0.24	0.61
27-05-20	12:41:51	63.6	38.01	2.35	0.24	0.61
27-05-20	12:41:56	63.9	37.58	2.34	0.26	0.61
27-05-20	12:42:01	63.9	37.49	2.33	0.24	0.61
27-05-20	12:42:10	62.7	36.36	2.32	0.24	0.61
27-05-20	12:42:11	63.9	37.45	2.32	0.24	0.61
27-05-20	12:42:16	64.2	37.55	2.33	0.24	0.61
27-05-20	12:42:21	64.2	37.47	2.32	0.25	0.61
27-05-20	12:42:26	64.2	37.49	2.29	0.24	0.61
27-05-20	12:47:32	63.3	40.13	4.33	0.24	0.55
27-05-20	12:59:49	63.3	43.22	2.38	0.25	0.55
27-05-20	13:04:45	63.3	46.4	2.34	0.24	0.47
27-05-20	13:09:45	37.5	36.65	2.41	0.24	0.46
27-05-20	13:14:45	64.8	41.95	2.33	0.27	0.5
27-05-20	13:19:45	60.6	42.16	3.75	0.24	0.53
27-05-20	13:24:45	61.8	48.61	2.39	0.25	0.61
27-05-20	13:29:45	61.5	40.96	2.43	0.24	0.61
27-05-20	13:34:45	60	47.16	3.09	0.24	0.61
27-05-20	13:39:45	59.7	38.83	2.33	0.24	0.61
27-05-20	13:44:45	15.6	27.27	2.39	0.26	0.61
27-05-20	13:49:45	60.6	45.64	2.33	0.27	0.55

ตาราง 16 (ต่อ)

date	time	Solar	PM 1	PM2	PM3	PM4
27-05-20	13:54:45	58.2	39.71	2.36	0.27	0.51
27-05-20	13:59:45	56.4	39.98	2.34	0.28	0.52
27-05-20	14:04:45	54.9	41.77	2.43	0.26	0.45
27-05-20	14:09:45	55.2	45.04	2.42	0.26	0.45
27-05-20	14:14:45	54.9	34.41	2.41	0.25	0.48
27-05-20	14:19:45	54.3	37.48	7.47	0.28	0.62
27-05-20	14:24:45	51.6	35.21	2.34	0.26	0.69
27-05-20	14:29:45	50.7	37.14	2.33	0.24	0.68
27-05-20	14:34:45	50.1	41.66	2.23	0.24	0.69
27-05-20	14:39:45	49.2	36.46	2.19	0.24	0.68
27-05-20	14:44:45	48	32.92	2.33	0.24	0.68
27-05-20	14:49:45	48	35.8	2.35	0.25	0.68
27-05-20	14:54:45	47.4	32.74	2.3	0.24	0.6
27-05-20	14:59:45	45.3	30.52	2.24	0.23	0.52
27-05-20	15:04:45	43.8	39.27	7.36	0.26	0.52
27-05-20	15:09:45	44.1	40.99	2.34	0.26	0.46
27-05-20	15:14:45	42	31.19	2.39	0.24	0.46
27-05-20	15:19:45	40.2	33.06	2.47	0.24	0.56
27-05-20	15:36:18	37.2	31.73	2.77	0.26	0.58
27-05-20	15:41:17	36.9	31.81	2.74	0.26	0.58
27-05-20	15:46:17	34.8	27.22	2.81	0.27	0.58
27-05-20	15:51:17	34.2	26.97	2.73	0.26	0.58
27-05-20	15:56:17	32.7	38.27	1.53	0.29	0.58
27-05-20	16:01:17	31.5	35.56	2.72	0.26	0.49
27-05-20	16:06:17	29.4	26.83	2.67	0.28	0.49
27-05-20	16:11:17	28.5	28.02	2.88	0.26	0.49
27-05-20	16:16:17	27.3	26.13	2.58	0.27	0.58
27-05-20	16:21:17	25.8	25.13	2.62	0.23	0.52
27-05-20	16:26:17	24.9	25.3	2.46	0.24	0.52
27-05-20	16:31:17	24	25.56	1.78	0.24	0.51

ตาราง 16 (ต่อ)

date	time	Solar	PM 1	PM2	PM3	PM4
27-05-20	16:36:17	21.3	27.17	2.94	0.24	0.46
27-05-20	16:41:17	21	29.12	8.41	0.24	0.46
27-05-20	16:46:17	19.2	28.76	3.05	0.25	3.07
27-05-20	16:51:17	16.8	26.65	2.93	0.24	3.17
27-05-20	16:56:17	15.6	25.77	3.02	0.26	3.2
27-05-20	17:01:17	15.3	18.6	3.04	0.24	3.13
27-05-20	17:06:17	13.8	25.31	1.83	0.25	3.14
27-05-20	17:11:17	13.2	29.15	8.3	0.24	3.11
27-05-20	17:16:17	12.6	24.25	1.72	0.24	3.2
27-05-20	17:21:17	11.4	24.17	1.82	0.24	3.18
27-05-20	17:26:17	11.1	27.24	7.21	0.26	3.2
27-05-20	17:31:17	9.9	23.43	1.72	0.23	3.24
27-05-20	17:36:17	9.3	26.75	6.37	0.24	3.21
27-05-20	17:41:17	7.8	25.78	6.55	0.25	3.2
27-05-20	17:46:17	6.9	26.74	7.02	0.24	3.19
27-05-20	17:51:17	6.6	29.6	11.83	0.26	3.09
27-05-20	17:56:17	6	22.72	1.98	0.24	3.1
27-05-20	18:01:17	4.8	22.87	2.07	0.25	3.07
27-05-20	18:06:17	3.9	18.38	1.98	0.24	3.07
27-05-20	18:11:17	3.3	13.37	1.96	0.24	2.99
27-05-20	18:16:17	2.7	12.92	1.92	0.24	3.13
27-05-20	18:21:17	2.1	12.51	1.91	0.24	3.11
27-05-20	18:26:17	1.5	11.61	1.92	0.24	3.1
27-05-20	18:31:17	1.5	14.36	6.51	0.24	3.09
27-05-20	18:36:17	1.2	11.76	2.02	0.23	3.11
27-05-20	18:41:17	0.9	12.61	2.09	0.24	3.1
27-05-20	18:46:17	0.6	12	2.08	0.24	3.08
27-05-20	18:51:17	0	11.6	2.07	0.24	3
27-05-20	18:56:17	0	14.09	7.12	0.24	1.55
27-05-20	19:01:17	0	12.72	6.85	0.24	0.49
27-05-20	19:06:17	0	9.27	1.52	0.24	0.43
27-05-20	19:11:17	0	10.98	5.8	0.24	0.43

ตาราง 16 (ต่อ)

date	time	Solar	PM 1	PM2	PM3	PM4
27-05-20	19:16:17	0	11.8	6.05	0.24	0.51
27-05-20	19:21:17	0	12.19	6.21	0.24	0.51
27-05-20	19:26:17	0	7.76	1.63	0.24	0.58
27-05-20	19:31:17	0	8.15	1.62	0.24	0.58
27-05-20	19:36:17	0	8.33	1.51	0.26	0.58
27-05-20	19:41:17	0	8.37	1.51	0.25	0.53
27-05-20	19:46:17	0	8.13	1.37	0.26	0.53
27-05-20	19:51:17	0	8.53	1.37	0.24	0.52
27-05-20	19:56:17	0	7.59	1.38	0.24	0.44
27-05-20	20:01:17	0	11.28	5.62	0.24	0.45
27-05-20	20:06:17	0	8.29	1.15	0.24	0.47
27-05-20	20:11:17	0	7.51	1.15	0.26	0.49
27-05-20	20:16:17	0	8.27	1.19	0.24	0.58
27-05-20	20:21:17	0	8.38	1.19	0.24	0.57
27-05-20	20:26:17	0	7.74	1.19	0.24	0.58
27-05-20	20:31:17	0	7.35	0.79	0.24	1.22
27-05-20	20:36:17	0	7	0.79	0.24	0.58
27-05-20	20:41:17	0	7.78	0.9	0.24	0.57
27-05-20	20:46:17	0	8.26	0.88	0.24	0.57
27-05-20	20:51:17	0	7.68	0.85	0.24	0.49
27-05-20	20:56:17	0	7.29	0.75	0.24	0.48
27-05-20	21:01:17	0	7.42	0.76	0.24	0.49
27-05-20	21:06:17	0	7.42	0.75	0.24	0.37
27-05-20	21:11:17	0	8	0.63	0.24	0.46
27-05-20	21:16:18	0	7.25	0.65	0.24	0.46
27-05-20	21:21:18	0	8.15	0.76	0.24	0.46
27-05-20	21:26:18	0	7.9	0.75	0.24	0.5
27-05-20	21:31:19	0	6.79	0.75	0.24	0.53
27-05-20	21:36:19	0	7.58	0.66	0.26	0.58
27-05-20	21:41:20	0	7.15	0.78	0.24	0.58
27-05-20	21:46:20	0	7.8	0.76	0.25	0.42
27-05-20	21:51:20	0	8.07	0.79	0.24	0.42

ตาราง 16 (ต่อ)

date	time	Solar	PM 1	PM2	PM3	PM4
27-05-20	21:56:21	0	7.19	0.79	0.24	0.42
27-05-20	22:01:17	0	8.34	0.89	0.24	0.41
27-05-20	22:06:17	0	7.31	0.89	0.25	0.5
27-05-20	22:11:17	0	7.56	0.88	0.24	0.49
27-05-20	22:16:17	0	8.34	0.79	0.24	0.49
27-05-20	22:21:17	0	8.1	0.78	0.24	0.6
27-05-20	22:26:16	0	6.93	0.75	0.25	0.53
27-05-20	22:31:16	0	7.82	1.53	0.24	0.47
27-05-20	22:36:17	0	6.47	0.64	0.26	0.46
27-05-20	22:41:17	0	6.43	0.76	0.26	0.38
27-05-20	22:46:17	0	6.81	0.74	0.27	0.38
27-05-20	22:51:17	0	6.66	0.75	0.26	0.45
27-05-20	22:56:17	0	6.99	0.64	0.25	0.48
27-05-20	23:01:16	0	7.9	0.64	0.26	0.58
27-05-20	23:06:17	0	7.2	1.23	0.27	0.58
27-05-20	23:11:16	0	6.75	1.19	0.26	0.57
27-05-20	23:16:16	0	8.02	1.18	0.23	0.57
27-05-20	23:21:16	0	7.47	1.28	0.26	0.57
27-05-20	23:26:16	0	6.88	1.3	0.24	0.57
27-05-20	23:31:16	0	7.16	1.29	0.24	0.57
27-05-20	23:36:17	0	7.59	1.19	0.24	0.49
27-05-20	23:41:16	0	8.06	1.19	0.24	0.41
27-05-20	23:46:16	0	7.09	1.17	0.24	0.34
27-05-20	23:51:16	0	7.84	1.17	0.23	1.54
27-05-20	23:56:16	0	7.9	1.17	0.23	0.38

ตาราง 17 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (kWh)					พฤษภาคม 2563 (kWh)					มิถุนายน 2563 (kWh)				
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	358.75	358.75	20.81	32.61	13.84	414.13	454.44	61.50	13.06	29.15	375.58	384.12	65.96	8.56	11.26
2	296.55	296.55	22.10	21.97	10.79	318.80	305.60	29.30	8.13	18.66	325.78	380.69	63.97	15.96	15.09
3	277.35	277.35	25.00	24.44	13.75	320.00	279.23	28.56	7.95	20.33	403.18	339.51	33.79	13.06	29.15
4	318.80	258.00	31.00	8.61	36.44	301.98	417.40	50.44	11.53	28.63	394.90	399.37	55.80	14.95	30.06
5	305.80	550.30	26.00	13.37	33.20	320.00	580.00	40.85	15.57	30.22	240.28	323.16	60.19	13.79	17.09
6	344.00	344.00	32.00	46.67	34.53	395.33	482.69	60.19	12.66	46.63	403.33	303.48	38.98	5.79	11.18
7	395.55	395.55	28.60	47.58	27.51	420.15	564.74	69.60	30.02	23.30	428.25	293.09	30.46	5.74	11.02
8	420.15	420.15	30.52	61.02	9.24	414.12	579.48	57.61	14.68	49.10	415.53	400.38	62.62	5.73	17.17
9	328.70	328.70	35.10	51.59	9.43	318.00	310.99	40.79	65.02	9.24	459.00	444.55	69.60	9.28	25.57
10	395.55	395.55	36.50	32.22	15.91	284.40	278.71	30.90	51.59	9.43	420.88	407.06	63.26	5.76	26.90
11	318.80	564.74	38.30	44.37	19.74	313.63	435.82	60.64	12.17	49.10	438.10	418.48	57.61	7.53	23.22
12	340.00	486.00	25.70	19.74	9.39	328.07	495.33	53.06	9.22	50.30	363.63	494.60	69.89	30.02	70.57
13	382.70	382.70	40.60	45.12	44.94	299.12	454.34	42.30	14.16	44.11	320.10	320.55	29.54	25.09	46.66
14	385.45	385.45	35.40	14.87	34.90	301.97	417.84	31.91	12.93	21.69	231.23	234.20	28.46	7.38	21.63
15	279.13	279.13	33.26	6.11	10.35	359.68	567.22	58.26	44.51	12.00	-	-	-	-	-
16	414.13	414.13	38.78	6.20	11.18	420.15	441.78	58.30	40.70	9.25	329.88	443.68	40.53	13.23	64.23
17	301.98	301.98	39.50	26.00	14.18	328.72	482.00	40.22	50.00	28.30	205.85	317.07	37.80	22.75	35.27

ตาราง 17 (ต่อ)

