



การศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์  
ขนาดใหญ่ (Solar Farm)



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสมาร์ตกริดเทคโนโลยี  
ปีการศึกษา 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์  
ขนาดใหญ่ (Solar Farm)



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสมาร์ตกริดเทคโนโลยี  
ปีการศึกษา 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าเซลล์

แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (Solar Farm)"

ของ พงศกร แสงหงษา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสมาร์ตกริดเทคโนโลยี

### คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
(ดร.กอบศักดิ์ ศรีประภา)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ดร.ยอดธง เม่นสิน)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพิฑารีย์ ธนารักษ์)

อนุมัติ

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (Solar Farm)
ผู้วิจัย	พงศกร แสงหงษา
สถานที่ปรึกษา	ดร.ยอดธง เม่นลิน
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาสมาร์ตกริดเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	การซ่อมบำรุง, การลดค่าใช้จ่าย, โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้นำเสนอแนวคิดในการลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ของ บริษัท อามานูฟ จำกัด ตั้งอยู่ที่ ตำบลวังใหม่ อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว กำลังผลิตสูงสุดขนาด 6 MW ที่เชื่อมโยงกับระบบไฟฟ้าขนาดแรงดัน 22kV โดยมุ่งเน้นการควบคุมปริมาณพลังงานสูงสุด (Demand charge) ลดการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ (Energy charge) รวมถึงการควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Var charge) การดำเนินงานวิจัยจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา กำหนดนโยบาย และติดตามประเมินผล โดยผลการศึกษาสามารถสรุปผลการดำเนินงานหลังจากได้นำแนวทางการปรับลดค่าใช้จ่ายมาปฏิบัติและใช้งานจริง สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้สูงสุดเท่ากับ 243,392.32 บาท / ปี ผลการศึกษานำแนวทางการปรับลดฯ ไปขยายผลใช้งานในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ พื้นที่อื่นๆ ต่อไป

**Title** THE STUDY OF SOLUTION ON OPERATION AND  
MAINTENANCE COST REDUCTION FOR SOLAR FARM

**Author** PONGSAKORN SAENGHONGSA

**Advisor** Dr. Yodthong Mensin

**Academic Paper** M.S. Thesis in Smart Grid Technology, Naresuan University,  
2021

**Keywords** PV maintenance, Reduction electricity bill, PV farm

### ABSTRACT

This paper presents the solution for operation and maintenance cost reduction for solar farm that is located in the Amarnuve company limited, Wang sombun Subdistrict, Sa Kaeo Province. The Amarnuve's PV farm can product the 6 MW of maximum capacity. The research methodology for reduction of the electricity bill in the PV farm is consisting of the controlling demand charge and var charge and reducing the energy charge. The methodology is divided into 4 steps, collecting data, analyze problems, policy setup, and evaluation. The result of this study shown that can reduce the total energy consumption comparing electricity bill about 243,392.32 Baht/year. This model can be applied to use in the other PV farm in Thailand

## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านผู้มีรายนามดังต่อไปนี้

1. รศ.ดร.นิพนธ์เกตุจ้อย ผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศสมาร์ตกริดเทคโนโลยีแห่งเอเชียแปซิฟิก

2. ดร.ยอดธง เม่นสินรองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ ภาควิชาที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรึษา ให้คำแนะนำ พร้อมทั้งสนับสนุนการดำเนินการวิจัยตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำวิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคตลอดจนที่นิสิตวิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริด มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ของผู้วิจัยที่ให้งำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่านผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศและผู้สนใจ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุณูปการ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....	3
ระยะเวลาดำเนินการ.....	3
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
1. ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2559 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2559) [5].....	5
2. กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ [6].....	6
3. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction).....	7
4. กำลังงานสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า (Power Losses).....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	10
ขอบเขตการดำเนินการ.....	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	14

บทที่ 5 บทสรุป.....23

บรรณานุกรม.....25

ภาคผนวก.....26

ประวัติผู้วิจัย.....37





## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพ 1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก .....	2
ภาพ 2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง .....	2
ภาพ 3 ตารางมาตรฐานระดับแรงดันสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค .....	5
ภาพ 4 ตารางกำหนดความสามารถในการปรับค่าตัวประกอบกำลังและวิธีการควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ สำหรับระบบที่มีคอนเวอร์เตอร์ .....	6
ภาพ 5 สมการคำนวณกำลังไฟฟ้าและสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า [6] .....	7
ภาพ 6 การเกิดกระแสไหลวนในแกนเหล็ก (Eddy Current) [7] .....	8
ภาพ 7 กำลังสูญเสียที่เกิดจากฮีสเทอรีซิส (Hysteresis Loss) [8] .....	9
ภาพ 8 ขั้นตอนการดำเนินการภายใต้โครงการวิจัย .....	11
ภาพ 9 ภาพถ่ายทางอากาศโครงการของ บริษัท อามานูฟ จำกัด .....	12
ภาพ 10 แบบไดอะแกรมเส้นเดียว (Single line diagram) .....	13
ภาพ 11 ภาพแรงดันไฟฟ้าด้าน Low voltage “ก่อน” ทำการปรับ Tap changer .....	16
ภาพ 12 ภาพแรงดันไฟฟ้าด้าน Low voltage “หลัง” ทำการปรับ Tap changer .....	16
ภาพ 13 แบบไดอะแกรมเส้นเดียว (Single line diagram) ที่แสดงให้เห็นจำนวนหม้อแปลงที่รับไฟฟ้ามาจาก switch gear .....	17
ภาพ 14 ค่า Var Charge จากหนังสือแจ้งค่าไฟเดือนมกราคมปี 2563 .....	18
ภาพ 15 ภาพแสดงข้อมูลกำลังผลิตเดือนมกราคมปี 2563 .....	18
ภาพ 16 สามเหลี่ยมกำลัง .....	19
ภาพ 17 ข้อมูลผลการดำเนินการ .....	21

ภาพ 18 กราฟแสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ .....	22
ภาพ 19 ตารางแสดงปริมาณเงินในการลดค่าไฟฟ้า .....	24
ภาพ 20 กราฟแสดงปริมาณเงินในการประหยัดค่าไฟฟ้า .....	24
ภาพ 21 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มกราคม 2563 .....	27
ภาพ 22 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กุมภาพันธ์ 2563 .....	27
ภาพ 23 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มีนาคม 2563 .....	28
ภาพ 24 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน เมษายน 2563 .....	28
ภาพ 25 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน พฤษภาคม 2563 .....	29
ภาพ 26 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มิถุนายน 2563 .....	29
ภาพ 27 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กรกฎาคม 2563 .....	30
ภาพ 28 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน สิงหาคม 2563 .....	30
ภาพ 29 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กันยายน 2563 .....	31
ภาพ 30 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน ตุลาคม 2563 .....	31
ภาพ 31 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน พฤศจิกายน 2563 .....	32
ภาพ 32 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน ธันวาคม 2563 .....	32
ภาพ 33 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มกราคม 2564 .....	33
ภาพ 34 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กุมภาพันธ์ 2564 .....	33
ภาพ 35 การดำเนินการล้างเครื่องปรับอากาศ .....	34
ภาพ 36 การดำเนินการติดตั้งปั้มน้ำขนาดเล็กแยกออกจากระบบปั้มน้ำล้างแผง PV ...	34
ภาพ 37 การเปลี่ยนการใช้ปั้มน้ำไฟฟ้าเป็นปั้มน้ำเครื่องยนต์เป็นหลักแทน .....	35

ภาพ 38 การดำเนินการเช็คค่า PF ในเครื่องอินเวอร์เตอร์ทุกตัวให้เท่ากับ 0.996 leading .....35

ภาพ 39 ดำเนินการตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า.....36

ภาพ 40 ตารางแผนการดำเนินการตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษา .....36



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นพลังงานทดแทนที่ใช้ต้นกำเนิดพลังงาน (Primary Source) คือแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งแบบโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (Solar Farm) และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับสูง (กระทรวงพลังงาน, 2560) [1] ดังนั้นการดูแลตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในสภาพดีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้มั่นใจได้ว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การตรวจสอบการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ การบดบังของเงา คุณสมบัติของแผงเซลล์ และการตรวจสอบปริมาณฝุ่นซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น (นิพนธ์ เกตุจ้อย และมรุตพงศ์ กอนออยู่, 2555) [2] และยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้อีกด้วย โดยค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Solar Farm นั้นมีอยู่หลายส่วน เช่น ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ การทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) (Paven, Mellit, & Pieri, 2011) [3] ค่าตัดหญ้าในพื้นที่โรงไฟฟ้า รวมไปถึงค่าไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าต้องซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายด้วย

ทั้งนี้การซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายของโรงไฟฟ้าแบบ Solar Farm โดยส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อกับสายจำหน่ายระดับแรงดัน 22 เควีของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีการแยกประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่หลายประเภท (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2561) [4] โดยโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กมาก (VSPP) ที่มีขนาดไม่เกิน 8 MW ส่วนใหญ่จะอยู่ในประเภทที่ 2 กิจกรรมขนาดเล็ก และ ประเภทที่ 3 กิจกรรมขนาดกลาง โดยปัญหาที่พบคือค่าใช้จ่ายของการซื้อไฟฟ้ามีความแตกต่างกันระหว่างประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 2 กิจกรรมขนาดเล็ก ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ และประเภทที่ 3 กิจกรรมขนาดกลาง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ โดยประเภทที่ 3 อัตราค่าพลังงานจะถูกกว่าประเภทที่ 2 แต่จะถูกเก็บค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าและค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์อีกด้วย ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ของค่าไฟฟ้าของทั้ง 2

ประเภทที่ 1 ที่กล่าวมาจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก ตามประกาศอัตราค่าไฟฟ้า (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค , 2561) ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2

## ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับบ้านอยู่อาศัย อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
2.1.1 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลต์	3.9086	312.24
2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์		46.16
150 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 – 150)	3.2484	
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	4.2218	
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	4.4217	
2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak Off Peak	
2.2.1 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลต์	5.1135 2.6037	312.24
2.2.2 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	5.7982 2.6369	46.16

**หมายเหตุ 1.** ประเภทที่ 2.2 กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย  
**2.** ประเภทที่ 2.2 เป็นอัตราเลือก ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าใช้จ่ายตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน สามารถแจ้งความประสงค์ขอเปลี่ยนไปใช้อัตราประเภทที่ 2.1 ได้  
**3.** เดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไปในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 3 หรือ 4 หรือ 5 แล้วแต่กรณี

## ภาพ 1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

## ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

3.1 อัตราปกติ	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
3.1.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70	3.1097	312.24
3.1.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลต์	196.26	3.1471	312.24
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	221.50	3.1751	312.24
3.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak Off Peak	
3.2.1 แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	4.1025 2.5849	312.24
3.2.2 แรงดัน 22 – 33 กิโลโวลต์	132.93	4.1839 2.6037	312.24
3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	210.00	4.3297 2.6369	312.24

**อัตราขั้นต่ำ :** ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมาสิ้นสุดในเดือนปัจจุบัน  
**หมายเหตุ 1.** กรณีติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลงซึ่งเป็นสมบัติของผู้ใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณกิโลวัตต์และหน่วยคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 2 เพื่อครอบคลุมการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมิได้วัดรวมไว้ด้วย  
**2.** ประเภทที่ 3.1 เป็นอัตราสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราประเภทที่ 3.1 อยู่เดิมก่อนค่าไฟฟ้าประจำเดือนพฤศจิกายน 2558 และสามารถเลือกใช้ อัตราประเภทที่ 3.2 ได้ โดยต้องชำระค่าใช้จ่ายตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด ทั้งนี้ เมื่อเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราประเภทที่ 3.1 ไม่ได้  
**3.** เดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ค่าไฟฟ้ายังคงคำนวณตามอัตราดังกล่าว หากมีความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ถึง 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน และในเดือนถัดไปยังไม่ถึง 30 กิโลวัตต์อีก ให้เปลี่ยนประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นประเภทที่ 2.1 หรือ 2.2 แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าที่เลือกใช้อัตรา TOU และได้ชำระค่าใช้จ่ายไปแล้ว จะไม่เรียกเก็บค่าใช้จ่ายอีก

## ภาพ 2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

1. เพื่อศึกษาระบบไฟฟ้า และพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดใหญ่ ที่เชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ขนาดแรงดัน 22kV กับกริดไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. เพื่อกำหนดนโยบาย เป้าหมาย มาตรการ และวางแผนปฏิบัติการในการลด ค่าใช้จ่าย การปฏิบัติการและซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเรื่องค่าไฟฟ้า ดังนั้นแนวคิดการลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย จะต้องมีการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ และหาแนวปฏิบัติการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในโครงการไม่ให้เกิน 30 กิโลวัตต์ตลอดทุกช่วงเวลา และนำผลการศึกษามา

กำหนดเป็นแนวปฏิบัติที่ชัดเจนร่วมกับแผนงานการซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเรื่องค่าไฟฟ้าในอนาคต

#### จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบไฟฟ้า และพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดใหญ่ ที่เชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ขนาดแรงดัน 22kV กับกริดไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. เพื่อกำหนดนโยบาย เป้าหมาย มาตรการ และวางแผนปฏิบัติการในการลด ค่าใช้จ่าย การปฏิบัติการและซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเรื่องค่าไฟฟ้า

#### ระยะเวลาดำเนินการ

- ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดระยะเวลาการดำเนินการไว้ทั้งหมด 14 เดือน โดยมีกำหนดดังนี้
- 1) เดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 2 เป็นการรวบรวมข้อมูลในการศึกษา
  - 2) เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 3 เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและความเป็นไปได้
  - 3) เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 4 เป็นการกำหนดนโยบาย รวมถึงเป้าหมาย มาตรการ และวางแผนการปฏิบัติการ
  - 4) เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 14 เป็นการติดตามผลการดำเนินการ
  - 5) เดือนที่ 13 ถึงเดือนที่ 14 เป็นการสรุปผลการดำเนินการ

### ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) เพื่อลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในการดำเนินการปฏิบัติการและซ่อมบำรุงโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์
- 2) เพื่อเป็นประโยชน์กับโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์อื่น ๆ ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน
- 3) เพื่อนำเงินที่ได้ดำเนินการลดค่าไฟฟ้าไปใช้อย่างอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์โดยไม่กระทบกับงบประมาณที่ตั้งไว้



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2559 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2559) [5]

การควบคุมคุณภาพไฟฟ้า

ผู้ขอใช้บริการจะต้องออกแบบระบบควบคุมการจ่ายไฟจากการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อดังนี้

การควบคุมระดับแรงดันและตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ผู้ขอใช้บริการต้องออกแบบระบบควบคุมระดับแรงดันเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานระดับแรงดันสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ระดับแรงดัน	ภาวะปกติ		ภาวะฉุกเฉิน	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
115 กิโลโวลต์	120.7	109.2	126.5	103.5
33 กิโลโวลต์	34.7	31.3	36.3	29.7
22 กิโลโวลต์	23.1	20.9	24.2	19.8
380 โวลต์	418	342	418	342
220 โวลต์	240	200	240	200

ภาพ 3 ตารางมาตรฐานระดับแรงดันสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ผู้ขอใช้บริการต้องออกแบบระบบควบคุมตัวประกอบกำลังเพื่อใช้ในการรักษาระดับแรงดันให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด โดยระบบที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโครนัส ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) จะต้องสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0.85 นำหน้าถึง 0.85 ตามหลังหรือดีกว่าและจะต้องควบคุมได้อย่างน้อย 2 วิธีคือ

- 1) A fixed displacement factor  $\cos \theta$
- 2) A variable reactive power depending on the voltage  $Q (U)$

ส่วนระบบที่มีคอนเวอร์เตอร์ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) จะต้องสามารถปรับค่าและควบคุมได้ ดังนี้



ระดับแรงดัน ณ จุด เชื่อมต่อ	ความสามารถในการปรับค่าตัวประกอบกำลังที่พิกัดกำลังไฟฟ้า	วิธีการควบคุมกำลังไฟฟ้าย้อนกลับ
1) ระดับแรงดันต่ำ	0.95 ตามหลัง ถึง 0.95	จะต้องควบคุมอย่างน้อย 1 วิธี คือ A fixed displacement factor $\cos \theta$
2) ระดับแรงดันปานกลางหรือระดับแรงดันสูง (กำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 500 กิโลวัตต์)	นำหน้า หรือดีกว่า	
3) ระดับแรงดันปานกลางหรือระดับแรงดันสูง (กำลังผลิตติดตั้งมากกว่า 500 กิโลวัตต์ )	0.90 ตามหลัง to 0.90 นำหน้า หรือดีกว่า	จะต้องควบคุมอย่างน้อย 2 วิธี คือ 1) A fixed displacement factor $\cos \theta$ 2) A variable reactive power depending on the voltage Q(U)

ภาพ 4 ตารางกำหนดความสามารถในการปรับค่าตัวประกอบกำลังและวิธีการควบคุมกำลังไฟฟ้าย้อนกลับ สำหรับระบบที่มีคอนเวอร์เตอร์

## 2. กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ [6]

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับมีกำลังไฟฟ้า 3 ชนิด (3 หน่วย) ปกติจะคำนวณเฉพาะขนาด มีรายละเอียดดังนี้

- Average Power (P) หน่วยเป็น W คำนวณได้จาก  $P = V \times I \times \cos \theta$  เรียกว่า Real Power

- Reactive Power (Q) หน่วยเป็น Var คำนวณได้จาก  $Q = V \times I \times \sin \theta$

- Apparent Power (S) หน่วยเป็น VA คำนวณได้จาก  $S = V \times I = \sqrt{P^2 + Q^2}$  ดังภาพที่

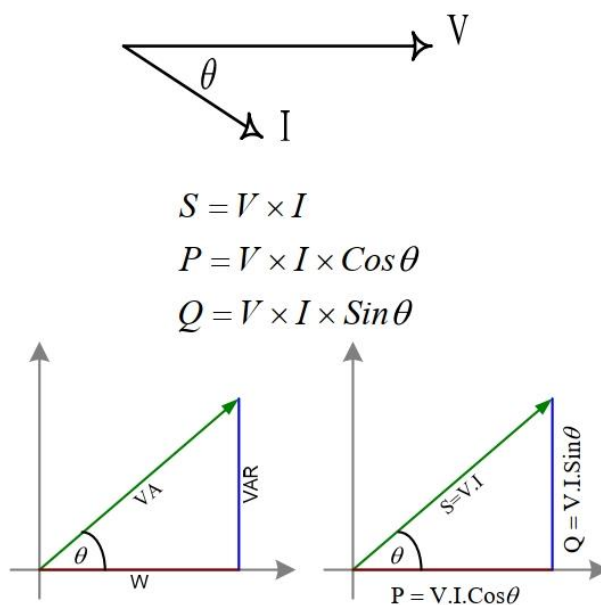
5

- $\theta$  คือมุมระหว่าง V กับ I ไม่เจาะจงว่า Lead หรือ Lag เป็นมุมเดียวกับ  $\theta$  ในสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

- ปกติจะคำนวณเฉพาะขนาดเพราะ Watt และ Var มีทิศทางที่แน่นอนบนแกนจำนวนจริงและ

จำนวนจินตภาพ เพียงรู้ว่าเป็น Var ของ L (Lag) หรือเป็น Var ของ C (Lead) ก็สามารรถคำนวณได้