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (kWh)				พฤษภาคม 2563 (kWh)				มิถุนายน 2563 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
18	320.43	346.65	12.93	33.35	18.30	379.12	417.88	40.53	27.95	42.95	238.70	308.08	40.38	14.16	23.92
19	318.80	368.55	30.81	21.95	24.43	416.23	369.01	37.80	68.99	39.17	231.58	320.43	46.65	12.93	23.12
20	270.90	270.90	40.60	22.60	34.98	301.93	482.66	40.38	33.81	44.54	253.55	257.16	35.00	9.74	9.97
21	359.68	359.68	32.08	22.60	22.16	359.68	496.55	46.65	12.25	49.03	343.45	292.81	31.91	12.95	15.94
22	338.85	338.85	59.04	8.07	33.75	328.74	487.79	35.00	11.45	15.99	273.95	480.58	58.26	9.44	70.82
23	420.15	420.15	48.74	9.44	70.82	255.93	285.08	31.91	47.90	19.17	246.63	393.82	62.61	9.37	66.62
24	390.85	390.85	32.10	9.37	37.98	204.90	268.56	35.64	49.46	19.81	313.93	435.82	60.64	13.17	48.10
25	328.70	431.00	44.56	13.17	48.10	430.84	355.22	60.64	7.53	23.22	253.93	385.49	48.14	12.99	41.78
26	279.13	482.00	34.56	12.99	41.78	279.13	441.81	48.14	30.02	70.57	338.85	391.76	59.04	8.07	33.75
27	253.93	253.93	48.14	12.99	41.78	278.87	368.55	55.03	25.09	46.66	298.65	264.31	32.65	8.67	9.72
28	430.85	430.85	39.22	13.79	17.09	340.00	442.03	65.65	6.72	26.40	470.60	318.55	35.83	8.28	15.83
29	279.15	279.15	30.81	5.79	11.18	324.75	357.73	54.51	15.92	11.66	-	-	-	-	-
30	372.01	372.01	36.60	5.74	11.02	257.20	284.86	43.08	5.83	10.82	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	322.15	272.94	28.78	6.47	11.54	-	-	-	-	-

ตาราง 18 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2563

วัน/ เดือน	กรกฎาคม 2563 (kWh)				สิงหาคม 2563 (kWh)				กันยายน 2563 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	348.75	488.41	61.96	28.14	46.28	311.98	271.83	36.26	32.61	14.84	54.48	190.40	57.41	20.06	26.52
2	296.55	489.74	77.66	40.42	28.45	78.73	152.43	28.04	22.97	10.79	417.65	390.20	54.88	45.39	29.66
3	277.35	385.85	62.40	50.06	16.90	248.88	287.61	46.18	24.44	13.75		0.00	0.00	0.00	0.00
4	269.10	280.94	33.55	46.24	9.02	238.88	283.41	45.28	8.61	36.44	347.18	439.73	55.54	18.80	44.25
5	337.95	291.07	27.43	35.95	9.05	274.30	304.13	45.03	13.37	33.20	320.10	320.55	29.54	25.09	46.66
6	361.00	337.13	33.75	30.33	12.05	243.70	312.15	50.91	46.67	34.53	157.38	170.04	28.42	6.20	11.18
7	289.03	293.81	27.87	51.67	9.39	181.03	305.15	55.76	47.58	27.51					
8	347.18	439.73	55.54	18.80	44.25	358.00	319.99	40.79	61.02	9.24	305.25	413.69	68.27	42.43	34.36
9	402.78	487.42	66.88	36.78	45.67	294.40	272.71	32.90	51.59	9.43	361.00	337.13	33.75	30.33	12.05
10	278.78	420.19	48.79	26.29	41.54	307.10	355.74	57.87	32.22	15.91	320.50	436.79	63.91	39.61	29.87
11	255.93	285.08	31.48	46.90	19.17	197.00	343.43	50.83	44.37	19.74	311.55	441.63	70.45	34.64	63.66
12	204.90	268.56	31.64	45.46	17.81	298.73	235.15	29.73	19.74	9.39	334.83	297.54	36.43	38.49	13.24
13	270.90	372.01	58.22	37.89	26.71	324.58	365.33	49.66	45.12	44.94	346.93	252.34	36.15	16.57	10.04
14	359.68	431.20	57.77	26.41	48.32	276.88	302.30	46.03	14.87	34.90	-	-	-	-	-
15	395.55	482.69	59.96	16.58	46.99	145.60	167.12	28.72	6.11	10.35	330.23	428.14	81.72	24.96	51.66
16	420.15	496.40	58.75	27.02	55.79	157.38	170.04	28.42	6.20	11.18	288.68	484.75	82.66	35.42	32.39
17	430.85	487.78	58.94	38.51	46.87	163.03	237.34	46.55	26.00	14.18	270.90	413.24	75.49	33.04	28.03

ตาราง 18 (ต่อ)

วัน/ เดือน	กรกฎาคม 2563 (kWh)				สิงหาคม 2563 (kWh)				กันยายน 2563 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
18	307.25	284.02	29.09	39.12	24.28	170.83	257.07	37.09	33.35	18.30	-	-	-	-	-
19	267.90	278.61	29.12	55.42	27.08	212.78	252.80	42.61	21.95	24.43	102.88	218.02	37.15	44.51	12.00
20	328.70	441.78	59.70	40.24	45.13	311.28	321.04	42.23	22.60	34.98	213.88	243.36	34.76	40.70	9.25
21	-	-	-	-	-	137.13	210.94	35.65	22.60	22.16	204.10	307.71	63.99	50.00	28.30
22	279.13	368.55	55.54	32.42	26.37	213.98	181.51	30.31	7.65	10.40	315.55	399.77	78.39	27.95	42.95
23	414.13	454.44	61.50	37.58	26.71	284.08	216.68	29.02	11.83	13.61	282.93	410.56	87.31	68.99	39.17
24	301.98	417.84	50.44	52.79	24.73	249.28	286.90	50.36	10.47	22.27	257.98	366.02	78.10	33.81	44.54
25	461.10	365.65	29.89	58.46	13.76	288.68	342.16	45.40	11.00	57.23	319.08	367.63	58.74	12.25	49.03
26	434.00	355.08	36.69	64.28	13.62	310.15	388.45	47.12	22.73	40.27	284.78	303.07	39.41	14.17	36.19
27	362.80	271.14	28.92	40.80	14.12	405.00	376.17	59.41	24.14	27.41	-	-	-	-	-
28	246.48	264.98	32.51	47.11	12.63	-	-	-	-	-	237.38	395.51	74.04	31.51	42.98
29	289.25	349.43	50.93	48.54	29.86	-	-	-	-	-	216.20	350.86	65.67	29.35	33.30
30	305.25	413.69	68.27	42.43	34.36	-	-	-	-	-	277.65	382.92	69.92	51.87	30.37
31	403.08	427.69	53.84	48.93	31.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 19 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563

วัน/เดือน	ตุลาคม 2563 (kWh)				พฤศจิกายน 2563 (kWh)				ธันวาคม 2563 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	256.53	380.29	77.51	33.54	41.59	267.30	211.13	28.00	0.89	8.17	-	-	-	-	-
2	311.18	407.62	76.52	28.03	63.88	224.58	258.59	41.78	8.95	11.27	290.93	259.56	40.86	10.29	19.60
3	244.93	251.88	44.69	27.02	11.90	323.23	314.25	40.45	29.66	10.08	282.15	258.57	40.44	30.62	22.48
4	282.63	238.98	40.14	14.21	11.49	242.33	279.33	37.97	18.46	9.12	214.70	250.69	39.38	37.76	22.98
5	227.25	376.43	69.73	31.31	40.45	197.15	226.21	39.68	4.61	8.16	243.23	240.89	34.47	19.16	9.33
6	-	-	-	-	-	227.20	234.83	37.12	4.63	8.16	280.10	256.65	34.97	17.64	11.51
7	365.67	276.93	35.86	17.18	10.79	257.68	239.04	30.59	7.10	19.38	278.00	274.34	44.08	16.76	15.59
8	-	-	-	-	-	277.88	253.45	34.37	40.91	10.08	262.80	303.83	37.90	9.11	50.63
9	226.50	226.54	45.76	8.75	15.85	310.80	279.51	46.03	16.66	15.58	280.80	263.76	32.10	6.01	31.32
10	273.80	234.16	38.84	11.09	11.81	325.50	304.37	39.22	31.16	16.56	281.08	222.70	26.63	7.52	13.43
11	365.70	276.93	35.86	17.18	10.79	330.33	286.76	36.04	23.29	13.45	280.60	228.54	26.82	10.17	14.16
12	357.53	377.76	50.07	18.25	34.77	282.63	241.68	34.55	13.08	10.57	278.90	214.29	26.95	5.97	11.63
13	276.43	236.71	39.87	13.95	10.11	303.25	271.03	30.54	33.74	11.28	272.88	214.53	30.56	5.74	11.35
14	332.55	358.76	68.24	45.39	9.85	316.58	236.44	27.00	6.28	11.28	214.70	250.69	39.38	37.76	22.98
15	194.90	321.89	70.43	50.86	8.55	326.65	239.22	27.01	6.63	12.00	264.58	298.73	47.76	86.49	9.86
16	177.43	256.01	54.14	47.10	11.27	261.83	263.56	32.77	4.80	9.60	254.13	282.15	45.83	8.63	33.92
17	205.23	235.76	35.67	38.50	10.22	240.28	266.89	36.01	22.64	11.27	273.08	246.16	42.32	18.21	11.73

ตาราง 19 (ต่อ)

วัน/ เดือน	ตุลาคม 2563 (kWh)				พฤศจิกายน 2563 (kWh)				ธันวาคม 2563 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
18	189.15	223.34	34.95	36.92	11.52	274.23	320.78	21.33	12.08	11.09	273.25	222.31	39.77	11.43	8.37
19	74.33	196.76	39.89	42.32	8.17	298.75	257.27	28.83	4.80	15.27	244.53	213.39	33.60	6.22	12.65
20	82.33	203.36	35.13	42.94	14.14	296.03	285.80	40.29	53.90	14.40	415.10	201.37	381.55	74.62	160.69
21	148.63	221.13	36.79	48.51	10.81	295.80	264.81	40.71	4.82	13.20	221.35	234.23	38.63	19.71	14.82
22	198.70	239.49	36.02	37.20	7.93	283.85	261.06	41.13	0.96	15.96	281.95	260.24	42.25	15.97	12.45
23	246.20	240.17	30.78	64.37	9.12	289.55	314.39	26.17	19.98	36.65	290.93	259.28	40.86	10.29	19.60
24	345.95	262.85	27.82	50.58	11.04	277.28	357.46	59.26	7.95	53.67	282.15	258.13	40.35	20.07	22.48
25	320.43	372.01	30.81	21.95	24.45	283.13	369.12	62.72	6.52	61.26	278.88	251.38	38.64	6.93	12.87
26	325.45	285.12	34.38	24.53	21.05	255.45	326.93	63.81	29.11	13.20	247.55	223.23	31.78	33.02	11.48
27	207.40	233.59	41.03	21.63	12.24	281.18	343.31	60.13	4.80	30.81	229.88	217.63	31.73	51.33	12.03
28	272.73	268.45	41.51	21.67	10.33	273.85	256.69	42.42	17.75	16.65	248.38	241.54	36.99	35.41	7.66
29	152.28	236.14	40.12	63.46	8.17	289.65	290.64	41.63	29.29	12.26	279.23	251.55	35.29	32.19	8.37
30	70.78	171.42	34.82	22.60	7.20	286.63	302.73	56.73	29.11	11.04	269.43	234.32	28.77	30.68	10.65
31	258.13	204.49	28.02	0.81	11.51	-	-	-	-	-	228.65	214.44	27.39	31.71	12.20

ตาราง 20 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2564

วัน/เดือน	มกราคม 2564 (kWh)				กุมภาพันธ์ 2564 (kWh)				มีนาคม 2564 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	177.43	256.01	54.14	47.10	11.27	214.70	250.69	39.38	37.76	22.98	270.90	270.90	40.60	22.60	34.98
2	244.93	251.88	44.69	27.02	11.90	264.58	298.73	47.76	86.49	9.86	359.68	359.68	32.08	22.60	22.16
3	282.63	238.98	40.14	14.21	11.49	254.13	282.15	45.83	8.63	33.92	338.85	338.85	59.04	8.07	33.75
4	227.25	376.43	69.73	31.31	40.45	273.08	246.16	42.32	18.21	11.73	420.15	420.15	48.74	9.44	70.82
5	-	-	-	-	-	273.25	222.31	39.77	11.43	8.37	390.85	390.85	32.10	9.37	37.98
6	365.67	276.93	35.86	17.18	10.79	244.53	213.39	33.60	6.22	12.65	328.70	431.00	44.56	13.17	48.10
7	198.70	239.49	36.02	37.20	7.93	415.10	201.37	381.55	74.62	160.69	279.13	482.00	34.56	12.99	41.78
8	246.20	240.17	30.78	64.37	9.12	221.55	234.23	38.63	19.71	14.82	253.93	253.93	48.14	12.99	41.78
9	345.95	262.85	27.82	50.58	11.04	281.95	260.24	42.25	15.97	12.45	430.85	430.85	39.22	13.79	17.09
10	320.43	372.01	30.81	21.95	24.43	290.93	259.28	40.86	10.29	19.60	279.15	279.15	30.81	5.79	11.18
11	325.45	285.12	34.38	24.53	21.05	282.15	258.13	40.35	20.07	22.48	372.01	372.01	36.60	5.74	11.02
12	207.40	233.59	41.03	21.63	12.24	278.88	251.38	38.64	6.93	12.87	-	-	-	-	-
13	272.73	268.45	41.51	21.67	10.33	247.55	223.23	31.78	33.02	11.48	318.80	564.74	38.30	44.37	19.74
14	152.28	236.14	40.12	63.46	8.17	229.88	217.63	31.73	51.33	12.03	340.00	486.00	25.70	19.74	9.39
15	70.78	171.42	34.82	22.60	7.20	248.38	241.54	36.99	35.41	7.66	382.70	382.70	40.60	45.12	44.94
16	269.10	280.94	33.55	46.24	9.02	279.23	251.55	35.29	32.19	8.37	385.45	385.45	35.40	14.87	34.90

ตาราง 20 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มกราคม 2564 (kWh)				กุมภาพันธ์ 2564 (kWh)				มีนาคม 2564 (kWh)						
	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	solar	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
17	337.95	291.07	27.43	35.95	9.05	269.43	234.32	28.77	30.68	10.65	279.13	279.13	33.26	6.11	10.35
18	361.00	337.13	33.75	30.33	12.05	228.65	214.44	27.39	31.71	12.20	-	-	-	-	-
19	289.03	293.81	27.87	51.67	9.39	214.70	250.69	39.38	37.76	22.98	301.98	301.98	39.50	26.00	14.18
20	347.18	439.73	55.54	18.80	44.25	243.23	240.89	34.47	19.16	9.33	320.43	346.65	12.93	33.35	18.30
21	402.78	487.42	66.88	36.78	45.67	280.10	256.65	34.97	17.64	11.51	318.80	368.55	30.81	21.95	24.43
22	278.78	420.19	48.79	26.29	41.54	-	-	-	-	-	358.75	358.75	20.81	32.61	13.84
23	-	-	-	-	-	262.80	303.83	37.90	9.11	50.63	296.55	296.55	22.10	21.97	10.79
24	-	-	-	-	-	280.80	263.76	32.10	6.01	31.32	277.35	277.35	25.00	24.44	13.75
25	74.33	196.76	39.89	42.32	8.17	281.08	222.70	26.63	7.52	13.43	318.80	258.00	31.00	8.61	36.44
26	82.33	203.36	35.13	42.94	14.14	280.60	228.54	26.82	10.17	14.16	305.80	550.30	26.00	13.37	33.20
27	148.63	221.13	36.79	48.51	10.81	278.90	214.29	26.95	5.97	11.63	344.00	344.00	32.00	46.67	34.53
28	198.70	239.49	36.02	37.20	7.93	272.88	214.53	30.56	5.74	11.35	395.55	395.55	28.60	47.58	27.51
29	246.20	240.17	30.78	64.37	9.12	-	-	-	-	-	420.15	420.15	30.52	61.02	9.24
30	298.65	264.31	32.65	8.67	9.72	-	-	-	-	-	328.70	328.70	35.10	51.59	9.43
31	470.60	318.55	35.83	8.28	15.83	-	-	-	-	-	395.55	395.55	36.50	32.22	15.91

ตาราง 21 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563

เดือน/วัน	เมษายน 2563 (kWh)												พฤษภาคม 2563 (kWh)											
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4		
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak
1	279.83	78.93	15.82	4.99	5.54	11.07	2.77	354.46	99.98	46.74	14.76	10.84	2.22	23.32	5.83									
2	231.31	65.24	16.80	5.30	3.74	8.63	2.16	-	305.60	-	29.30	-	8.13	-	18.66									
3	216.33	61.02	19.00	6.00	4.16	11.00	2.75	-	279.23	-	28.56	-	7.95	-	20.33									
4	-	258.00	-	31.00	-	8.61	-	325.57	91.83	38.33	12.11	9.57	1.96	22.91	5.73									
5	-	550.30	-	26.00	-	13.37	-	452.40	127.60	31.05	9.80	12.92	2.65	24.18	6.04									
6	268.32	75.68	24.32	7.68	7.93	27.62	6.91	376.50	106.19	45.75	14.45	10.51	2.15	37.30	9.33									
7	308.53	87.02	21.74	6.86	8.09	22.00	5.50	440.50	124.24	52.90	16.70	24.92	5.10	18.64	4.66									
8	327.72	92.43	23.20	7.32	10.37	7.39	1.85	451.99	127.49	43.79	13.83	12.18	2.50	39.28	9.82									
9	256.39	72.31	26.68	8.42	8.77	7.54	1.89	-	310.99	-	40.79	-	65.02	-	9.24									
10	308.53	87.02	27.74	8.76	5.48	12.73	3.18	-	278.71	-	30.90	-	51.59	-	9.43									
11	-	564.74	-	38.30	-	44.37	-	339.94	95.88	46.09	14.55	10.10	2.07	39.28	9.82									
12	-	486.00	-	25.70	-	19.74	-	386.36	108.97	40.33	12.73	7.65	1.57	40.24	10.06									
13	298.51	84.19	30.86	9.74	7.67	35.95	8.99	354.39	99.95	32.15	10.15	11.75	2.41	35.29	8.82									
14	300.65	84.80	26.90	8.50	2.53	27.92	6.98	325.92	91.92	24.25	7.66	10.73	2.20	17.35	4.34									
15	217.72	61.41	25.28	7.98	1.04	8.28	2.07	442.43	124.79	44.28	13.98	36.94	7.57	9.60	2.40									

ตาราง 21 (ต่อ)

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (kWh)						พฤษภาคม 2563 (kWh)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak
16	323.02	91.11	29.47	9.31	5.15	1.05	8.94	2.24	-	441.78	-	58.30	-	40.70	-	9.25
17	235.54	66.44	30.02	9.48	21.58	4.42	11.34	2.84	-	482.00	-	40.22	-	50.00	-	28.30
18	-	346.65	-	12.93	-	33.35	-	18.30	325.95	91.93	30.80	9.73	23.20	4.75	34.36	8.59
19	-	368.55	-	30.81	-	21.95	-	24.43	287.83	81.18	28.73	9.07	57.26	11.73	31.34	7.83
20	211.30	59.60	30.86	9.74	18.76	3.84	27.99	7.00	376.47	106.19	30.69	9.69	28.06	5.75	35.63	8.91
21	280.55	79.13	24.38	7.70	18.76	3.84	17.73	4.43	387.31	109.24	35.45	11.20	10.16	2.08	39.22	9.81
22	264.30	74.55	44.87	14.17	6.70	1.37	27.00	6.75	380.48	107.31	26.60	8.40	9.50	1.95	12.79	3.20
23	327.72	92.43	37.04	11.70	7.83	1.60	56.66	14.16	-	285.08	-	31.91	-	47.90	-	19.17
24	304.86	85.99	24.40	7.70	7.78	1.59	30.39	7.60	-	268.56	-	35.64	-	49.46	-	19.81
25	-	431.00	-	44.56	-	13.17	-	48.10	277.07	78.15	46.09	14.55	6.25	1.28	18.58	4.64
26	-	482.00	-	34.56	-	12.99	-	41.78	344.61	97.20	36.59	11.55	24.92	5.10	56.46	14.11
27	198.06	55.86	36.59	11.55	10.78	2.21	33.43	8.36	287.47	81.08	41.82	13.21	20.83	4.27	37.32	9.33
28	336.06	94.79	29.81	9.41	11.44	2.34	13.67	3.42	344.48	97.55	49.83	15.82	4.05	2.67	21.18	5.22
29	217.74	61.41	23.42	7.39	4.81	0.99	8.94	2.24	264.09	93.64	40.63	13.88	13.28	2.63	6.33	5.33
30	290.17	81.84	27.82	8.78	4.76	0.98	8.81	2.20	-	284.86	-	43.08	-	5.83	-	10.82
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	272.94	-	28.78	-	6.47	-	11.54

ตาราง 22 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมิถุนายน  
ถึง กรกฎาคม 2563

วัน/ เดือน	มิถุนายน 2563 (kWh)												กรกฎาคม 2563 (kWh)																																		
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4																									
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak																							
1	295.33	88.80	52.39	13.57	3.02	6.28	4.98	377.43	110.98	44.79	17.17	18.05	10.09	41.49	4.79	284.99	95.71	47.40	16.57	7.03	10.26	4.83	374.96	114.78	61.16	16.49	23.07	17.35	24.20	4.24																	
2	253.96	85.55	19.50	14.29	6.62	24.25	4.89	283.29	102.56	47.21	15.19	38.20	11.85	12.73	4.17	319.09	80.28	42.12	13.68	4.78	25.17	4.89	-	33.55	46.24	-	9.02	319.09	80.28	42.12	13.68	4.78	25.17	4.89	-	33.55	46.24	-	9.02								
3	237.69	85.46	43.97	16.22	5.88	12.02	5.07	-	291.07	-	27.43	-	-	-	9.05	237.69	85.46	43.97	16.22	5.88	12.02	5.07	-	291.07	-	27.43	-	-	237.69	85.46	43.97	16.22	5.88	12.02	5.07	-	291.07	-	27.43	-	-						
4	-	303.48	-	38.98	5.79	-	11.18	243.83	93.30	22.14	11.61	23.73	6.59	7.98	4.06	-	293.09	-	30.46	5.74	-	-	11.02	211.75	82.06	15.89	11.98	43.80	7.87	5.07	4.32	314.76	85.62	49.48	13.14	2.59	12.28	4.89	352.78	86.95	41.94	13.60	16.61	29.60	7.18	41.58	4.08
5	353.05	91.50	55.87	13.73	2.57	21.20	4.36	382.88	104.54	50.27	16.61	18.21	8.08	41.49	0.05	319.57	87.50	48.18	15.09	2.62	22.26	4.63	331.90	88.28	34.46	14.33	18.21	8.08	41.49	0.05	334.85	83.62	43.55	14.07	2.83	18.57	4.65	-	285.08	-	31.48	46.90	-	19.17			
6	401.57	93.02	55.62	14.27	6.24	63.83	6.74	-	268.56	-	31.64	-	-	-	17.81	401.57	93.02	55.62	14.27	6.24	63.83	6.74	-	268.56	-	31.64	-	-	401.57	93.02	55.62	14.27	6.24	63.83	6.74	-	268.56	-	31.64	-	-						
7	-	320.55	-	29.54	25.09	-	46.66	288.18	83.83	42.63	15.59	28.57	9.33	22.05	4.67	-	320.55	-	29.54	25.09	-	46.66	288.18	83.83	42.63	15.59	28.57	9.33	22.05	4.67	-	320.55	-	29.54	25.09	-	46.66	288.18	83.83	42.63	15.59	28.57	9.33	22.05	4.67		
8	-	234.20	-	28.46	7.38	-	21.63	341.76	89.44	42.04	15.73	12.67	13.74	44.22	4.11	-	234.20	-	28.46	7.38	-	21.63	341.76	89.44	42.04	15.73	12.67	13.74	44.22	4.11	-	234.20	-	28.46	7.38	-	21.63	341.76	89.44	42.04	15.73	12.67	13.74	44.22	4.11		
9	-	-	-	-	-	-	-	383.23	99.46	42.61	17.35	9.09	7.50	42.87	4.12	-	-	-	-	-	-	-	-	383.23	99.46	42.61	17.35	9.09	7.50	42.87	4.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

ตาราง 22 (ต่อ)

วัน/เดือน	มิถุนายน 2563 (kWh)						กรกฎาคม 2563 (kWh)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
16	367.59	76.10	25.49	15.04	9.54	3.69	58.40	5.83	394.45	101.95	39.32	19.44	19.23	7.78	51.67	4.11
17	239.65	77.42	23.89	13.91	17.86	4.90	30.35	4.92	392.71	95.07	44.96	13.98	31.28	7.23	42.62	4.25
18	229.76	78.31	26.98	13.40	9.10	5.07	19.23	4.70	-	284.02	-	29.09	-	39.12	-	24.28
19	225.08	95.35	33.97	12.68	7.85	5.08	19.01	4.12	-	278.61	-	29.12	-	55.42	-	27.08
20	-	257.16	-	35.00	-	9.74	-	9.97	355.64	86.15	45.97	13.73	29.40	10.84	40.80	4.34
21	-	292.81	-	31.91	-	12.95	-	15.94	-	-	-	-	-	-	-	-
22	381.48	99.09	43.56	14.71	5.16	4.27	65.58	5.24	288.14	80.41	41.94	13.60	23.45	8.97	21.97	4.39
23	291.35	102.47	45.95	16.67	5.13	4.24	33.31	33.31	363.62	90.82	48.44	13.05	25.31	12.26	22.44	4.27
24	353.79	82.04	45.66	14.98	8.35	4.81	44.19	3.91	330.72	87.12	36.27	14.17	39.62	13.17	20.52	4.21
25	296.19	89.29	34.46	13.69	6.53	6.46	37.43	4.35	-	365.65	-	29.89	-	58.46	-	13.76
26	301.85	89.90	43.63	15.42	4.40	3.67	29.65	4.11	-	355.08	-	36.69	-	64.28	-	13.62
27	-	264.31	-	32.65	-	8.67	-	9.72	196.09	75.04	16.35	12.57	27.61	13.18	9.94	4.18
28	-	318.55	-	35.83	-	8.28	-	15.83	201.13	63.84	20.92	11.59	33.13	13.98	8.31	4.32
29	-	-	-	-	-	-	-	-	268.57	80.86	36.85	14.09	29.06	19.48	25.12	4.74
30	-	-	-	-	-	-	-	-	336.18	77.51	54.51	13.77	31.67	10.76	30.24	4.12
31	-	-	-	-	-	-	-	-	345.16	82.53	40.80	13.04	36.55	12.39	27.47	4.23

ตาราง 23 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนสิงหาคม  
ถึง กันยายน 2563

วัน/ เดือน	สิงหาคม 2563 (kWh)															
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak
1	-	271.83	-	36.26	-	32.61	-	14.84	139.73	50.67	41.37	16.04	11.66	8.40	20.41	6.12
2	-	152.43	-	28.04	-	22.97	-	10.79	320.84	69.37	39.90	14.98	37.62	7.77	24.18	5.48
3	230.87	56.73	31.83	14.35	16.52	7.92	9.60	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-
4	223.08	60.34	30.62	14.65	4.74	3.87	32.14	4.29	352.78	86.95	41.94	13.60	12.10	6.70	40.12	4.13
5	243.34	60.78	31.45	13.58	10.20	3.17	29.10	4.09	-	320.55	-	29.54	-	25.09	-	46.66
6	249.73	62.42	37.90	13.00	38.12	8.55	30.41	4.12	-	170.04	-	28.42	-	6.20	-	11.18
7	242.02	63.12	42.01	13.74	33.32	14.27	23.10	4.41	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	319.99	-	40.79	-	61.02	-	9.24	336.18	77.51	54.51	13.77	31.67	10.76	30.24	4.12
9	-	272.71	-	32.90	-	51.59	-	9.43	243.83	93.30	22.14	11.61	23.73	6.59	7.98	4.06
10	283.17	72.57	44.21	13.66	22.89	9.33	11.50	4.41	343.28	93.51	44.67	19.24	30.94	8.68	25.50	4.37
11	274.20	69.23	36.93	13.90	37.93	6.44	15.53	4.20	349.02	92.61	53.77	16.68	27.63	7.01	59.14	4.52
12	163.88	71.27	17.48	12.25	16.30	3.44	5.21	4.18	-	297.54	-	36.43	-	38.49	-	13.24
13	299.71	65.62	35.69	13.97	39.07	6.05	39.42	5.52	-	252.34	-	36.15	-	16.57	-	10.04
14	235.31	66.98	32.59	13.44	8.65	6.22	25.87	9.04	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	167.12	-	28.72	-	6.11	-	10.35	341.93	86.21	45.26	36.46	19.32	5.65	46.62	5.04