- เรียกค่า  $\cos \theta$  ว่าค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) หรือ PF มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 และ  $PF = \frac{P}{S}$  ด้วย



ภาพ 5 สมการคำนวณกำลังไฟฟ้าและสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า [6]

### 3. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction)

การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าเป็นการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้มีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งก็คือการลดขนาดของ Var เพื่อให้ VA มีขนาดใกล้เคียงกับ W (ดูสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าประกอบ) เนื่องจากในทางปฏิบัตินั้น โหลดส่วนใหญ่จะมีคุณลักษณะเป็น R ผสม L หรือ Inductive Load ซึ่งทำให้  $I \text{ Lag } V$  ดังนั้น Var ในระบบที่พบจึงมักจะเป็น Var ของ L เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่าทั้งบ้านพักอาศัยอาคารและโรงงานต่างก็ใช้ Var ของ L แทบทั้งนั้นทำให้ระบบในภาพรวมมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ การไฟฟ้าจึงเรียกเก็บค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ากับผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำโดยเก็บเงินกับกรณี Var ของ L (ชนิดLag) เท่านั้น [6]

### 4. กำลังงานสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า (Power Losses)

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถสร้างให้มีประสิทธิภาพสูงๆได้อาจจะสูงกว่า 90% ในเครื่องขนาดใหญ่กำลังที่สูญเสียในหม้อแปลงแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ Copper Loss และ Core Loss

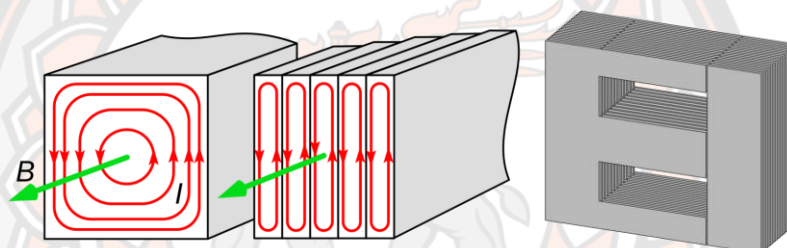
1. กำลังสูญเสียในทองแดง (Copper Loss) เกิดจากความต้านทานของขดลวดทั้ง 2 ขด คือ ขด Primary และขด Secondary

$$\text{Copper Loss} = I^2R$$

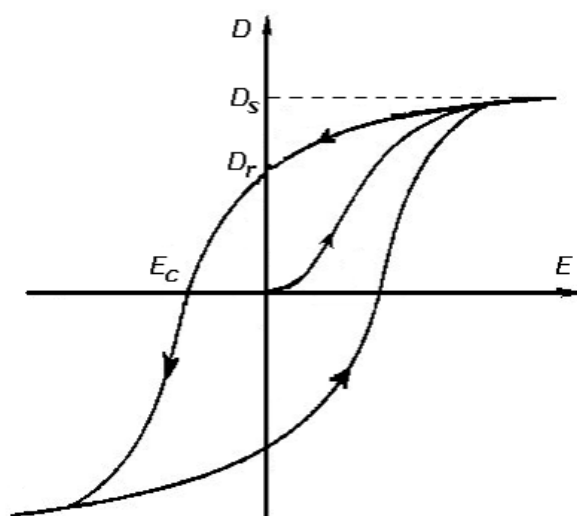
## 2. กำลังสูญเสียในแกนเหล็ก(Core Loss)

- กำลังสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวน (Eddy Current Loss) เป็นผลที่เกิดจากการเหนี่ยวนาภายในเหล็กตามกฎของฟาราเดย์ค่า Eddy Current ขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของแผ่นเหล็ก [7]

- กำลังสูญเสียที่เกิดจากฮีสเทอรีซิส (Hysteresis Loss) เกิดจากการกลับทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งเพื่อชนะความฝืดโมเลกุลพลังงานที่ใช้ไปเป็นพลังงานสูญเสียในรูปของพลังงานความร้อนหรือหาได้จากพื้นที่ปิดของ hysteresis loop [8]



ภาพ 6 การเกิดกระแสไหลวนในแกนเหล็ก (Eddy Current) [7]



ภาพ 7 กำลังสูญเสียที่เกิดจากฮิสเทอรีซิส (Hysteresis Loss) [8]



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

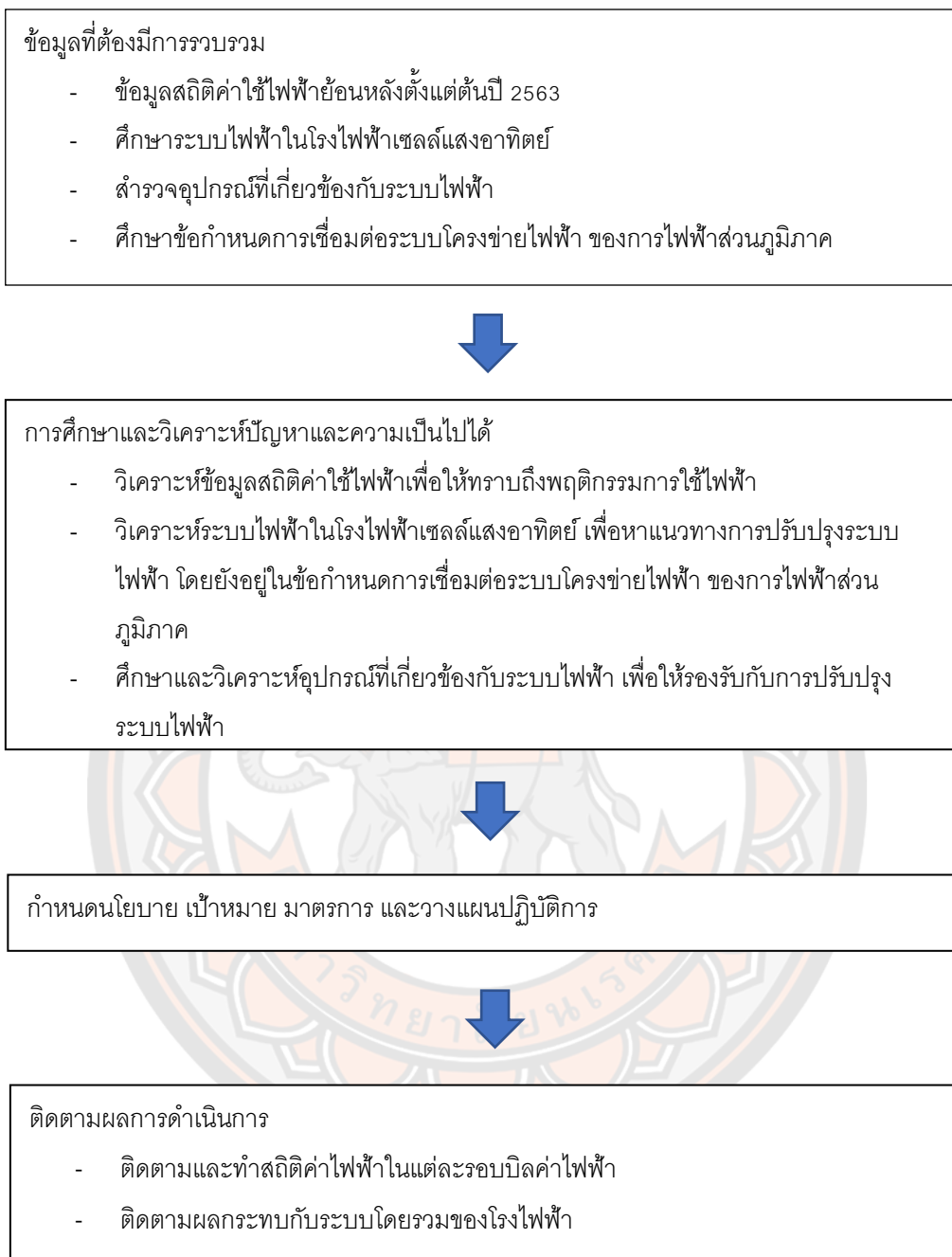
ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการภายใต้โครงการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะมีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงของผลการศึกษิตตามภาพที่ 8

1) การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนข้อมูลต้นทางที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากพื้นที่ทดสอบ และนำมาวิเคราะห์ผลในลำดับต่อไป โดยจะมีตัวอย่างของข้อมูล เช่น ข้อมูลสถิติค่าใช้ไฟฟ้าย้อนหลังตั้งแต่ต้นปี 2563 ศึกษาระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์สำรวจอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ศึกษาข้อกำหนดการเชื่อมต่อบระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ปัญหาและความเป็นไปได้ จากการนำข้อมูลไฟฟ้าที่ได้รวบรวมมาเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุง และแก้ปัญหา โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์ข้อมูลสถิติค่าใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงระบบไฟฟ้า โดยยังอยู่ในข้อกำหนดการเชื่อมต่อบระบบโครงข่ายไฟฟ้า ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ศึกษาและวิเคราะห์อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า เพื่อให้รองรับกับการปรับปรุงระบบไฟฟ้า เป็นต้น

3) กำหนดนโยบาย รวมถึงเป้าหมาย มาตรการ และวางแผนการปฏิบัติการ

4) ติดตามผลการดำเนินการ โดยมุ่งเน้นการติดตามและทำสถิติค่าไฟฟ้าในแต่ละรอบบิลที่เกิดขึ้น รวมถึงติดตามผลกระทบกับระบบโดยรวมของโรงไฟฟ้า