ตาราง 23 (ต่อ)

วัน/ เดือน	สิงหาคม 2563 (KWh)						กันยายน 2563 (KWh)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak	Peak	peak
16	-	170.04	-	28.42	-	6.20	-	11.18	404.46	80.29	48.90	33.76	25.37	10.05	28.33	4.06
17	177.71	59.63	31.27	15.27	22.38	3.62	10.09	4.09	331.95	81.29	45.21	30.28	24.38	8.66	23.60	4.43
18	184.81	72.26	23.03	14.06	26.68	6.67	14.11	4.19	-	-	-	-	-	-	-	-
19	191.47	61.33	28.53	14.09	14.15	7.80	20.30	4.12	-	218.02	-	37.15	-	44.51	-	12.00
20	253.50	67.54	30.21	12.03	17.40	5.21	30.60	4.39	-	243.36	-	34.76	-	40.70	-	9.25
21	150.61	60.32	22.10	13.55	16.89	5.72	17.74	4.42	230.23	77.48	46.93	17.06	39.18	10.81	24.14	4.16
22	-	181.51	-	30.31	-	7.65	-	10.40	318.12	81.65	61.21	17.18	21.19	6.76	38.49	4.46
23	-	216.68	-	29.02	-	11.83	-	13.61	325.21	85.35	68.57	18.74	55.25	13.73	34.69	4.49
24	225.37	61.53	37.17	13.19	6.70	3.77	18.07	4.20	281.68	84.34	58.38	19.73	24.10	9.71	39.83	4.72
25	268.33	73.83	32.09	13.31	6.86	4.14	52.13	5.10	291.84	75.79	40.65	18.09	7.76	4.49	44.82	4.21
26	313.23	75.22	33.76	13.36	16.27	6.46	34.21	6.06	-	303.07	-	39.41	-	14.17	-	36.19
27	295.89	80.29	45.43	13.99	16.60	7.54	21.38	6.03	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	323.17	72.33	55.28	18.76	26.84	4.67	38.13	4.85
29	-	-	-	-	-	-	-	-	276.57	74.29	48.60	17.07	20.21	9.14	27.92	5.38
30	-	-	-	-	-	-	-	-	306.22	76.70	50.34	19.58	40.60	11.27	25.81	4.56
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 24 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2563

วัน/ เดือน	พฤศจิกายน 2563 (kWh)															
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4						
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak				
1	-	271.83	-	36.26	-	32.61	-	14.84	139.73	50.67	41.37	16.04	11.66	8.40	20.41	6.12
2	-	152.43	-	28.04	-	22.97	-	10.79	320.84	69.37	39.90	14.98	37.62	7.77	24.18	5.48
3	230.87	56.73	31.83	14.35	16.52	7.92	9.60	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-
4	223.08	60.34	30.62	14.65	4.74	3.87	32.14	4.29	352.78	86.95	41.94	13.60	12.10	6.70	40.12	4.13
5	243.34	60.78	31.45	13.58	10.20	3.17	29.10	4.09	-	320.55	-	29.54	-	25.09	-	46.66
6	249.73	62.42	37.90	13.00	38.12	8.55	30.41	4.12	-	170.04	-	28.42	-	6.20	-	11.18
7	242.02	63.12	42.01	13.74	33.32	14.27	23.10	4.41	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	319.99	-	40.79	-	61.02	-	9.24	336.18	77.51	54.51	13.77	31.67	10.76	30.24	4.12
9	-	272.71	-	32.90	-	51.59	-	9.43	243.83	93.30	22.14	11.61	23.73	6.59	7.98	4.06
10	283.17	72.57	44.21	13.66	22.89	9.33	11.50	4.41	343.28	93.51	44.67	19.24	30.94	8.68	25.50	4.37
11	274.20	69.23	36.93	13.90	37.93	6.44	15.53	4.20	349.02	92.61	53.77	16.68	27.63	7.01	59.14	4.52
12	163.88	71.27	17.48	12.25	16.30	3.44	5.21	4.18	-	297.54	-	36.43	-	38.49	-	13.24
13	299.71	65.62	35.69	13.97	39.07	6.05	39.42	5.52	-	252.34	-	36.15	-	16.57	-	10.04
14	235.31	66.98	32.59	13.44	8.65	6.22	25.87	9.04	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	167.12	-	28.72	-	6.11	-	10.35	341.93	86.21	45.26	36.46	19.32	5.65	46.62	5.04

ตาราง 24 (ต่อ)

วันที่/ เดือน	จุดติดตั้ง 2563 (kWh)												พุดังกล่าว 2563 (kWh)												
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	
16	-	170.04	-	28.42	-	6.20	-	11.18	404.46	80.29	48.90	25.37	10.05	28.33	4.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	177.71	59.63	31.27	15.27	22.38	3.62	10.09	4.09	331.95	81.29	45.21	24.38	8.66	23.60	4.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	184.81	72.26	23.03	14.06	26.68	6.67	14.11	4.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	191.47	61.33	28.53	14.09	14.15	7.80	20.30	4.12	-	218.02	-	37.15	44.51	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	253.50	67.54	30.21	12.03	17.40	5.21	30.60	4.39	-	243.36	-	34.76	40.70	-	9.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	150.61	60.32	22.10	13.55	16.89	5.72	17.74	4.42	230.23	77.48	46.93	39.18	10.81	24.14	4.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	181.51	-	30.31	-	7.65	-	10.40	318.12	81.65	61.21	21.19	6.76	38.49	4.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	216.68	-	29.02	-	11.83	-	13.61	325.21	85.35	68.57	55.25	13.73	34.69	4.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	225.37	61.53	37.17	13.19	6.70	3.77	18.07	4.20	281.68	84.34	58.38	24.10	9.71	39.83	4.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	268.33	73.83	32.09	13.31	6.86	4.14	52.13	5.10	291.84	75.79	40.65	7.76	4.49	44.82	4.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	313.23	75.22	33.76	13.36	16.27	6.46	34.21	6.06	-	303.07	-	39.41	14.17	36.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	295.89	80.29	45.43	13.99	16.60	7.54	21.38	6.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	323.17	72.33	55.28	26.84	4.67	38.13	4.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	276.57	74.29	48.60	20.21	9.14	27.92	5.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	306.22	76.70	50.34	40.60	11.27	25.81	4.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 25 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนธันวาคม 2563 ถึง มกราคม 2564

วัน/ เดือน	ธันวาคม 2563 (kWh)												มกราคม 2564 (kWh)											
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4									
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off								
1	-	-	-	-	-	-	-	-	176.83	79.19	35.75	18.40	28.40	18.69	6.15	5.12								
2	249.14	10.42	37.67	3.19	9.46	0.83	18.54	1.06	-	251.88	-	44.69	-	27.02	-	11.90								
3	190.52	68.05	23.95	16.49	27.03	3.59	16.50	5.98	-	238.98	-	40.14	-	14.21	-	11.49								
4	185.51	65.18	25.20	14.18	27.56	10.20	20.45	2.53	299.72	76.71	50.25	19.47	28.55	2.75	35.97	4.48								
5	-	240.89	-	34.47	-	19.16	-	9.33	-	-	-	-	-	-	-	-								
6	-	256.65	-	34.97	-	17.64	-	11.51	209.68	67.25	21.50	14.37	14.39	2.79	6.62	4.17								
7	203.01	71.33	28.21	15.87	12.23	4.53	13.87	1.71	172.89	66.59	22.70	13.32	20.28	16.92	4.32	3.61								
8	224.84	79.00	24.25	13.64	6.65	2.46	45.06	5.57	156.51	83.67	17.04	13.74	28.03	36.34	4.97	4.14								
9	195.18	68.58	20.54	11.56	4.39	1.62	27.88	3.45	-	262.85	-	27.82	-	50.58	-	11.04								
10	164.80	57.90	17.04	9.59	5.49	2.03	11.96	1.48	-	372.01	-	30.81	-	21.95	-	24.43								
11	169.12	59.42	17.17	9.66	7.42	2.75	12.60	1.56	216.89	68.23	21.29	13.09	14.32	10.21	16.62	4.42								
12	-	214.29	-	26.95	-	5.97	-	11.63	165.78	67.81	27.30	13.73	11.78	9.86	6.67	5.57								
13	-	214.53	-	30.56	-	5.74	-	11.35	199.07	69.38	27.96	13.55	11.77	9.90	5.63	4.70								
14	185.51	65.18	25.20	14.18	27.57	10.20	20.45	2.53	171.68	64.46	26.91	13.21	50.01	13.45	4.45	3.72								
15	221.06	77.67	30.56	17.19	63.14	23.35	8.77	1.08	106.55	64.87	21.75	13.07	0.49	22.11	3.92	3.28								

ตาราง 25 (ต่อ)

วัน/ เดือน	สถานีผลิต 2563 (kWh)												สถานีผลิต 2564 (kWh)												
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	
16	208.79	73.36	29.33	16.50	2.33	6.30	30.19	3.73	280.94	-	33.55	-	46.24	-	9.02	-	33.55	-	46.24	-	33.55	-	46.24	-	9.02
17	182.16	64.00	27.08	15.23	4.92	13.29	10.44	1.29	291.07	-	27.43	-	35.95	-	9.05	-	27.43	-	35.95	-	27.43	-	35.95	-	9.05
18	164.51	57.80	25.45	14.32	3.09	8.34	7.45	0.92	243.83	93.30	22.14	23.73	6.59	4.06	-	23.73	11.61	23.73	6.59	7.87	5.07	7.98	5.07	4.32	
19	-	213.39	-	33.60	6.22	-	-	12.65	211.75	82.06	15.89	43.80	7.87	4.32	-	43.80	11.98	43.80	7.87	7.87	5.07	5.07	5.07	4.32	
20	-	201.37	-	381.55	74.62	-	-	160.69	352.78	86.95	41.94	12.10	6.70	4.13	-	12.10	13.60	12.10	6.70	7.18	40.12	40.12	40.12	4.13	
21	173.33	60.90	24.72	13.91	5.32	14.39	13.19	1.63	382.88	104.54	50.27	29.60	7.18	4.08	-	29.60	16.61	29.60	7.18	7.18	41.58	41.58	41.58	4.08	
22	192.58	67.66	27.04	15.21	4.31	11.66	11.08	1.37	331.90	88.28	34.46	18.21	8.08	0.05	-	18.21	14.33	18.21	8.08	8.08	41.49	41.49	41.49	0.05	
23	191.87	67.41	26.15	14.71	2.78	7.51	17.45	2.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	191.01	67.11	25.82	14.52	5.42	14.65	20.01	2.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	186.02	65.36	24.73	13.91	1.87	5.06	11.45	1.42	125.58	71.17	23.35	16.54	16.87	3.72	-	16.54	16.54	16.54	16.87	16.87	4.45	4.45	4.45	3.72	
26	-	223.23	-	31.78	33.02	-	-	11.48	131.86	71.50	21.06	26.01	16.93	6.42	-	21.06	14.07	26.01	16.93	16.93	7.72	7.72	7.72	6.42	
27	-	217.63	-	31.73	51.33	-	-	12.03	153.68	67.45	22.39	31.67	16.85	4.92	-	22.39	14.40	31.67	16.85	16.85	5.89	5.89	5.89	4.92	
28	178.74	62.80	23.67	13.31	9.56	25.85	6.82	0.84	172.89	66.59	22.70	20.28	16.92	3.61	-	22.70	13.32	20.28	16.92	16.92	4.32	4.32	4.32	3.61	
29	186.15	65.40	22.58	12.70	8.69	23.50	7.45	0.92	156.51	83.67	17.04	28.03	36.34	4.14	-	17.04	13.74	28.03	36.34	36.34	4.97	4.97	4.97	4.14	
30	173.39	60.92	18.41	10.36	8.28	22.40	9.48	1.17	264.31	-	32.65	-	8.67	9.72	-	32.65	-	32.65	-	8.67	-	-	-	9.72	
31	158.69	55.76	17.53	9.86	8.56	23.15	10.86	1.34	318.55	-	35.83	-	8.28	15.83	-	35.83	-	35.83	-	8.28	-	-	-	15.83	

ตาราง 26 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าแบบช่วงเวลาการใช้งาน (Time of use rate : TOU) ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือน

กุมภาพันธ์ 2564 ถึง มีนาคม 2564

วัน/ เดือน	กุมภาพันธ์ 2564 (kWh)												มีนาคม 2564 (kWh)												
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	
1	185.51	65.18	25.20	14.18	27.57	10.20	20.45	2.53	211.30	59.60	30.86	9.74	18.76	3.84	27.99	7.00									
2	221.06	77.67	30.56	17.19	63.14	23.35	8.77	1.08	280.55	79.13	24.38	7.70	18.76	3.84	17.73	4.43									
3	208.79	73.358	29.33	16.5	6.30	2.33	30.19	3.73	264.30	74.55	44.87	14.17	6.70	1.37	27.00	6.75									
4	182.16	64.00	27.08	15.23	13.29	4.92	10.44	1.29	327.72	92.43	37.04	11.70	7.83	1.60	56.66	14.16									
5	164.51	57.80	25.45	14.32	8.34	3.09	7.45	0.92	304.86	85.99	24.396	7.70	7.7757	1.59	30.387	7.60									
6	-	213.39	-	33.60	-	6.22	-	12.65	-	431.00	-	44.56	-	13.17	-	48.10									
7	-	201.37	-	381.55	-	74.62	-	160.69	-	482.00	-	34.56	-	12.99	-	41.78									
8	173.33	60.90	24.721	13.91	14.386	5.32	13.193	1.63	198.06	55.86	36.59	11.55	10.78	2.21	33.43	8.36									
9	192.58	67.66	27.04	15.21	11.66	4.31	11.08	1.37	336.06	94.79	29.81	9.41	11.44	2.34	13.67	3.42									
10	191.87	67.41	26.15	14.71	7.51	2.78	17.45	2.16	217.74	61.41	23.42	7.39	4.81	0.99	8.94	2.24									
11	191.01	67.11	25.82	14.52	14.65	5.42	20.01	2.47	290.17	81.84	27.82	8.78	4.76	0.98	8.81	2.20									
12	186.02	65.36	24.73	13.91	5.06	1.87	11.45	1.42	-	-	-	-	-	-	-	-									
13	-	223.23	-	31.78	-	33.02	-	11.48	-	564.74	-	38.30	-	44.37	-	19.74									
14	-	217.63	-	31.73	-	51.33	-	12.03	-	486.00	-	25.70	-	19.74	-	9.39									
15	178.74	62.80	23.67	13.31	25.852	9.56	6.8211	0.84	298.51	84.19	30.86	9.74	37.45	7.67	35.95	8.99									