ภาพ 8 ขั้นตอนการดำเนินการภายใต้โครงการวิจัย

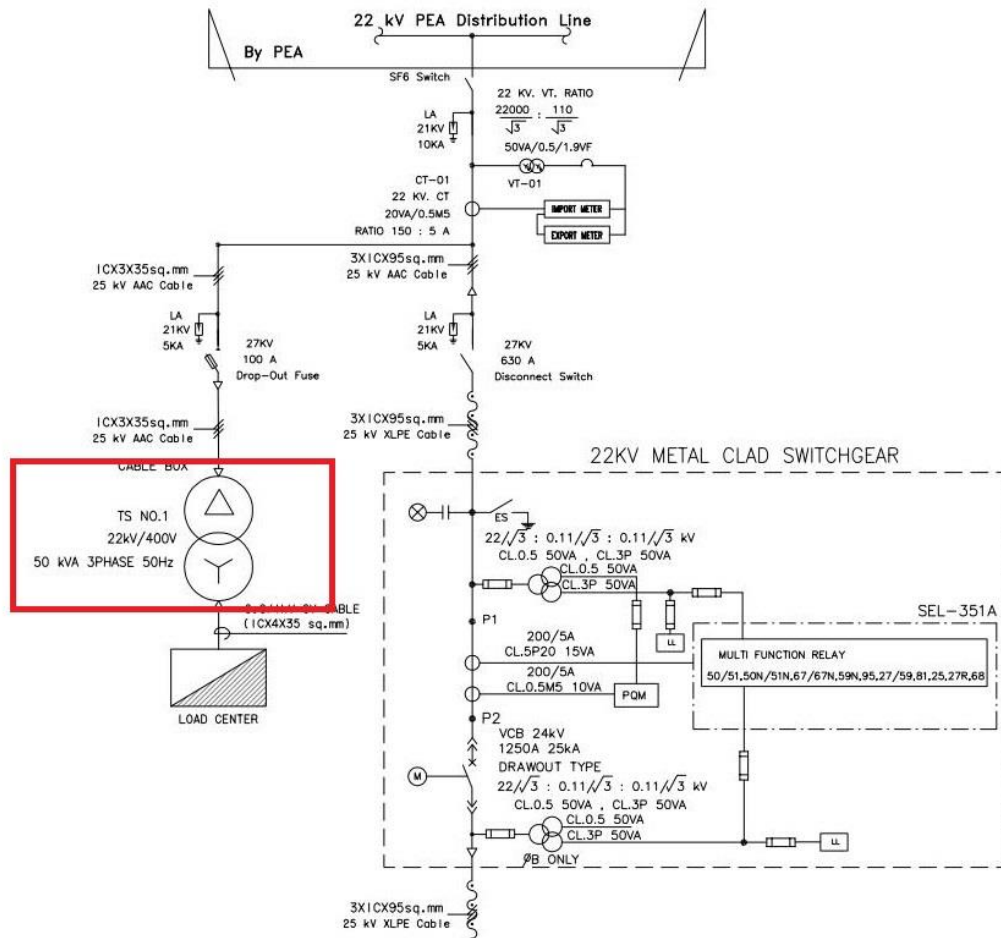
### ขอบเขตการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการดำเนินการในโครงการของ บริษัท อามานูฟ จำกัด ตั้งอยู่ที่ ตำบลวังใหม่ อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว กำลังผลิตขนาด 6 MW ตามภาพที่ 9



ภาพ 9 ภาพถ่ายทางอากาศโครงการของ บริษัท อามานูฟ จำกัด

ดังนั้นแนวคิดการลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าจำหน่าย จะต้องควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในโครงการไม่ให้เกิน 30 กิโลวัตต์ ตลอดทุกช่วงเวลา และทำการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์โดยปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า รวมถึงปรับเปลี่ยนระบบหรืออุปกรณ์บางอย่าง เพื่อลดค่าไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ โดยจะดำเนินการนำข้อมูลไฟฟ้าภายใต้โครงการของบริษัท กำลังผลิตสูงสุดขนาด 6 MW ที่เชื่อมโยงกับระบบไฟฟ้า ขนาดแรงดัน 22kV กับกริดไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีหม้อแปลง Service ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าเพื่อจ่ายโหลดภายในโครงการขนาด 50 KVA ตามในภาพที่ 10 ที่เป็นแบบไดอะแกรมเส้นเดี่ยว (Single line diagram) ซึ่งหมายความว่าโครงการนี้จะมีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 kW และเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก หรือประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลางเท่านั้น โดยใช้วิธีศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ ข้อมูลของระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้า เพื่อนำมาศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพ 10 แบบไดอะแกรมเส้นเดี่ยว (Single line diagram)



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย จะต้องควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในโครงการไม่ให้เกิน 30 กิโลวัตต์ ตลอดทุกช่วงเวลา และทำการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการใช้ไฟฟ้า รวมถึงปรับเปลี่ยนระบบ หรือ อุปกรณ์บางอย่าง เพื่อลดค่าไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ โดยจะดำเนินการในโครงการของ บริษัท อามานูฟ จำกัด ตั้งอยู่ที่ ตำบลวังใหม่ อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว กำลังผลิตขนาด 6 MW โดยมีวิธีการควบคุมเป็น 2 หัวข้อดังนี้

1) การควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและพลังงาน คือ ควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ภายในโครงการไม่ให้เกิน 30 กิโลวัตต์ ตลอดช่วงเวลา และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกินจำเป็น โดยมีผลการควบคุมดังต่อไปนี้

1.1) การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการใช้ไฟโดยได้มีการสั่งปรับดังนี้

#### เครื่องปรับอากาศ

1. ตั้งเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศเป็นเปิดเวลา 07.00 – 17.00 น.
2. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ ที่ 25-26 องศาเซลเซียส
3. ทำความสะอาดแผ่นกรอง / ใส้กรอง ของเครื่องปรับอากาศ อย่างน้อย 2 เดือน 1 ครั้ง โดยให้ทำ Check Sheet เพื่อตรวจเช็ค
4. ทำความสะอาดแผงระบายความร้อน ทุก 6 เดือน

#### เครื่องทำน้ำร้อน/เย็น

1. ควรเปิดเครื่องทำน้ำเย็น เวลา 07.00-17.00 น.
2. ตรวจสอบระดับน้ำ ไม่ให้มากหรือน้อยกว่าที่ระดับกำหนด และไม่ใช้น้ำเย็นในการเติมกระติกน้ำร้อน (สำหรับกระติกน้ำร้อน)

#### ตู้เย็น

1. ทำความสะอาดภายในตู้เย็นกำจัดน้ำแข็งที่เกาะอยู่ภายใน
2. วางตู้เย็นให้ห่างจากผนังด้านหลังอย่างน้อย 10 cm. เพื่อระบายความร้อน

### ระบบไฟฟ้า/แสงสว่าง

1. ห้ามนำอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานมาใช้ในโครงการโดยเด็ดขาด
2. เปลี่ยนไปใช้หลอด LED เมื่อหลอดไฟที่ไม่ใช่หลอด LED ชำรุด
3. ทำความสะอาดโคมและฝาครอบของหลอดไฟ อย่างน้อย 3 เดือนครั้ง
4. TV ให้ปิดหลังเลิกงาน

### มาตรการประหยัดน้ำ

1. ใช้น้ำประปาอย่างประหยัดไม่เปิดน้ำทิ้งไว้เมื่อไม่ได้ใช้งาน / เปิดน้ำให้แรงแต่พอควร
2. ทำการจดบันทึกปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์วัดน้ำทุกวัน เพื่อสังเกตความผิดปกติ
3. สังเกตการณ์ทำงานของ Pump ทำงานถี่เกินไปหรือไม่เพื่อว่าท่อแตกหรือท่อรั่ว
4. ทำการเปลี่ยนปั๊มที่ใช้ในการล้างแฉงให้แยกการทำงานกับปั๊มห้องน้ำ
5. เปลี่ยนปั๊ม drainage ให้เป็นแบบเครื่องยนต์ (ปั๊มพญานาค)

### 1.2) การปรับแทปหม้อแปลงไประดับต่ำที่เหมาะสมเพื่อลดการบริโภคพลังงาน

ไฟฟ้า

ทำการปรับ Tap changer 22 kv 5 step จาก Tap 3 ลงไปที่ Tap 1 โดยมีระดับการลดแรงดันที่ 2.5 %ของแรงดัน ณ ขณะนั้นต่อการปรับลดหรือเพิ่ม 1 Tap โดยจะแสดงค่าแรงดันเฟสและแรงดันสายก่อนปรับและหลังปรับที่ AC meter ได้แสดงค่าดังภาพที่ 11 และภาพที่