ตาราง 26 (ต่อ)

วัน/ เดือน	กลุ่มภาพพิมพ์ 2564 (kWh)												สีน้ำตาล 2564 (kWh)												
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			
	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	On	Off	Peak	
16	186.15	65.40	22.58	12.70	23.50	8.69	7.45	0.92	300.65	84.80	26.90	8.50	12.34	2.53	27.92	6.98									
17	173.39	60.92	18.41	10.36	22.40	8.28	9.48	1.17	217.72	61.41	25.28	7.98	5.07	1.04	8.28	2.07									
18	158.69	55.76	17.53	9.86	23.15	8.56	10.86	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-									
19	185.51	65.18	25.20	14.18	27.56	10.20	20.45	2.53	235.54	66.44	30.02	9.48	21.577	4.42	11.341	2.84									
20	-	240.89	-	34.47	-	19.16	-	9.33	-	346.65	-	12.93	-	33.35	-	18.30									
21	-	256.65	-	34.97	-	17.64	-	11.51	-	368.55	-	30.81	-	21.95	-	24.43									
22	-	-	-	-	-	-	-	-	279.83	78.93	15.82	4.99	27.07	5.54	11.07	2.77									
23	224.84	79.00	24.25	13.64	6.65	2.46	45.06	5.57	231.31	65.24	16.80	5.30	18.24	3.74	8.63	2.16									
24	195.18	68.58	20.54	11.56	4.39	1.62	27.88	3.45	216.33	61.02	19.00	6.00	20.29	4.16	11.00	2.75									
25	164.80	57.90	17.04	9.59	5.49	2.03	11.96	1.48	268.32	75.68	24.32	7.68	38.737	7.93	27.622	36.44									
26	169.12	59.42	17.17	9.66	7.42	2.75	12.60	1.56	308.53	87.02	21.74	6.86	39.49	8.09	22.00	33.20									
27	-	214.29	-	26.95	-	5.97	-	11.63	-	258	-	31	-	8.6092	-	6.91									
28	-	214.53	-	30.56	-	5.74	-	11.35	-	550.3	-	26	-	13.366	-	5.50									
29	-	-	-	-	-	-	-	-	327.72	92.43	23.20	7.32	50.64	10.37	7.39	1.85									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	256.39	72.31	26.68	8.42	42.82	8.77	7.54	1.89									
31	-	-	-	-	-	-	-	-	308.53	87.02	27.74	8.76	26.74	5.48	12.73	3.18									

ตาราง 27 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2563

วัน/เดือน	เมษายน 2563 (บาท)												พฤษภาคม 2563 (บาท)											
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4		
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak		
1	1,147.98	204.01	64.88	12.91	111.05	14.33	45.43	7.16	1454.19	258.43	191.75	38.15	44.46	5.74	95.66	15.07								
2	948.95	168.64	68.91	13.71	74.82	9.66	35.42	5.58	-	789.95	-	75.74	-	21.02	-	48.23								
3	887.51	157.72	77.95	15.51	83.23	10.74	45.13	7.11	-	721.78	-	73.82	-	20.55	-	52.55								
4	-	666.90	-	80.13	-	22.25	-	94.18	1355.66	237.37	157.27	31.29	39.27	5.07	93.97	14.80								
5	-	1,422.47	-	67.21	-	34.55	-	85.81	1855.97	329.83	127.37	25.34	53.02	6.84	99.18	15.62								
6	1,100.78	195.63	99.77	19.85	158.92	20.51	113.32	17.85	1544.58	274.50	187.68	37.34	43.11	5.56	153.04	24.11								
7	1,265.74	224.94	89.17	17.74	162.01	20.91	90.27	14.22	1807.14	321.16	217.01	43.18	102.22	13.19	76.47	12.05								
8	1,344.46	238.93	95.16	18.93	207.76	26.81	30.32	4.78	1854.31	329.54	179.64	35.74	49.99	6.45	161.14	25.38								
9	1,051.82	186.92	109.44	21.78	175.66	22.67	30.94	4.87	-	803.89	-	105.44	-	168.06	-	23.88								
10	1,265.74	224.94	113.80	22.64	109.71	14.16	52.21	8.22	-	720.42	-	79.87	-	133.35	-	24.37								
11	-	1,459.80	-	99.00	-	114.70	-	51.01	1394.61	247.84	189.06	37.62	41.44	5.35	161.14	25.38								
12	-	1,256.26	-	66.43	-	51.03	-	24.28	1585.03	281.68	165.44	32.92	31.39	4.05	165.08	26.00								
13	1,224.62	217.63	126.59	25.19	153.64	19.83	147.48	23.23	1453.87	258.37	131.89	26.24	48.22	6.22	144.77	22.80								
14	1,233.42	219.20	110.37	21.96	50.62	6.53	114.55	18.04	1337.07	237.62	99.49	19.80	44.02	5.68	71.19	11.21								
15	893.20	158.74	103.70	20.63	20.81	2.69	33.97	5.35	1815.08	322.57	181.66	36.15	151.56	19.56	39.37	6.20								

ตาราง 27 (ต่อ)

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (บาท)						พฤษภาคม 2563 (บาท)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
16	1,325.20	235.51	120.91	24.06	21.12	2.73	36.68	5.78	-	1141.96	-	150.70	-	105.19	-	23.91
17	966.32	171.73	123.16	24.50	88.52	11.42	46.53	7.33	-	1245.92	-	103.96	-	129.24	-	73.14
18	-	896.05	-	33.42	-	86.21	-	47.31	1337.20	237.64	126.36	25.14	95.18	12.28	140.96	22.20
19	-	952.66	-	79.64	-	56.73	-	63.14	1180.81	209.85	117.87	23.45	234.90	30.31	128.57	20.25
20	866.87	154.05	126.59	25.19	76.96	9.93	114.81	18.09	1544.49	274.48	125.91	25.05	115.11	14.86	146.19	23.03
21	1,150.96	204.54	100.02	19.90	76.97	9.93	72.74	11.46	1588.94	282.38	145.44	28.94	41.70	5.38	160.91	25.35
22	1,084.30	192.70	184.09	36.63	27.49	3.55	110.78	17.45	1560.90	277.40	109.13	21.71	38.99	5.03	52.48	8.27
23	1,344.46	238.93	151.97	30.24	32.13	4.15	232.43	36.61	-	736.91	-	82.48	-	123.82	-	49.56
24	1,250.70	222.27	100.08	19.91	31.90	4.12	124.66	19.64	-	694.19	-	92.12	-	127.85	-	51.20
25	-	1,114.09	-	115.18	0.00	34.04	-	124.33	1136.69	202.01	189.06	37.62	25.64	3.31	76.21	12.00
26	-	1,245.92	-	89.33	0.00	33.56	-	108.00	1413.77	251.25	150.11	29.87	102.22	13.19	231.62	36.48
27	812.55	144.40	150.11	29.87	44.21	5.71	137.13	21.60	1179.34	209.59	171.58	34.14	85.44	11.03	153.12	24.12
28	1,378.70	245.01	122.28	24.33	46.95	6.06	56.08	8.83	1413.23	252.17	204.42	40.89	16.63	6.89	86.90	13.48
29	893.27	158.75	96.06	19.11	19.73	2.55	36.69	5.78	1083.44	242.05	166.69	35.88	54.49	6.80	25.96	13.77
30	1,190.41	211.55	114.12	22.71	19.54	2.52	36.15	5.69	-	736.33	-	111.36	-	15.07	-	27.97
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	705.51	-	74.38	-	16.72	-	29.82

ตาราง 28 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เต็มมิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2563

วัน/เดือน	มิถุนายน 2563 (บาท)				กรกฎาคม 2563 (บาท)								
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4					
1	On Peak 1,211.57	On Peak 214.92	Off peak 35.08	On Peak 22.73	Off peak 7.81	On Peak 25.77	Off peak 12.86	On Peak 183.76	Off peak 44.37	On Peak 74.04	Off peak 26.08	On Peak 170.22	Off peak 12.37
2	On Peak 1,169.15	On Peak 194.44	Off peak 42.84	On Peak 36.60	Off peak 18.18	On Peak 42.07	Off peak 12.49	On Peak 250.92	Off peak 42.64	On Peak 94.63	Off peak 44.86	On Peak 99.29	Off peak 10.97
3	On Peak 1,041.87	On Peak 8-900624 99999 221.14	Off peak 36.93	On Peak 26.40	Off peak 17.11	On Peak 99.50	Off peak 12.65	On Peak 193.67	Off peak 39.28	On Peak 156.73	Off peak 30.64	On Peak 52.23	Off peak 10.78
4	On Peak 1,309.06	On Peak 172.78	Off peak 35.36	On Peak 41.71	Off peak 12.35	On Peak 103.27	Off peak 12.63	On Peak -	Off peak 86.72	On Peak -	Off peak 119.52	On Peak -	Off peak 23.31
5	On Peak 975.13	On Peak 180.40	Off peak 41.93	On Peak 32.45	Off peak 15.19	On Peak 49.29	Off peak 13.11	On Peak -	Off peak 70.91	On Peak -	Off peak 92.94	On Peak -	Off peak 23.39
6	On Peak -	On Peak 784.46	Off peak 100.77	On Peak -	Off peak 14.98	On Peak -	Off peak 28.90	On Peak 1,000.30	Off peak 30.01	On Peak 97.37	Off peak 17.04	On Peak 32.76	Off peak 10.50
7	On Peak -	On Peak 757.60	Off peak 78.72	On Peak -	Off peak 14.83	On Peak -	Off peak 28.47	On Peak 868.70	Off peak 30.98	On Peak 179.69	Off peak 20.35	On Peak 20.79	Off peak 11.17
8	On Peak 1,291.31	On Peak 202.98	Off peak 33.96	On Peak 12.85	Off peak 6.70	On Peak 50.39	Off peak 12.63	On Peak 1,447.27	Off peak 35.16	On Peak 49.62	Off peak 17.32	On Peak 164.60	Off peak 10.68
9	On Peak 1,448.37	On Peak 229.19	Off peak 35.50	On Peak 27.53	Off peak 6.65	On Peak 86.99	Off peak 11.27	On Peak 1,570.78	Off peak 42.93	On Peak 121.44	Off peak 18.56	On Peak 170.60	Off peak 10.55
10	On Peak 1,311.03	On Peak 197.64	Off peak 58.99	On Peak 12.92	Off peak 6.76	On Peak 91.32	Off peak 11.98	On Peak 1,361.62	Off peak 141.38	On Peak 74.72	Off peak 20.88	On Peak 170.22	Off peak 0.13
11	On Peak 1,373.73	On Peak 178.65	Off peak 36.36	On Peak 19.30	Off peak 7.30	On Peak 76.19	Off peak 12.02	On Peak -	Off peak 81.38	On Peak -	Off peak 121.24	On Peak -	Off peak 49.56
12	On Peak 1,647.46	On Peak 228.19	Off peak 36.89	On Peak 97.55	Off peak 16.13	On Peak 261.87	Off peak 17.42	On Peak -	Off peak 81.78	On Peak -	Off peak 117.51	On Peak -	Off peak 46.03
13	On Peak -	On Peak 828.60	Off peak 76.35	On Peak -	Off peak 64.86	On Peak -	Off peak 120.60	On Peak 1,182.24	Off peak 174.89	On Peak 117.19	Off peak 24.11	On Peak 90.45	Off peak 12.06
14	On Peak -	On Peak 605.38	Off peak 73.57	On Peak -	Off peak 19.07	On Peak -	Off peak 55.91	On Peak 1,402.07	Off peak 172.46	On Peak 51.97	Off peak 35.52	On Peak 181.40	Off peak 10.61

ตาราง 28 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มิถุนายน 2563 (บาท)												กรกฎาคม 2563 (บาท)											
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
15	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	1,572.19	257.09	174.79	44.85	37.27	19.38	175.86	10.66	-	-	-	-	-	-	
16	1,508.02	196.70	104.56	38.88	39.12	9.55	239.59	15.06	1,618.24	263.53	161.29	50.24	78.91	20.12	211.99	10.64	-	-	-	-	-	-	-	
17	983.17	200.12	98.02	35.96	73.25	12.66	124.49	12.73	1,611.08	245.75	184.44	36.15	128.34	18.69	174.85	10.98	-	-	-	-	-	-	-	
18	942.60	202.43	110.70	34.63	37.32	13.09	78.88	12.14	-	734.15	-	75.20	-	101.11	-	62.75	-	-	-	-	-	-	-	
19	923.40	246.46	139.37	32.77	32.21	13.12	77.97	10.64	-	720.17	-	75.27	-	143.26	-	69.99	-	-	-	-	-	-	-	
20	-	664.73	-	90.48	-	25.19	-	25.76	1,458.99	222.68	188.61	35.48	120.61	28.01	167.36	11.21	-	-	-	-	-	-	-	
21	-	756.88	-	82.48	-	33.48	-	41.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	1,565.03	256.15	178.69	38.02	21.18	11.05	269.04	13.54	1,182.09	207.86	172.05	35.16	96.22	23.18	90.14	11.36	-	-	-	-	-	-	-	
23	1,195.26	264.88	188.50	43.08	21.04	10.96	136.65	86.10	1,491.76	234.75	198.74	33.74	103.84	31.70	92.07	11.04	-	-	-	-	-	-	-	
24	1,451.41	212.06	187.30	38.73	34.28	12.45	181.27	10.12	1,356.77	225.19	148.80	36.63	162.52	34.05	84.18	10.89	-	-	-	-	-	-	-	
25	1,215.14	230.81	141.36	35.38	26.79	16.69	153.56	11.24	-	945.16	-	77.27	-	151.11	-	35.56	-	-	-	-	-	-	-	
26	1,238.35	232.39	178.97	39.85	18.05	9.49	121.62	10.62	-	917.85	-	94.83	-	166.16	-	35.20	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	-	-	-	-	-	-	-	804.48	193.98	67.07	32.50	113.29	34.07	40.78	10.82	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	825.14	165.03	85.83	29.95	135.92	36.12	34.08	11.17	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	1,101.79	209.01	151.17	36.41	119.21	50.35	103.05	12.27	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	1,379.17	200.35	223.61	35.59	129.93	27.81	124.06	10.64	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	1,416.00	213.33	167.38	33.71	149.93	32.02	112.69	10.94	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 29 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2563

สิงหาคม 2563 (บาท)

กันยายน 2563 (บาท)

วัน/ เดือน	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
1	-	702.66	-	93.72	-	84.30	-	38.36	573.24	130.97	169.74	41.45	47.82	21.72	83.71	15.81
2	-	394.02	-	72.48	-	59.38	-	27.90	1,316.23	179.31	163.69	38.73	154.32	20.10	99.18	14.18
3	947.16	146.64	130.58	37.08	67.79	20.47	39.38	10.74	-	-	-	-	-	-	-	-
4	915.17	155.96	125.64	37.88	19.46	9.99	131.86	11.10	1,447.27	224.76	172.06	35.16	49.62	17.32	164.60	10.68
5	998.32	157.11	129.01	35.11	41.84	8.19	119.39	10.59	-	828.60	-	76.35	-	64.86	-	120.60
6	1,024.50	161.36	155.50	33.61	156.40	22.10	124.74	10.66	-	439.53	-	73.47	-	16.03	-	28.89
7	992.90	163.17	172.36	35.53	136.67	36.87	94.75	11.40	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	827.15	-	105.44	-	157.72	-	23.88	1,379.17	200.35	223.61	35.59	129.93	27.81	124.06	10.64
9	-	704.92	-	85.04	-	133.35	-	24.37	1,000.30	241.18	90.82	30.01	97.37	17.04	52.76	10.50
10	1,161.69	187.59	181.38	35.31	93.90	24.12	47.17	11.40	1,408.31	241.72	183.26	49.73	126.92	22.43	104.61	11.31
11	1,124.92	178.94	151.52	35.93	155.59	16.66	63.72	10.87	1,431.87	239.39	220.59	43.12	113.35	18.11	242.62	11.69
12	672.32	184.23	71.69	31.67	66.86	8.90	21.37	10.81	-	769.12	-	94.16	-	99.48	-	34.22
13	1,229.54	169.63	146.41	36.12	160.30	15.63	161.71	14.27	-	652.27	-	93.44	-	42.82	-	25.95
14	965.37	173.15	133.71	34.73	35.49	16.07	106.12	23.36	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	431.98	-	74.25	-	15.80	-	26.75	1,402.76	222.84	185.66	94.25	79.25	14.59	191.27	13.03

ตาราง 29 (ต่อ)

สิงหาคม 2563 (บาท)

กันยายน 2563 (บาท)

วัน/เดือน	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
16	-	439.53	-	73.47	-	16.03	-	28.89	1,659.30	207.53	200.61	87.26	104.08	25.98	116.22	10.50
17	729.06	154.14	128.29	39.48	91.80	9.36	41.38	10.57	1,361.82	210.12	185.48	78.26	100.01	22.38	96.80	11.46
18	758.19	186.77	94.47	36.34	109.46	17.24	57.88	10.84	-	-	-	-	-	-	-	-
19	785.51	158.52	117.04	36.41	58.05	20.16	83.29	10.66	-	563.55	-	96.03	-	115.06	-	31.01
20	1,039.97	174.59	123.93	31.09	71.36	13.46	125.52	11.34	-	629.06	-	89.86	-	105.19	-	23.91
21	617.88	155.93	90.67	35.03	69.28	14.78	72.77	11.43	944.52	200.27	192.55	44.09	160.75	27.96	99.03	10.75
22	-	469.19	-	78.36	-	19.78	-	26.89	1,305.10	211.06	251.09	44.42	86.94	17.48	157.89	11.54
23	-	560.11	-	75.02	-	30.57	-	35.17	1,334.16	220.63	281.29	48.44	226.68	35.49	142.30	11.60
24	924.56	159.06	152.50	34.09	27.49	9.74	74.13	10.87	1,155.60	218.01	239.48	50.99	98.86	25.09	163.39	12.19
25	1,100.82	190.85	131.66	34.40	28.13	10.71	213.86	13.19	1,197.25	195.91	166.77	46.75	31.84	11.59	183.86	10.89
26	1,285.02	194.43	138.50	34.53	66.75	16.69	140.34	15.68	-	783.41	-	101.88	-	36.63	-	93.54
27	1,213.87	207.53	186.36	36.15	68.09	19.49	87.72	15.58	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,325.81	186.98	226.79	48.48	110.10	12.08	156.42	12.55
29	-	-	-	-	-	-	-	-	1,134.63	192.02	199.38	44.11	82.90	23.62	114.53	13.92
30	-	-	-	-	-	-	-	-	1,256.27	198.27	206.54	50.60	166.58	29.13	105.88	11.78
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 30 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2563

วัน/ เดือน	พฤศจิกายน 2563 (บาท)																				
	ตุลาคม 2563 (บาท)			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4		
	On Peak	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak	On	Off peak	Peak
1	1,266.48	185.03	237.71	50.57	120.64	10.68	150.36	12.76	-	545.75	-	72.38	-	2.30	-	2.30	-	21.12	-	-	-
2	1,328.31	216.71	232.31	51.42	83.57	19.80	244.12	11.30	806.21	160.44	111.87	37.52	32.59	2.60	25.23	13.24	-	-	-	-	-
3	-	651.08	-	115.51	-	69.85	-	30.76	1,010.23	175.77	110.60	34.87	113.67	5.04	22.54	11.86	-	-	-	-	-
4	-	617.73	-	103.76	-	36.73	-	29.70	883.60	165.30	99.91	35.19	66.66	5.73	20.40	10.73	-	-	-	-	-
5	1,229.60	198.29	206.16	50.34	117.14	7.12	147.56	11.58	714.58	134.49	104.18	36.92	13.81	3.22	26.11	4.64	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	741.81	139.61	97.46	34.54	13.87	3.23	26.11	4.64	-	-	-	-	-
7	860.23	173.83	88.18	37.14	59.04	7.21	27.15	10.78	-	617.89	-	79.07	-	18.35	-	50.10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	655.14	-	88.84	-	105.75	-	26.06	-	-	-	-	-
9	771.76	99.32	155.86	20.08	27.85	5.08	54.83	6.42	882.95	166.18	120.86	42.83	49.89	11.63	49.86	8.86	-	-	-	-	-
10	-	605.29	-	100.40	-	28.67	-	30.53	961.48	180.96	102.98	36.50	93.32	21.75	52.99	9.42	-	-	-	-	-
11	-	715.84	-	92.71	-	44.41	-	27.88	905.85	170.49	94.63	33.54	69.75	16.25	43.04	7.65	-	-	-	-	-
12	1,254.72	185.90	136.33	43.53	61.18	8.63	125.01	11.10	763.45	143.69	90.71	32.15	39.17	9.13	33.82	6.01	-	-	-	-	-
13	649.98	202.34	83.29	50.59	35.35	13.78	19.60	13.79	856.16	161.13	80.19	28.42	101.05	23.55	36.10	6.41	-	-	-	-	-
14	1,150.46	202.48	201.46	49.46	148.54	23.73	22.01	11.59	-	611.17	-	69.79	-	16.23	-	29.16	-	-	-	-	-
15	973.70	218.55	178.53	69.58	116.10	58.31	18.95	10.17	-	618.36	-	69.82	-	17.14	-	31.02	-	-	-	-	-

ตาราง 30 (ต่อ)

พฤษภาคม 2563 (บาท)

พฤษภาคม 2563 (บาท)

วัน/เดือน	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
16	725.43	204.69	146.64	47.55	116.52	48.32	25.23	13.24	832.57	156.69	86.04	30.49	14.38	3.35	30.72	5.46
17	-	609.42	-	92.19	-	99.51	-	26.41	843.09	158.67	94.55	33.51	67.80	15.80	36.06	6.41
18	-	577.32	-	90.35	-	95.42	-	29.77	1,013.32	190.71	56.00	19.85	36.18	8.43	35.49	6.31
19	515.21	183.97	95.77	42.76	104.42	43.60	18.25	9.62	812.70	152.95	75.70	26.83	14.38	3.35	48.86	8.68
20	540.96	184.62	86.41	36.37	106.69	43.77	31.67	16.60	902.82	169.92	105.79	37.49	161.42	37.62	46.08	8.19
21	630.48	174.35	91.87	37.22	129.91	45.54	24.15	12.73	-	684.51	-	105.23	-	12.46	-	34.12
22	709.30	172.13	93.11	34.43	83.20	43.74	17.71	9.34	-	674.81	-	106.32	-	2.48	-	41.26
23	642.07	216.27	69.92	35.51	115.00	93.94	20.40	10.71	993.13	186.91	68.71	24.35	59.84	13.94	117.28	20.84
24	-	679.43	-	71.92	-	130.74	-	28.52	1,129.19	212.52	155.59	55.15	23.81	5.55	171.74	30.52
25	-	961.61	-	79.64	-	56.74	-	63.15	1,166.02	219.45	164.68	58.36	19.53	4.55	196.03	34.84
26	889.79	176.38	87.35	33.83	58.74	26.40	68.20	11.44	1,032.75	194.37	167.54	59.38	87.18	20.32	42.24	7.51
27	680.09	175.28	111.98	35.49	48.31	25.48	27.37	14.39	1,084.49	204.11	157.88	55.95	14.38	3.35	98.59	17.52
28	816.67	179.34	114.71	35.02	48.29	25.58	23.08	12.15	-	663.52	-	109.65	-	45.88	-	43.04
29	704.32	166.62	110.39	34.15	205.15	34.77	18.25	9.61	-	751.28	-	107.61	-	75.71	-	31.69
30	437.12	167.68	89.23	33.78	2.01	57.15	16.10	8.47	956.29	179.98	148.95	52.79	87.19	20.32	35.34	6.28
31	-	528.59	-	72.42	-	2.08	-	29.74	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 31 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนธันวาคม 2563 ถึง มกราคม 2564

วัน/ เดือน	ธันวาคม 2563 (บาท)												มกราคม 2564 (บาท)																									
	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4																
	On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak		On Peak	Off peak															
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														
2	1,022.11	26.93	154.55	38.82	2.13	8.24	76.07	2.75	651.08	115.51	69.85	30.76	781.62	175.90	98.26	42.61	110.87	9.28	617.73	103.76	36.73	29.70	761.06	168.48	103.40	36.65	113.08	26.35	83.91	6.53	1,229.60	198.29	206.16	50.34	117.14	7.12	147.56	11.58
3	-	622.67	-	89.09	-	49.53	24.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														
4	-	663.41	-	90.39	-	45.60	29.75	-	173.83	88.18	59.04	10.78	832.86	184.38	115.73	41.02	50.19	11.70	172.13	93.11	83.20	43.74	9.34															
5	922.39	204.20	99.50	35.26	6.36	184.88	14.40	642.07	216.27	69.92	35.51	10.71	800.74	177.27	84.28	29.87	18.00	4.19	679.43	71.92	130.74	28.52																
6	676.10	149.67	69.92	24.78	5.25	49.05	3.82	-	961.61	-	79.64	63.15	693.82	153.60	70.42	24.96	30.45	7.10	176.38	87.35	58.74	11.44																
7	-	553.91	-	69.65	-	15.44	-	30.07	680.09	175.28	111.98	14.39	-	554.54	-	78.98	-	14.84	179.34	114.71	35.02	23.08																
8	761.06	168.48	103.39	36.64	26.36	83.91	6.53	704.32	166.62	110.39	34.15	9.61	906.91	200.77	125.39	44.44	259.03	60.36	167.68	89.23	57.15	16.10																
9	906.91	200.77	125.39	44.44	259.03	60.36	2.80	437.12	167.68	89.23	33.78	2.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-															

ตาราง 31 (ต่อ)

ธันวาคม 2564 (บาท)

ธันวาคม 2563 (บาท)

วัน/ เดือน	PM 1			PM 2			PM 3			PM 4			PM 1			PM 2			PM 3			PM 4					
	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak	On Peak	Off peak	Peak			
16	856.55	189.62	120.34	42.65	25.84	6.02	123.84	9.64	-	726.21	-	86.72	-	119.52	-	23.31	-	856.55	189.62	120.34	42.65	25.84	6.02	123.84	9.64		
17	747.29	165.44	111.11	39.38	54.52	12.71	42.83	3.34	-	752.40	-	70.91	-	92.94	-	23.39	-	747.29	165.44	111.11	39.38	54.52	12.71	42.83	3.34		
18	674.89	149.41	104.42	37.01	34.23	7.98	30.56	2.38	1,000.30	241.18	90.82	30.01	97.37	17.04	32.76	10.50	-	674.89	149.41	104.42	37.01	34.23	7.98	30.56	2.38		
19	-	551.60	-	86.85	-	16.07	-	32.70	868.70	212.13	65.18	30.98	179.69	20.35	20.79	11.17	-	-	551.60	-	86.85	-	16.07	-	32.70	868.70	
20	-	520.52	-	986.27	-	192.89	-	415.37	1,447.27	224.76	172.06	35.16	49.62	17.32	164.60	10.68	-	-	520.52	-	986.27	-	192.89	-	415.37	1,447.27	
21	711.09	157.42	101.42	35.94	59.02	13.75	54.12	4.21	1,570.78	270.23	206.24	42.93	121.44	18.56	170.60	10.55	-	-	711.09	157.42	101.42	35.94	59.02	13.75	54.12	4.21	
22	790.06	174.90	110.93	39.32	47.82	11.14	45.44	3.54	1,361.62	228.21	141.38	37.03	74.72	20.88	170.22	0.13	-	-	790.06	174.90	110.93	39.32	47.82	11.14	45.44	3.54	
23	787.14	174.26	107.28	38.02	30.81	7.18	71.58	5.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	787.14	174.26	107.28	38.02	30.81	7.18	71.58	5.57	
24	783.64	173.48	105.93	37.54	60.11	14.01	82.08	6.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	783.64	173.48	105.93	37.54	60.11	14.01	82.08	6.39	
25	763.15	168.95	101.44	35.95	20.75	4.84	46.98	3.66	515.21	183.97	95.77	42.76	104.42	43.60	18.25	9.62	-	-	763.15	168.95	101.44	35.95	20.75	4.84	46.98	3.66	
26	-	577.04	-	82.15	-	85.34	-	29.67	540.96	184.82	86.41	36.37	106.69	43.77	31.67	16.60	-	-	-	577.04	-	82.15	-	85.34	-	29.67	540.96
27	-	562.56	-	82.01	-	132.68	-	31.11	630.48	174.35	91.87	37.22	129.91	43.54	24.15	12.73	-	-	-	562.56	-	82.01	-	132.68	-	31.11	630.48
28	733.29	162.33	97.11	34.42	106.06	24.72	27.98	2.18	709.30	172.13	93.11	34.43	83.20	43.74	17.71	9.34	-	-	733.29	162.33	97.11	34.42	106.06	24.72	27.98	2.18	
29	763.68	169.06	92.65	32.84	96.41	22.47	30.55	2.38	642.07	216.27	69.92	35.51	115.00	93.94	20.40	10.71	-	-	763.68	169.06	92.65	32.84	96.41	22.47	30.55	2.38	
30	711.35	157.48	75.55	26.78	91.88	21.41	38.89	3.03	-	683.21	-	84.40	-	22.40	-	25.12	-	-	711.35	157.48	75.55	26.78	91.88	21.41	38.89	3.03	
31	651.02	144.12	71.92	25.49	94.96	22.13	44.53	3.47	-	823.42	-	92.62	-	21.39	-	40.93	-	-	651.02	144.12	71.92	25.49	94.96	22.13	44.53	3.47	

ตาราง 32 ข้อมูลค่าใช้จ่ายไฟฟ้า ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม 2564

วัน/เดือน	กุมภาพันธ์ 2564 (บาท)						มีนาคม 2564 (บาท)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
1	761.06	168.48	103.39	36.64	113.10	26.36	83.91	6.53	866.87	154.05	126.59	25.19	76.96	9.93	114.81	18.09
2	906.91	200.77	125.39	44.44	259.03	60.36	35.99	2.80	1,150.96	204.54	100.02	19.90	76.97	9.93	72.74	11.46
3	856.55	189.62	120.34	42.65	25.84	6.02	123.84	9.64	1,084.30	192.70	184.09	36.63	27.49	3.55	110.78	17.45
4	747.29	165.44	111.11	39.38	54.52	12.71	42.83	3.34	1,344.46	238.93	151.97	50.24	32.13	4.15	232.43	36.61
5	674.89	149.41	104.42	37.01	34.23	7.98	30.56	2.38	1,250.70	222.27	100.08	19.91	31.90	4.12	124.66	19.64
6	-	551.60	-	86.85	-	16.07	-	32.70	-	1,114.09	-	115.18	-	34.04	-	124.33
7	-	520.52	-	986.27	-	192.89	-	415.37	-	1,245.92	-	89.33	-	33.56	-	108.00
8	711.09	157.42	101.42	35.94	59.02	13.75	54.12	4.21	812.55	144.40	150.11	29.87	44.21	5.71	137.13	21.60
9	790.06	174.90	110.93	39.32	47.82	11.14	45.44	3.54	1,378.70	245.01	122.28	24.33	46.95	6.06	56.08	8.83
10	787.14	174.26	107.28	38.02	30.81	7.18	71.58	5.57	893.27	158.75	96.06	19.11	19.73	2.55	36.69	5.78
11	783.64	173.48	105.93	37.54	60.11	14.01	82.08	6.39	1,190.41	211.55	114.12	22.71	19.54	2.52	36.15	5.69
12	763.15	168.95	101.44	35.95	20.75	4.84	46.98	3.66	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	577.04	-	82.15	-	85.34	-	29.67	-	1,459.80	-	99.00	-	114.70	-	51.01
14	-	562.56	-	82.01	-	132.68	-	31.11	-	1,256.26	-	66.43	-	51.03	-	24.28
15	733.29	162.33	97.11	34.42	106.06	24.72	27.98	2.18	1,224.62	217.63	126.59	25.19	153.64	19.83	147.48	23.23

ตาราง 32 (ต่อ)

วัน/ เดือน	กรุงเทพมหานคร 2564 (บาท)						เชียงใหม่ 2564 (บาท)									
	PM 1		PM 2		PM 3		PM 4		PM 1		PM 2		PM 3		PM 4	
	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak	On Peak	Off peak
16	763.68	169.06	92.65	32.84	96.41	22.47	30.55	2.38	1,233.42	219.20	110.37	21.96	50.62	6.53	114.55	18.04
17	711.35	157.48	75.55	26.78	91.88	21.41	38.89	3.03	893.20	158.74	103.70	20.63	20.81	2.69	33.97	5.35
18	651.02	144.12	71.92	25.49	94.96	22.13	44.53	3.47	-	-	-	-	-	-	-	-
19	761.06	168.48	103.40	36.65	113.08	26.35	83.91	6.53	966.32	171.73	123.16	24.50	88.52	11.42	46.53	7.33
20	-	622.67	-	89.09	-	49.53	-	24.11	-	896.05	-	33.42	-	86.21	-	47.31
21	-	663.41	-	90.39	-	45.60	-	29.75	-	952.66	-	79.64	-	56.73	-	63.14
22	-	-	-	-	-	-	-	-	1,147.98	204.01	64.88	12.91	111.05	14.33	45.43	7.16
23	922.39	204.20	99.50	35.26	27.28	6.36	184.88	14.40	948.95	168.64	68.91	13.71	74.82	9.66	35.42	5.58
24	800.74	177.27	84.28	29.87	18.00	4.19	114.37	8.91	887.51	157.72	77.95	15.51	83.23	10.74	45.13	7.11
25	676.10	149.67	69.92	24.78	22.53	5.25	49.05	3.82	-	666.90	-	80.13	-	22.25	-	94.18
26	693.82	153.60	70.42	24.96	30.45	7.10	51.71	4.03	-	1,422.47	-	67.21	-	34.55	-	85.81
27	-	553.91	-	69.65	-	15.44	-	30.07	1,100.78	195.63	99.77	19.85	158.92	20.51	113.32	17.85
28	-	554.54	-	78.98	-	14.84	-	29.34	1,265.74	224.94	89.17	17.74	162.01	20.91	90.27	14.22
29	-	-	-	-	-	-	-	-	1,344.46	238.93	95.16	18.93	207.76	26.81	30.32	4.78
30	-	-	-	-	-	-	-	-	1,051.82	186.92	109.44	21.78	175.66	22.67	30.94	4.87
31	-	-	-	-	-	-	-	-	1,265.74	224.94	113.80	22.64	109.71	14.16	52.21	8.22

ตาราง 33 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนเมษายน ถึง มิถุนายน 2563

เดือน/วัน/	เมษายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				พฤษภาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				มิถุนายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	189.35	10.98	17.21	7.31	239.85	32.46	6.89	15.38	202.74	34.81	4.52	5.94
2	156.52	11.66	11.60	5.70	161.30	15.46	4.29	9.85	200.93	33.76	8.42	7.96
3	146.39	13.20	12.90	7.26	147.38	15.07	4.20	10.73	179.19	17.83	6.89	15.38
4	136.17	16.36	4.54	19.23	220.30	26.62	6.09	15.11	210.79	29.45	7.89	15.87
5	290.45	13.72	7.05	17.52	306.12	21.56	8.22	15.95	170.56	31.77	7.28	9.02
6	181.56	16.89	24.63	18.22	254.76	31.77	6.68	24.61	160.18	20.58	3.06	5.90
7	208.77	15.10	25.11	14.52	298.07	36.73	15.84	12.30	154.69	16.07	3.03	5.81
8	221.76	16.11	32.20	4.88	305.85	30.41	7.75	25.91	211.32	33.05	3.02	9.06
9	173.49	18.53	27.23	4.98	164.14	21.53	34.32	4.88	234.63	36.73	4.90	13.49
10	208.77	19.26	17.01	8.40	147.10	16.31	27.23	4.98	214.85	33.39	3.04	14.20
11	298.07	20.21	23.42	10.42	230.03	32.00	6.42	25.91	220.87	30.41	3.97	12.26
12	256.51	13.56	10.42	4.96	261.44	28.01	4.87	26.55	261.05	36.89	15.84	37.25
13	201.99	21.43	23.81	23.72	239.80	22.33	7.47	23.28	169.19	15.59	13.24	24.62

ตาราง 33 (ต่อ)

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				พฤษภาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				มิถุนายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
14	203.44	18.68	7.85	18.42	220.54	16.84	6.82	11.45	123.61	15.02	3.89	11.42
15	147.32	17.55	3.23	5.46	299.38	30.75	23.49	6.33	-	-	-	-
16	218.58	20.47	3.27	5.90	233.17	30.77	21.48	4.88	234.18	21.39	6.98	33.90
17	159.39	20.85	13.72	7.48	254.40	21.23	26.39	14.93	167.35	19.95	12.01	18.62
18	182.96	6.82	17.60	9.66	220.56	21.39	14.75	22.67	162.60	21.31	7.47	12.63
19	194.52	16.26	11.58	12.89	194.76	19.95	36.41	20.68	169.12	24.62	6.82	12.20
20	142.98	21.43	11.93	18.46	254.75	21.31	17.84	23.51	135.73	18.47	5.14	5.26
21	189.84	16.93	11.93	11.70	262.08	24.62	6.46	25.88	154.54	16.84	6.84	8.41
22	178.85	31.16	4.26	17.82	257.46	18.47	6.04	8.44	253.65	30.75	4.98	37.38
23	221.76	25.72	4.98	37.38	150.47	16.84	25.28	10.12	207.86	33.05	4.94	35.16
24	206.29	16.94	4.94	20.05	141.74	18.81	26.10	10.46	230.03	32.00	6.95	25.39
25	227.48	23.52	6.95	25.39	187.49	32.00	3.97	12.26	203.46	25.41	6.85	22.05

ตาราง 33 (ต่อ)

วัน/ เดือน	เมษายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				พฤษภาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				มิถุนายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
26	254.40	18.24	6.85	22.05	233.19	25.41	15.84	37.25	206.77	31.16	4.26	17.82
27	134.02	25.41	6.85	22.05	194.52	29.04	13.24	24.62	139.50	17.23	4.57	5.13
28	227.40	20.70	7.28	9.02	233.30	34.65	3.55	13.93	168.13	18.91	4.37	8.36
29	147.34	16.26	3.06	5.90	188.81	28.77	8.40	6.15	-	-	-	-
30	196.35	19.32	3.03	5.81	150.35	22.74	3.08	5.71	-	-	-	-
31	-	-	-	-	144.06	15.19	3.41	6.09	-	-	-	-

ตาราง 34 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2563

วัน/ เดือน	กรกฎาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				สิงหาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				กันยายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	257.78	32.70	14.85	24.43	143.47	19.14	17.21	7.83	100.49	30.30	10.59	14.00
2	258.48	40.99	21.33	15.01	80.45	14.80	12.12	5.70	205.95	28.97	23.96	15.65
3	203.65	32.94	26.42	8.92	151.80	24.37	12.90	7.26	-	-	-	-
4	148.28	17.71	24.40	4.76	149.58	23.90	4.54	19.23	232.09	29.32	9.92	23.36
5	153.63	14.48	18.98	4.78	160.52	23.77	7.05	17.52	169.19	15.59	13.24	24.62
6	177.94	17.81	16.01	6.36	164.75	26.87	24.63	18.22	89.75	15.00	3.27	5.90
7	155.08	14.71	27.27	4.96	161.06	29.43	25.11	14.52	-	-	-	-
8	232.09	29.32	9.92	23.36	168.89	21.53	32.20	4.88	218.34	36.04	22.40	18.13
9	257.26	35.30	19.41	24.10	143.93	17.36	27.23	4.98	177.94	17.81	16.01	6.36
10	221.77	25.75	13.88	21.93	187.76	30.54	17.01	8.40	230.54	33.73	20.91	15.77
11	150.47	16.62	24.76	10.12	181.26	26.83	23.42	10.42	233.09	37.18	18.28	33.60
12	141.74	16.70	23.99	9.40	124.11	15.69	10.42	4.96	157.04	19.23	20.31	6.99
13	196.35	30.73	20.00	14.10	192.82	26.21	23.81	23.72	133.19	19.08	8.74	5.30
14	227.59	30.49	13.94	25.50	159.55	24.30	7.85	18.42	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง 34 (ต่อ)

วัน/ เดือน	กรกฎาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				สิงหาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				กันยายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
15	254.76	31.65	8.75	24.80	88.21	15.16	3.23	5.46	225.97	43.13	13.18	27.27
16	262.00	31.01	14.26	29.45	89.75	15.00	3.27	5.90	255.85	43.63	18.69	17.10
17	257.45	31.11	20.33	24.74	125.27	24.57	13.72	7.48	218.11	39.84	17.44	14.79
18	149.90	15.35	20.64	12.81	135.68	19.57	17.60	9.66	-	-	-	-
19	147.05	15.37	29.25	14.29	133.43	22.49	11.58	12.89	115.07	19.61	23.49	6.33
20	233.17	31.51	21.24	23.82	169.44	22.29	11.93	18.46	128.44	18.35	21.48	4.88
21	-	-	-	-	111.33	18.82	11.93	11.70	162.41	33.78	26.39	14.93
22	194.52	29.31	17.11	13.92	95.80	16.00	4.04	5.49	211.00	41.37	14.75	22.67
23	239.85	32.46	19.83	14.10	114.37	15.32	6.24	7.18	216.69	46.08	36.41	20.68
24	220.53	26.62	27.86	13.05	151.42	26.58	5.52	11.76	193.19	41.22	17.84	23.51
25	192.99	15.78	30.85	7.26	180.59	23.96	5.80	30.21	194.03	31.00	6.46	25.88
26	187.41	19.36	33.93	7.19	205.02	24.87	12.00	21.26	159.96	20.80	7.48	19.10
27	143.11	15.26	21.53	7.45	198.54	31.36	12.74	14.47	-	-	-	-
28	139.85	17.16	24.86	6.67	-	-	-	-	208.75	39.08	16.63	22.69

ตาราง 34 (ต่อ)

วัน/ เดือน	กรกฎาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				สิงหาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				กันยายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
29	184.43	26.88	25.62	15.76	-	-	-	-	185.18	34.66	15.49	17.58
30	218.34	36.04	22.40	18.13	-	-	-	-	202.11	36.90	27.38	16.03
31	225.73	28.42	25.83	16.73	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 35 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563

วัน/ เดือน	ตุลาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				พฤศจิกายน 2563 (kgCO <sub>2</sub> )				ธันวาคม 2563 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	200.72	40.91	17.70	21.95	111.43	14.78	0.47	4.31	-	-	-	-
2	215.14	40.39	14.79	33.71	136.48	22.05	4.72	5.95	137.00	21.57	5.43	10.35
3	132.94	23.59	14.26	6.28	165.86	21.35	15.65	5.32	136.47	21.34	16.16	11.87
4	126.13	21.19	7.50	6.06	147.43	20.04	9.74	4.82	132.31	20.78	19.93	12.13
5	198.68	36.80	16.52	21.35	119.39	20.94	2.43	4.31	127.14	18.19	10.11	4.92
6	-	-	-	-	123.94	19.59	2.44	4.31	135.46	18.46	9.31	6.07

ตาราง 35 (ต่อ)

วันที่	ตุลาคม 2563 (kgCO2)				พฤศจิกายน 2563 (kgCO2)				ธันวาคม 2563 (kgCO2)			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
7	146.16	18.93	9.07	5.69	126.17	16.15	3.75	10.23	144.80	23.26	8.85	8.23
8	-	-	-	-	133.77	18.14	21.59	5.32	160.36	20.00	4.81	26.72
9	119.57	24.15	4.62	8.36	147.53	24.29	8.79	8.22	139.21	16.94	3.17	16.53
10	123.59	20.50	5.85	6.23	160.65	20.70	16.45	8.74	117.54	14.06	3.97	7.09
11	146.16	18.93	9.07	5.69	151.35	19.02	12.29	7.10	120.62	14.16	5.37	7.47
12	199.38	26.43	9.63	18.35	127.56	18.24	6.90	5.58	113.10	14.22	3.15	6.14
13	124.94	21.05	7.36	5.34	143.05	16.12	17.81	5.95	113.23	16.13	3.03	5.99
14	189.35	36.02	23.96	5.20	124.79	14.25	3.31	5.95	132.31	20.78	19.93	12.13
15	169.89	37.17	26.84	4.51	126.26	14.26	3.50	6.33	157.67	25.21	45.65	5.20
16	135.12	28.58	24.86	5.95	139.11	17.30	2.53	5.07	148.92	24.19	4.55	17.90
17	124.44	18.82	20.32	5.39	140.86	19.01	11.95	5.95	129.92	22.34	9.61	6.19
18	117.88	18.45	19.48	6.08	169.31	11.26	6.38	5.85	117.33	20.99	6.03	4.42
19	103.85	21.05	22.34	4.31	135.79	15.22	2.53	8.06	112.63	17.73	3.28	6.68
20	107.33	18.54	22.66	7.46	150.85	21.27	28.45	7.60	106.28	201.38	39.38	84.81

ตาราง 35 (ต่อ)

วัน/ เดือน	ตุลาคม 2563 (kgCO2)				พฤศจิกายน 2563 (kgCO2)				ธันวาคม 2563 (kgCO2)			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
21	116.71	19.42	25.60	5.71	139.77	21.49	2.54	6.97	123.63	20.39	10.40	7.82
22	126.40	19.01	19.63	4.19	137.79	21.71	0.51	8.42	137.36	22.30	8.43	6.57
23	126.76	16.25	33.98	4.81	165.94	13.81	10.55	19.34	136.85	21.57	5.43	10.35
24	138.73	14.69	26.69	5.82	188.67	31.28	4.20	28.33	136.24	21.29	10.59	11.87
25	196.35	16.26	11.59	12.89	194.82	33.10	3.44	32.33	132.68	20.39	3.66	6.79
26	150.49	18.14	12.95	11.11	172.55	33.68	15.36	6.97	117.82	16.77	17.43	6.06
27	123.29	21.65	11.42	6.46	181.20	31.74	2.53	16.26	114.87	16.74	27.09	6.35
28	141.69	21.91	11.44	5.45	135.48	22.39	9.37	8.79	127.49	19.52	18.69	4.05
29	124.63	21.18	33.49	4.31	153.40	21.97	15.46	6.47	132.77	18.63	16.99	4.42
30	90.47	18.38	11.93	3.80	159.78	29.94	15.37	5.83	123.67	15.19	16.19	5.62
31	107.93	14.79	0.43	6.07	-	-	-	-	113.18	14.46	16.74	6.44

ตาราง 36 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2563

เดือน/วัน/	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	135.12	28.58	24.86	5.95	132.31	20.78	19.93	12.13	142.98	21.43	11.93	18.46
2	132.94	23.59	14.26	6.28	157.67	25.21	45.65	5.20	189.84	16.93	11.93	11.70
3	126.13	21.19	7.50	6.06	148.92	24.19	4.55	17.90	178.85	31.16	4.26	17.82
4	198.68	36.80	16.52	21.35	129.92	22.34	9.61	6.19	221.76	25.72	4.98	37.38
5	-	-	-	-	117.33	20.99	6.03	4.42	206.29	16.94	4.94	20.05
6	146.16	18.93	9.07	5.69	112.63	17.73	3.28	6.68	227.48	23.52	6.95	25.39
7	126.40	19.01	19.63	4.19	106.28	201.38	39.38	84.81	254.40	18.24	6.85	22.05
8	126.76	16.25	33.98	4.81	123.63	20.39	10.40	7.82	134.02	25.41	6.85	22.05
9	138.73	14.69	26.69	5.82	137.36	22.30	8.43	6.57	227.40	20.70	7.28	9.02
10	196.35	16.26	11.59	12.89	136.85	21.57	5.43	10.35	147.34	16.26	3.06	5.90
11	150.49	18.14	12.95	11.11	136.24	21.29	10.59	11.87	196.35	19.32	3.03	5.81
12	123.29	21.65	11.42	6.46	132.68	20.39	3.66	6.79	-	-	-	-

ตาราง 36 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
13	141.69	21.91	11.44	5.45	117.82	16.77	17.43	6.06	298.07	20.21	23.42	10.42
14	124.63	21.18	33.49	4.31	114.87	16.74	27.09	6.35	256.51	13.56	10.42	4.96
15	90.47	18.38	11.93	3.80	127.49	19.52	18.69	4.05	201.99	21.43	23.81	23.72
16	148.28	17.71	24.40	4.76	132.77	18.63	16.99	4.42	203.44	18.68	7.85	18.42
17	153.63	14.48	18.98	4.78	123.67	15.19	16.19	5.62	147.32	17.55	3.23	5.46
18	177.94	17.81	16.01	6.36	113.18	14.46	16.74	6.44	-	-	-	-
19	155.08	14.71	27.27	4.96	132.31	20.78	19.93	12.13	159.39	20.85	13.72	7.48
20	232.09	29.32	9.92	23.36	127.14	18.19	10.11	4.92	182.96	6.82	17.60	9.66
21	257.26	35.30	19.41	24.10	135.46	18.46	9.31	6.07	194.52	16.26	11.58	12.89
22	221.77	25.75	13.88	21.93	-	-	-	-	189.35	10.98	17.21	7.31
23	-	-	-	-	160.36	20.00	4.81	26.72	156.52	11.66	11.60	5.70
24	-	-	-	-	139.21	16.94	3.17	16.53	146.39	13.20	12.90	7.26

ตาราง 36 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
25	103.85	21.05	22.34	4.31	117.54	14.06	3.97	7.09	136.17	16.36	4.54	19.23
26	107.33	18.54	22.66	7.46	120.62	14.16	5.37	7.47	290.45	13.72	7.05	17.52
27	116.71	19.42	25.60	5.71	113.10	14.22	3.15	6.14	181.56	16.89	24.63	18.22
28	126.40	19.01	19.63	4.19	113.23	16.13	3.03	5.99	208.77	15.10	25.11	14.52
29	126.76	16.25	33.98	4.81	-	-	-	-	221.76	16.11	32.20	4.88
30	139.50	17.23	4.57	5.13	-	-	-	-	173.49	18.53	27.23	4.98
31	168.13	18.91	4.37	8.36	-	-	-	-	208.77	19.26	17.01	8.40

ตาราง 37 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม เดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2564

เดือน/วัน/	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
1	135.12	28.58	24.86	5.95	132.31	20.78	19.93	12.13	142.98	21.43	11.93	18.46
2	132.94	23.59	14.26	6.28	157.67	25.21	45.65	5.20	189.84	16.93	11.93	11.70
3	126.13	21.19	7.50	6.06	148.92	24.19	4.55	17.90	178.85	31.16	4.26	17.82
4	198.68	36.80	16.52	21.35	129.92	22.34	9.61	6.19	221.76	25.72	4.98	37.38
5	-	-	-	-	117.33	20.99	6.03	4.42	206.29	16.94	4.94	20.05
6	146.16	18.93	9.07	5.69	112.63	17.73	3.28	6.68	227.48	23.52	6.95	25.39
7	126.40	19.01	19.63	4.19	106.28	201.38	39.38	84.81	254.40	18.24	6.85	22.05
8	126.76	16.25	33.98	4.81	123.63	20.39	10.40	7.82	134.02	25.41	6.85	22.05
9	138.73	14.69	26.69	5.82	137.36	22.30	8.43	6.57	227.40	20.70	7.28	9.02
10	196.35	16.26	11.59	12.89	136.85	21.57	5.43	10.35	147.34	16.26	3.06	5.90
11	150.49	18.14	12.95	11.11	136.24	21.29	10.59	11.87	196.35	19.32	3.03	5.81
12	123.29	21.65	11.42	6.46	132.68	20.39	3.66	6.79	-	-	-	-

ตาราง 37 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
13	141.69	21.91	11.44	5.45	117.82	16.77	17.43	6.06	298.07	20.21	23.42	10.42
14	124.63	21.18	33.49	4.31	114.87	16.74	27.09	6.35	256.51	13.56	10.42	4.96
15	90.47	18.38	11.93	3.80	127.49	19.52	18.69	4.05	201.99	21.43	23.81	23.72
16	148.28	17.71	24.40	4.76	132.77	18.63	16.99	4.42	203.44	18.68	7.85	18.42
17	153.63	14.48	18.98	4.78	123.67	15.19	16.19	5.62	147.32	17.55	3.23	5.46
18	177.94	17.81	16.01	6.36	113.18	14.46	16.74	6.44	-	-	-	-
19	155.08	14.71	27.27	4.96	132.31	20.78	19.93	12.13	159.39	20.85	13.72	7.48
20	232.09	29.32	9.92	23.36	127.14	18.19	10.11	4.92	182.96	6.82	17.60	9.66
21	257.26	35.30	19.41	24.10	135.46	18.46	9.31	6.07	194.52	16.26	11.58	12.89
22	221.77	25.75	13.88	21.93	-	-	-	-	189.35	10.98	17.21	7.31
23	-	-	-	-	160.36	20.00	4.81	26.72	156.52	11.66	11.60	5.70
24	-	-	-	-	139.21	16.94	3.17	16.53	146.39	13.20	12.90	7.26

ตาราง 37 (ต่อ)

วัน/ เดือน	มกราคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				กุมภาพันธ์ 2564 (kgCO <sub>2</sub> )				มีนาคม 2564 (kgCO <sub>2</sub> )			
	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4
25	103.85	21.05	22.34	4.31	117.54	14.06	3.97	7.09	136.17	16.36	4.54	19.23
26	107.33	18.54	22.66	7.46	120.62	14.16	5.37	7.47	290.45	13.72	7.05	17.52
27	116.71	19.42	25.60	5.71	113.10	14.22	3.15	6.14	181.56	16.89	24.63	18.22
28	126.40	19.01	19.63	4.19	113.23	16.13	3.03	5.99	208.77	15.10	25.11	14.52
29	126.76	16.25	33.98	4.81	-	-	-	-	221.76	16.11	32.20	4.88
30	139.50	17.23	4.57	5.13	-	-	-	-	173.49	18.53	27.23	4.98
31	168.13	18.91	4.37	8.36	-	-	-	-	208.77	19.26	17.01	8.40

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	สุรศักดิ์ ใจหลัก
วัน เดือน ปี เกิด	3 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
วุฒิการศึกษา	2549 วศ.บ. (วิศวกรรมการวัดคุม), สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน, กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	40 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
ผลงานตีพิมพ์	สุรศักดิ์ ใจหลัก, ฉัตรแก้ว ชัยลีอชา และสุรัตน์ เศษโพธิ์ (ผู้บรรยาย). (25-28 มกราคม 2564). ระบบติดตามการใช้ไฟฟ้าสำหรับอาคารคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ในการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 10 หน้า 3097-3106). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา