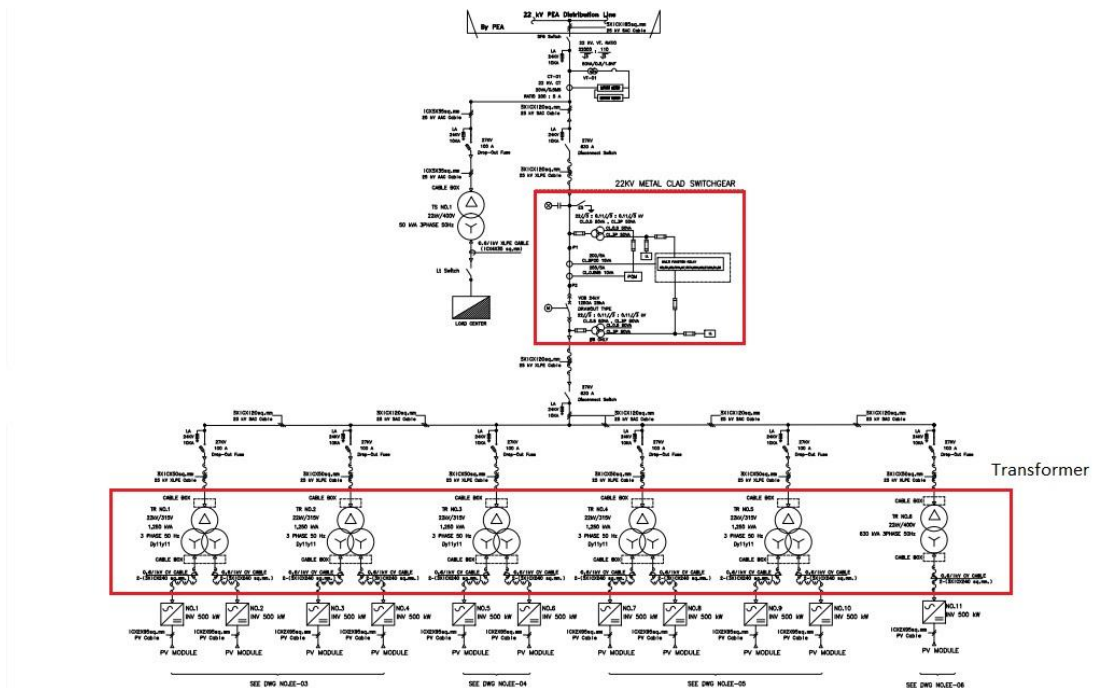


ภาพ 11 ภาพแรงดันไฟฟ้าด้าน Low voltage “ก่อน” ทำการปรับ Tap changer



ภาพ 12 ภาพแรงดันไฟฟ้าด้าน Low voltage “หลัง” ทำการปรับ Tap changer

1.3) ทำการ Open 22kV switch gear ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Inverter เพื่อป้องกันความสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงขณะไม่ได้ผลิตไฟฟ้า เพื่อลดความสูญเสียฮีสเตอริซิส และกระแสไหลวนในระบบฯ



ภาพ 13 แบบไดอะแกรมเส้นเดียว (Single line diagram) ที่แสดงให้เห็นจำนวนหม้อแปลงที่รับไฟฟ้ามาจาก switch gear

2) การควบคุมกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ คือ การควบคุมการนำเข้ากำลังไฟฟ้รีแอกทีฟด้วยเพาเวอร์แฟคเตอร์ ในส่วนของการควบคุมกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟทำการควบคุมปริมาณการนำเข้ากำลังไฟฟ้รีแอกทีฟที่เกิดขึ้นขึ้นขณะทำการผลิตไฟเป็นหลักโดยใช้วิธีการควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์ผ่านทางอินเวอร์เตอร์

เลขที่ มท5310.4/411502267838  
 เรื่อง แจ้งค่าไฟฟ้า  
 เรียน ท่านผู้ใช้ไฟฟ้า บริษัท อามานุฟ จำกัด

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 01/2563 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสสถานี	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทสถานี	แรงดัน	มิเตอร์	วันที่คำนวณ
G16202	9071 020020119307	5801568008	3224	22-33 KV	6000	31/01/2563

ประเภทการใช้	หน่วย	อัตรา	รวม
พลังงานสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.103	12.00
	OP	0.113	24.00
	H	0.119	18.00
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	P	2.030	120.00
	OP	2.740	180.00
	H	2.190	120.00

ค่า P รวมปกติ (บาท)	-0.1160
ค่า P รวมปกติ (บาท)	0.0000
ค่า P รวมค่าปรับ (บาท)	0.0000
รวมค่า P (บาท)	-0.1160
รวมค่า P รวมค่าปรับ (บาท)	420.00
รวมค่า P รวมค่าปรับ (บาท)	-48.72

จำนวนเงิน (บาท)	3190.58
ค่าไฟฟ้า + ค่า P	3141.86
ค่าขายปลีก (บาท)	23044.77
รวมเงินที่ต้องชำระ	26186.63
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	1833.06
รวมเงินที่ต้องชำระ	28019.69

รวมปกติ (บาท)	1595.16
รวมค่าปรับ (บาท)	85.26
รวมเงินที่ต้องชำระ	1197.92
รวมเงินที่ต้องชำระ	-48.72

ภาพ 14 ค่า Var Charge จากหนังสือแจ้งค่าไฟเดือนมกราคมปี 2563

Company	บริษัท อามานุฟ จำกัด
Site	AMBS (1805)
Location	Wang Mai 2/Sakae
Contractual Capacity	๖๖๖kW
DC Capacity	๖๖๖kW
Month	มกราคม 2563

Date	Inverter Start	Inverter Stop	Operating Time (Hrs)	Weather Condition	Energy (kWh)			Peak Power (kW)	Peak Q (kVA)	Avg Irr (W/m <sup>2</sup> )	Avg Mod Temp (°C)	Insolation (kWh/m <sup>2</sup> )	PR	STD PR	OPR	Remark
					PQM	VSPM Meter	Inverter									
1-4.1.20	5:42	18:00	12:18	Sunny	28962	28958	28,806	4388.90	-185.02	550.32	39.33	6.33	79.64%	77.00%	102.12%	
2-4.1.20	5:46	18:00	12:14	Sunny/cloudy	28528	28500	28,806	4616.22	-178.79	424.43	36.43	5.62	79.34%	77.00%	101.74%	
3-4.1.20	5:50	18:04	12:14	Sunny	28192	28142	28,226	4728.61	-198.11	537.22	40.84	6.16	77.40%	77.00%	100.81%	
4-4.1.20	5:49	18:00	12:11	Sunny	28988	28958	28,806	4306.46	-180.01	589.70	40.83	6.44	77.89%	77.00%	101.18%	
5-4.1.20	5:48	18:04	12:16	Sunny	28792	28742	28,820	4237.08	-187.71	540.21	40.16	6.21	78.93%	77.00%	101.98%	
6-4.1.20	5:49	18:00	12:11	Sunny	29382	29342	29,438	4347.11	-177.18	597.82	40.27	6.42	77.73%	77.00%	100.94%	
7-4.1.20	5:47	18:00	12:13	Sunny/cloudy	28644	28642	28,890	4188.06	-147.84	603.20	40.32	5.78	78.39%	77.00%	101.81%	
8-4.1.20	5:48	18:03	12:18	Sunny/cloudy	29382	29300	28,918	3896.72	-140.42	473.46	38.08	5.48	80.26%	77.00%	104.23%	
9-4.1.20	5:50	18:00	12:10	Sunny/cloudy	28878	28862	28,818	4189.98	-184.88	478.86	40.15	5.81	78.68%	77.00%	102.02%	
10-4.1.20	5:48	18:01	12:13	Sunny/cloudy	28644	28642	28,891	4218.97	-183.81	483.87	41.57	5.89	80.11%	77.00%	104.04%	
11-4.1.20	5:45	18:00	12:16	Sunny/cloudy	18802	18844	18,877	3872.32	-128.27	341.66	38.14	3.89	81.00%	77.00%	108.19%	
12-4.1.20	5:43	18:00	12:17	Sunny/cloudy	28778	28782	28,324	4146.08	-148.48	478.82	40.98	5.48	78.05%	77.00%	102.88%	
13-4.1.20	5:51	18:00	12:09	Sunny/cloudy	28254	28222	28,296	4096.73	-145.08	485.07	39.48	5.58	79.71%	77.00%	103.52%	
14-4.1.20	5:43	18:00	12:17	Sunny/cloudy	24244	24242	24,278	3889.61	-134.37	486.13	38.98	5.38	78.82%	77.00%	99.88%	
15-4.1.20	5:49	18:00	12:11	Sunny/cloudy	28942	28942	28,973	3896.26	-139.51	508.78	40.58	5.69	78.60%	77.00%	102.08%	
16-4.1.20	5:48	18:03	12:17	Sunny/cloudy	29088	29088	28,114	3980.07	-140.08	477.08	41.58	5.48	78.82%	77.00%	102.10%	
17-4.1.20	5:43	18:00	12:17	Sunny/cloudy	24838	24844	24,888	4087.82	-153.83	471.15	41.28	5.42	77.62%	77.00%	100.81%	
18-4.1.20	5:47	18:01	12:14	Sunny/cloudy	23898	23822	23,668	3734.46	-117.16	484.98	40.98	5.23	78.88%	77.00%	99.84%	
19-4.1.20	5:48	18:02	12:14	Sunny/cloudy	23862	23942	23,887	3809.81	-138.18	448.86	38.82	5.16	77.77%	77.00%	101.00%	
20-4.1.20	5:48	18:02	12:16	Sunny/cloudy	28478	28442	28,820	3807.28	-127.17	481.37	38.91	5.64	77.92%	77.00%	101.20%	
21-4.1.20	5:48	18:04	12:16	Sunny/cloudy	24914	24900	24,864	3824.28	-120.90	483.02	41.24	5.44	78.36%	77.00%	101.77%	
22-4.1.20	5:50	18:01	12:11	Sunny/cloudy	28734	28742	28,783	3802.26	-133.78	493.34	42.82	5.67	78.05%	77.00%	101.36%	
23-4.1.20	5:49	18:02	12:13	Sunny/cloudy	23402	23322	23,428	4106.83	-181.30	427.84	41.88	4.82	78.79%	77.00%	102.33%	
24-4.1.20	5:51	18:00	12:09	Sunny/cloudy	22778	22808	22,788	4218.81	-187.38	414.88	41.37	4.87	80.83%	77.00%	104.71%	
25-4.1.20	5:47	18:10	12:23	Sunny/cloudy	28578	28582	28,802	4700.88	-182.32	482.07	40.84	5.58	78.94%	77.00%	102.52%	
26-4.1.20	5:48	18:11	12:23	Sunny/cloudy	24782	24722	24,780	4818.78	-184.82	489.88	41.71	5.40	78.42%	77.00%	101.84%	
27-4.1.20	5:47	18:11	12:24	Sunny	28912	28942	28,188	4803.31	-211.27	524.96	41.64	6.17	80.83%	77.00%	104.86%	
28-4.1.20	5:48	18:10	12:24	Sunny/cloudy	28198	28142	28,232	4338.96	-166.48	483.72	41.87	5.48	78.70%	77.00%	103.51%	
29-4.1.20	5:55	18:08	12:13	Sunny	30888	30882	30,761	4830.58	-208.67	578.41	44.28	6.77	78.68%	77.00%	102.14%	
30-4.1.20	5:49	18:08	12:16	Sunny	28382	28322	28,333	4873.82	-196.96	804.48	37.72	6.98	80.10%	77.00%	104.02%	
31-4.1.20	5:45	18:10	12:25	Sunny/cloudy	24402	24382	24,418	4875.87	-184.88	430.32	38.02	5.08	79.84%	77.00%	103.81%	
			380.02		803.828	802.980	804.871	4830.58	-211.27	481.87	40.36	173.78	78.78%	77.00%	102.32%	

ภาพ 15 ภาพแสดงข้อมูลกำลังผลิตเดือนมกราคมปี 2563

การคำนวณหาค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

จากภาพที่ 16 หนังสือแจ้งค่าไฟเดือนมกราคมปี 2563 จะสามารถตรวจพบได้ว่าการนำเข้ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุดที่ 426 กิโลวาร์ และภาพที่ 8 ข้อมูลกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ในเดือนมกราคม ปี 2563 คือ 4830 กิโลวัตต์ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เริ่มต้นของอินเวอร์เตอร์คือ 1 จากข้อมูลทั้งหมดสามารถนำมาคำนวณได้ดังนี้

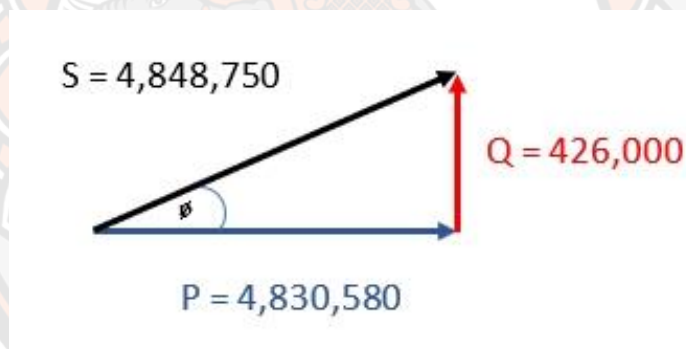
$$P = 4830.58 \text{ kW}$$

$$Q = 426 \text{ kvar}$$

$$PF = 1$$

$$S = (4,830,000^2 + 426,000^2)^{1/2}$$

$$= 4,848,750 \text{ VA}$$



ภาพ 16 สามเหลี่ยมกำลัง

จากภาพที่ 9 จะสามารถหาค่า PF ได้ดังนี้

$$PF = \frac{P}{S}$$

$$= 4,830,580 / 4,848,750$$

$$= 0.996 \text{ lagging}$$

ดังนั้นต้องทำการเซ็ทค่าในเครื่องอินเวอร์เตอร์ทุกตัวให้เท่ากับ 0.996 leading

จากการดำเนินการตามแนวทางการดำเนินการวิจัย โดยการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในโครงการไม่เกิน 30 กิโลวัตต์ ตลอดทุกช่วงเวลา และทำการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า รวมถึงปรับเปลี่ยนระบบ หรือ อุปกรณ์บางอย่าง เพื่อลดค่าไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ทั้งนี้ได้ทำการบันทึกผลต่าง ๆ เช่นค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ,ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า หรือค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) และค่ากิโลวาร์ (Var Charge) ตั้งแต่เดือน มกราคม 2563 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2564 จำนวนทั้งสิ้น 14 เดือน จะได้ข้อมูลต่าง ๆ ตามตารางในภาพที่ 17 แล้วนำค่าต่าง ๆ ในตาราง ในภาพที่ 17 ไปทำให้อยู่ในรูปแบบกราฟตามภาพที่ 18 จะสังเกตเห็นได้ว่าค่ากิโลวาร์ (Var Charge) จะเริ่มลดลงในเดือน กุมภาพันธ์ 2563 ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) ของเครื่องอินเวอร์เตอร์ และกลายเป็น 0 ในเดือน พฤษภาคม 2563 เช่นเดียวกับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า หรือค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) ที่กลายเป็น 0 ในเดือน พฤษภาคม 2563 เป็นผลมาจากการควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ไม่เกิน 30 กิโลวัตต์ ตลอดทุกช่วงเวลา เป็นเหตุให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปรับเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้า จากเดิมประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง เป็นประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก ซึ่งทำให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่คิดค่ากิโลวาร์ (Var Charge) และค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า หรือค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) นั้นเอง

#### ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ในการดำเนินการการควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุด,พลังงาน และการควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟ และการปรับปรุงการตั้งค่าของอุปกรณ์ต่างๆภายในโรงไฟฟ้าซึ่งไม่มีค่าใช้จ่าย แต่จะมีการเปลี่ยนอุปกรณ์บางอย่างซึ่งจะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายดังนี้

- 1) เปลี่ยนไปใช้หลอด LED เมื่อหลอดไฟที่ไม่ใช่หลอด LED ชำรุด ซึ่งในโครงการมีอยู่จำนวน 50 หลอด ราคาหลอดละ 170 บาท อายุการใช้งานอยู่ที่ 15,000 ชั่วโมงหรือ 5 ปี ซึ่งคิดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 1,700 บาทต่อปี
- 2) ทำการเปลี่ยนปั้มที่ใช้ในการล้างแผงให้แยกการทำงานกับปั้มห้องน้ำ โดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 5,300 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ซึ่งคิดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 1,060 บาทต่อปี

- 3) เปลี่ยนปั๊ม drainage ให้เป็นแบบเครื่องยนต์ (ปั๊มพญานาค) โดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 44,500 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ค่าเชื้อเพลิงอยู่ที่ 15,000 บาทต่อปี ซึ่งคิดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 23,900 บาทต่อปี

รวมค่าใช้จ่ายต้นทุนในส่วนของการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดอยู่ที่ 26,660 บาทต่อปี

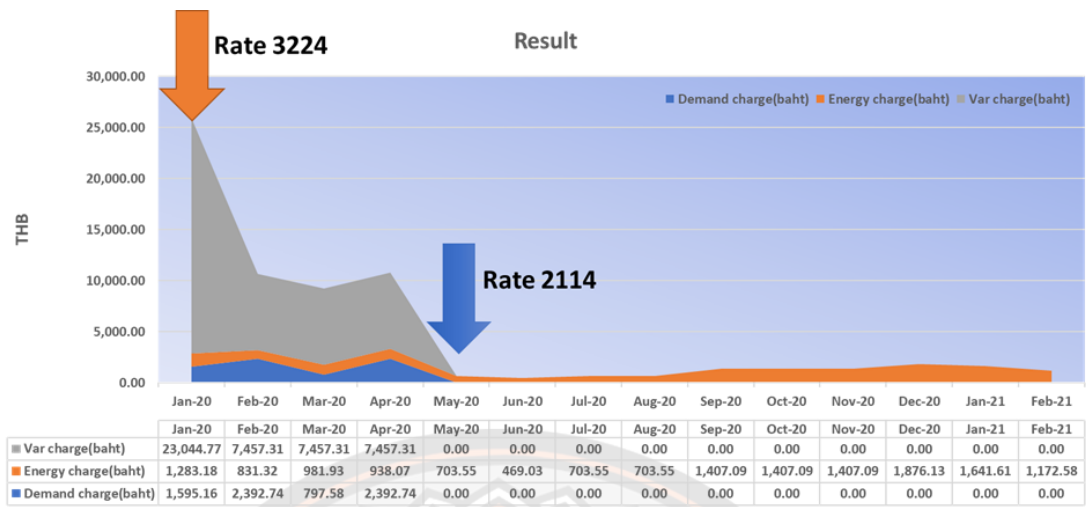
การบันทึกข้อมูลผลการดำเนินการ

บันทึกข้อมูลผลการดำเนินการได้มาจากการนำข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ได้มาจากเอกสารหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2564

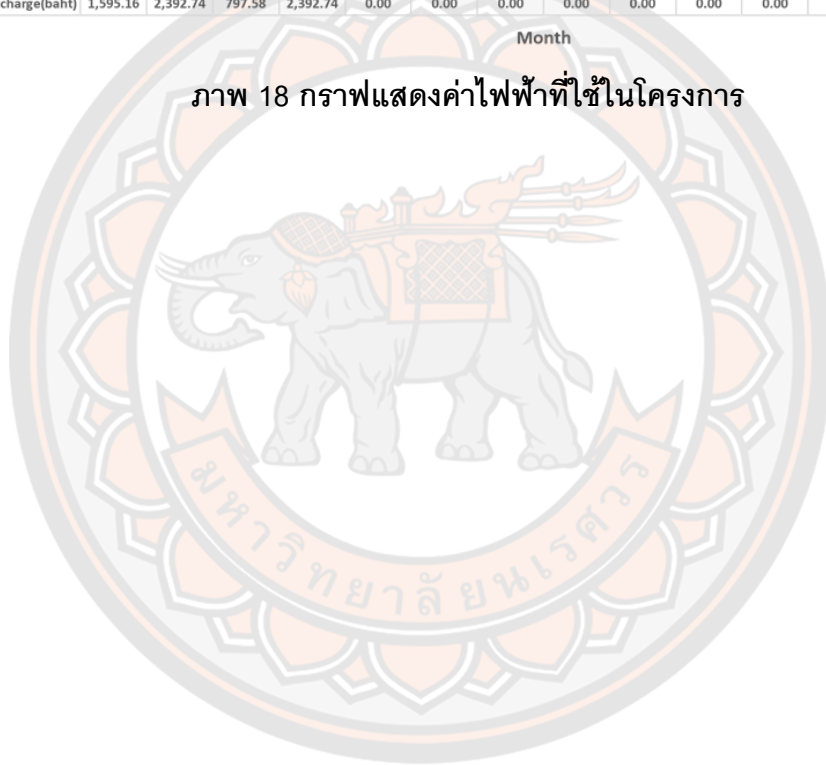
year	month	Rate	kw(P)	kwh(P)	kwh(OP)	kwh(H)	kvar	Demand charge(baht)	Energy charge(baht)	Var charge(baht)
2020	January	3224	12	120	180	120	426	1,595.16	1,283.18	23,044.77
2020	February	3224	18	12	180	120	144	2,392.74	831.32	7,457.31
2020	March	3224	6	48	180	120	144	797.58	981.93	7,457.31
2020	April	3224	18	76.25	73.75	90	144	2,392.74	938.07	7,457.31
2020	May	2114	6	60	60	60	162	0	703.55	0
2020	June	2114	0	57.27	57.27	5.46	150	0	469.03	0
2020	July	2114	18	0	104.35	75.65	156	0	703.55	0
2020	August	2114	6	60	60	60	210	0	703.55	0
2020	September	2114	18	54.55	163.64	141.81	210	0	1,407.09	0
2020	October	2114	12	120	120	120	168	0	1,407.09	0
2020	November	2114	18	108.57	108.57	142.86	198	0	1,407.09	0
2020	December	2114	18	120	180	180	144	0	1,876.13	0
2021	January	2114	6	60	240	120	156	0	1,641.61	0
2021	February	2114	6	56.84	113.68	129.48	138	0	1,172.58	0

ภาพ 17 ข้อมูลผลการดำเนินการ





ภาพ 18 กราฟแสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ



## บทที่ 5

### บทสรุป

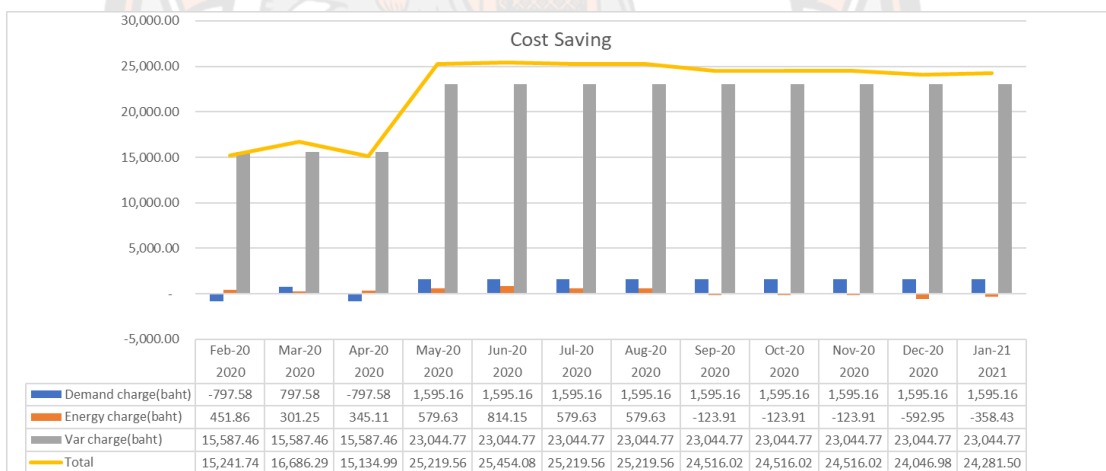
การศึกษานี้นำเสนอแนวคิดในการลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย โดยมุ่งเน้นการควบคุมปริมาณพลังงานสูงสุด ลดการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ รวมถึงการควบคุมกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ โดยผลการศึกษสามารถสรุปผลการดำเนินงานหลังจากได้นำแนวทางการปรับลดค่าใช้จ่ายมาปฏิบัติและใช้งานจริง จากผลการศึกษาการปรับลดปริมาณค่าไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้าในช่วงการดำเนินการวิจัย แล้วใช้ข้อมูลของเดือน มกราคม 2563 เป็นข้อมูลอ้างอิงแล้วใช้ข้อมูลจากเดือน กุมภาพันธ์ 2563 จนถึงเดือน มกราคม 2564 รวม 12 เดือน พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand charge) เท่ากับ 13,558.86 บาท/ปี ส่วนของการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy charge) เท่ากับ 2,328.15 บาท/ปี และในส่วนของการลดค่าใช้จ่ายการควบคุมกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ (Var charge) เท่ากับ 254,165.31 บาท/ปี รวมเป็นเงินที่สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้สูงสุดเท่ากับ 270,052.32 บาท/ปี ตามรูปที่ 19 ลักษณะการลดค่าใช้จ่ายจะค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2563 เป็นต้นไป ตามรูปที่ 20 เนื่องจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปรับเปลี่ยนอัตราค่าไฟฟ้า จากเดิมประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง เป็นประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก ซึ่งทำให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่คิดค่า กิโลวาร์ (Var Charge) และค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า หรือค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) โดยหากนำค่าใช้จ่ายต้นทุนในส่วนของการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆที่ได้กล่าวมาทั้งหมด อยู่ที่ 26,660บาทต่อปีมาหักออกจากค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าที่ลงได้เท่ากับ 243,392.32 บาท/ปี

ซึ่งถ้านำเงินค่าใช้จ่าที่ลดลงไปใช้ในการลงทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าโดยไม่กระทบต่องบประมาณที่ตั้งไว้ เช่น ใช้เป็นค่าล้างแผง PV ให้บ่อยขึ้นก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโรงไฟฟ้าอีกด้วย (นิพนธ์ เกตุจ้อย และมรุตพงศ์ กอนอยู่, 2555) [2], (Paven, A.M., Mellit, A., & Pieri, D, 2011) [3] ผลการศึกษสามารถนำแนวทางการปรับลดฯ ไปขยายผลใช้งานในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โครงการอื่น ๆ ต่อไป

## สรุปปริมาณเงินในการดำเนินการลดค่าไฟฟ้าต่อปี

year	Month	Demand charge(baht)	Energy charge(baht)	Var charge(baht)
2020	Feb-20	-	797.58	451.86
2020	Mar-20	-	797.58	301.25
2020	Apr-20	-	797.58	345.11
2020	May-20		1,595.16	579.63
2020	Jun-20		1,595.16	814.15
2020	Jul-20		1,595.16	579.63
2020	Aug-20		1,595.16	579.63
2020	Sep-20		1,595.16	-
2020	Oct-20		1,595.16	-
2020	Nov-20		1,595.16	-
2020	Dec-20		1,595.16	-
2021	Jan-21		1,595.16	-
	saving	13,558.86	2,328.15	254,165.31
	<b>total saving(baht)</b>	<b>270,052.32</b>		
	<b>saving per day(baht)</b>	<b>739.87</b>		
	<b>saving per month(baht)</b>	<b>22,504.36</b>		
	<b>saving per year(baht)</b>	<b>270,052.32</b>		

ภาพ 19 ตารางแสดงปริมาณเงินในการลดค่าไฟฟ้า



ภาพ 20 กราฟแสดงปริมาณเงินในการประหยัดค่าไฟฟ้า

## บรรณานุกรม

- [1] กระทรวงพลังงาน. (2560). **โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย ปี 2560 ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน**. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2564; จาก: <https://www.dede.go.th/>.
- [2] นิพนธ์ เกตุจ้อย และมรพวงศ์ กอนออยู่. (2555). การศึกษาผลกระทบของฝุ่นบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อการผลิตไฟฟ้า. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 32(5): p. 555–562.
- [3] Massi Pavan, A., A. Mellit, and D. De Pieri. (2011). The effect of soiling on energy production for large-scale photovoltaic plants. **Solar Energy**. 85(5): p. 1128-1136.
- [4] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2561). **ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรื่อง การทบทวนอัตราค่าไฟฟ้าตามหลักเกณฑ์การ กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าปี 2558**. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2564; จาก: <https://www.pea.co.th/electricity-tariffs>.
- [5] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2559). **ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรื่อง ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า**. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2564; จาก: [https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/connection\\_code\\_2016\\_20170928.pdf](https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/connection_code_2016_20170928.pdf).
- [6] กองพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). **คู่มือสำหรับหลักสูตรฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ**. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564 10 กุมภาพันธ์ 2564; จาก: <http://enhrd.dede.go.th/wp-content/uploads/2020/06/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%A1-2.pdf>.
- [7] Wikipedia. (2021). Eddy current. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2564; จาก: [https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy\\_current](https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current).
- [8] Wikipedia. (2021). Hysteresis. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2564; จาก: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hysteresis>.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 01/2563 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่ยานมอ
G16202	9071 020020119307	5801568008	3224	22-33 KV	6000	31/01/2563

ประเภทการไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)		รายละเอียด	จำนวนเงิน (บาท)
				ค่าไฟฟ้า	รวม		
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.103	0.101	12.00	1595.16	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	0.113	0.109	24.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.119	0.116	18.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.030	2.010	120.00	502.07	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	2.740	2.710	180.00	781.11	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	420.00
	H	2.190	2.170	120.00		รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-48.72
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท					312.24		
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน					3190.58		
กิโลวาร์				2.104	2.033	426.00	23044.77
							รวมเงินค่าไฟฟ้า 26186.63
							ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% 1833.06
							รวมเงินที่ต้องชำระ 28019.69

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	1197.92	85.26
ค่าพลังงานไฟฟ้า		
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-48.72	
ค่า Ft		1595.16

ภาพ 21 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มกราคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 02/2563 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่ยานมอ
G16202	9071 020020119307	5801568008	3224	22-33 KV	6000	29/02/2563

ประเภทการไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)		รายละเอียด	จำนวนเงิน (บาท)
				ค่าไฟฟ้า	รวม		
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.106	0.103	18.00	2392.74	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	0.115	0.113	12.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.122	0.119	18.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.032	2.030	12.00	50.21	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	2.770	2.740	180.00	781.11	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	312.00
	H	2.210	2.190	120.00		รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-36.19
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท					312.24		
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน					3536.30		
กิโลวาร์				2.128	2.104	144.00	7457.31
							รวมเงินค่าไฟฟ้า 10957.42
							ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% 767.02
							รวมเงินที่ต้องชำระ 11724.44

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	822.79	8.53
ค่าพลังงานไฟฟ้า		
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-36.19	
ค่า Ft		2392.74

PEA ได้คืนเงินผลประโยชน์ โดยหักลดกับค่าไฟฟ้าในเดือน ก.พ.2563 แล้ว

ภาพ 22 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กุมภาพันธ์ 2563

เขียน ท่านผู้ใช้ไฟฟ้า บริษัท อามานูฟ จำกัด

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 03/2563 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	สัญญา	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	3224	22-33 KV	6000	31/03/2563

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	
				หน่วย	เงิน
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.107	0.106	6.00	797.58
	OP	0.118	0.115	18.00	
	H	0.124	0.122	12.00	
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.040	2.032	48.00	200.82
	OP	2.800	2.770	180.00	781.11
	H	2.230	2.210	120.00	
กิโลวาร์				312.24	
	ค่าบริการ	312.24 บาท	ได้รับการอุดหนุน	0.00 บาท	
			รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน		2091.75
		2.152	2.128	144.00	7457.31

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	947.83	34.10
ค่าพลังงานไฟฟ้า		
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-40.37	
ค่า Ft		797.58

จำนวนเงิน (บาท)	
ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	348.00
รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-40.37
ค่าไฟฟ้าฐาน	2091.75
ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	2051.38
ค่าพาหนะมิเตอร์	7457.31
รวมเงินค่าไฟฟ้า	9508.69
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	665.61
รวมเงินที่ต้องชำระ	10174.30

ภาพ 23 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มีนาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 04/2563 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	สัญญา	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	3224	22-33 KV	6000	30/04/2563

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	
				หน่วย	เงิน
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.110	0.107	18.00	2392.74
	OP	0.120	0.118	12.00	
	H	0.127	0.124	18.00	
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	เจ็ดสิบ	-	76.25	319.03
	OP	เจ็ดสิบ	-	73.75	426.36
	H	เจ็ดสิบ	-	90.00	
กิโลวาร์				312.24	
	ค่าบริการ	312.24 บาท	ได้รับการอุดหนุน	0.00 บาท	
			รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน		3450.37
		2.176	2.152	144.00	7457.31

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	691.21	54.18
ค่าพลังงานไฟฟ้า		
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-27.84	
ค่า Ft		2392.74

จำนวนเงิน (บาท)	
ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	240.00
รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-27.84
ค่าไฟฟ้าฐาน	3450.37
ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	3422.53
ค่าพาหนะมิเตอร์	7457.31
รวมเงินค่าไฟฟ้า	10879.84
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	761.59
รวมเงินที่ต้องชำระ	11641.43

\*\*ส่วนลด3%ตามนโยบายรัฐ 349.24บาท  
\*\*รวมเงินที่ต้องชำระ 11,292.19บาท

ภาพ 24 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน เมษายน 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน.....05/2563.....ตามรายละเอียดดังนี้

ชนิดการใช้ไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่ยานมอบ
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/05/2563

	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P 0.111	0.110	6.00		ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)
	OP 0.122	0.120	12.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)
	H 0.129	0.127	12.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)
					รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P 2.060	2.050	60.00	703.55	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)
	OP 2.820	2.810	60.00		รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)
	H 2.260	2.250	60.00		
					จำนวนเงิน (บาท)
ค่าบริการ	312.24 บาท	ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท		312.24	ค่าไฟฟ้าฐาน
					ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft
กิโลวาร์	2.203	2.176	162.00		ค่าหาเซอร์เฟคเตอร์
					รวมเงินค่าไฟฟ้า
					ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %
					รวมเงินที่ต้องชำระ

	ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	543.64	61.54	54.16
ค่าพลังงานไฟฟ้า			44.21
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า ค่า Ft	-20.88		

\*\* ส่วนลด 3% ตามนโยบายรัฐ 31.94บาท  
 \*\* รวมเงินที่ต้องชำระ 1,032.61บาท

ภาพ 25 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน พฤษภาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน.....06/2563.....ตามรายละเอียดดังนี้

ชนิดการใช้ไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่ยานมอบ
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	30/06/2563

	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P 0.111	0.111	0.00		ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)
	OP 0.124	0.122	12.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)
	H 0.131	0.129	12.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)
					รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P เฉลี่ย	-	57.27	469.03	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)
	OP เฉลี่ย	-	57.27		รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)
	H เฉลี่ย	-	5.46		
					จำนวนเงิน (บาท)
ค่าบริการ	312.24 บาท	ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท		312.24	ค่าไฟฟ้าฐาน
					ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft
กิโลวาร์	2.228	2.203	150.00		ค่าหาเซอร์เฟคเตอร์
					รวมเงินค่าไฟฟ้า
					ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %
					รวมเงินที่ต้องชำระ

	ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	362.42	41.03	36.11
ค่าพลังงานไฟฟ้า			29.47
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า ค่า Ft	-13.92		

\*หักส่วนลด 3% รัฐบาล 24.63บาท\*  
 \*คืนเงินรับล่วงหน้า 75.00บาท\*  
 \*\*รวมเงินที่ต้องชำระ 721.43บาท  
 เงินรับล่วงหน้าคงเหลือ 0.00บาท

ภาพ 26 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มิถุนายน 2563



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 07/2563 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/07/2563

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	รายละเอียด	
					หน่วย	เงิน
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.114	18.00	703.55	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	0.127	18.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.133	12.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
					รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
					หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	180.00
					รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-20.88
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	เฉลี่ย	0.00	703.55	จำนวนเงิน (บาท)	
	OP	เฉลี่ย	104.35		ค่าไฟฟ้าฐาน	1015.79
	H	เฉลี่ย	75.65		ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	994.91
					ค่าทอร์เบียเตอร์	
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท				312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า	994.91
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน				1015.79	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	69.64
กิโลวาร์	2.254	2.228	156.00		รวมเงินที่ต้องชำระ	1064.55

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	543.64	61.54
ค่าพลังงานไฟฟ้า		54.16
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-20.88	44.21
ค่า Ft		

ภาพ 27 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กรกฎาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 08/2563 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/08/2563

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	รายละเอียด	
					หน่วย	เงิน
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.115	6.00	703.55	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
	OP	0.129	12.00		ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.135	12.00		ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
					รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
					หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	180.00
					รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-20.88
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.080	60.00	703.55	จำนวนเงิน (บาท)	
	OP	2.860	60.00		ค่าไฟฟ้าฐาน	1015.79
	H	2.280	60.00		ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	994.91
					ค่าทอร์เบียเตอร์	
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท				312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า	994.91
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน				1015.79	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	69.64
กิโลวาร์	2.289	2.254	210.00		รวมเงินที่ต้องชำระ	1064.55

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	543.64	61.54
ค่าพลังงานไฟฟ้า		54.16
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า	-20.88	44.21
ค่า Ft		

ภาพ 28 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน สิงหาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 09/2563 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	30/09/2563
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.118	0.115	18.00	จำนวนเงิน (บาท)	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย) -0.1243 ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย) 0.0000 ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย) 0.0000 รวมค่า Ft (บาท/หน่วย) -0.1243 หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย) 360.00 รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท) -44.75
	OP	0.131	0.129	12.00		
	H	0.137	0.135	12.00		
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	เฉลี่ย	-	54.55	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าฐาน 1719.33 ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft 1674.58 ค่าพาหนะมิเตอร์
	OP	เฉลี่ย	-	163.64		
	H	เฉลี่ย	-	141.81		
ค่าบริการ		312.24 บาท	ได้รับบริการลดหนี้ 0.00 บาท	312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า 1719.33	รวมเงินค่าไฟฟ้า 1674.58 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % 117.22
กิโลวัตต์	2.324	2.289	210.00			รวมเงินที่ต้องชำระ 1791.80
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด		ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)		
ค่าพลังงานไฟฟ้า		1087.27	123.08	108.32		
การลดหนี้ค่าไฟฟ้า		-44.75		88.42		

ภาพ 29 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กันยายน 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 10/2563 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/10/2563
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.120	0.118	12.00	จำนวนเงิน (บาท)	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย) -0.1243 ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย) 0.0000 ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย) 0.0000 รวมค่า Ft (บาท/หน่วย) -0.1243 หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย) 360.00 รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท) -44.75
	OP	0.134	0.131	18.00		
	H	0.140	0.137	18.00		
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.110	2.090	120.00	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าไฟฟ้าฐาน 1719.33 ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft 1674.58 ค่าพาหนะมิเตอร์
	OP	2.910	2.890	120.00		
	H	2.320	2.300	120.00		
ค่าบริการ		312.24 บาท	ได้รับบริการลดหนี้ 0.00 บาท	312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า 1719.33	รวมเงินค่าไฟฟ้า 1674.58 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % 117.22
กิโลวัตต์	2.352	2.324	168.00			รวมเงินที่ต้องชำระ 1791.80
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด		ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)		
ค่าพลังงานไฟฟ้า		1087.27	123.08	108.32		
การลดหนี้ค่าไฟฟ้า		-44.75		88.42		

ภาพ 30 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน ตุลาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน.....11/2563.....ตามรายละเอียดดังนี้

ชนิดการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	มิเตอร์	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	30/11/2563

ชนิดการไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	รายละเอียด	
					หน่วย	เงิน (บาท)
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.123	0.120	18.00	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1243
	OP	0.136	0.134	12.00	ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.143	0.140	18.00	ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	เฉลี่ย	-	108.57	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1243
	OP	เฉลี่ย	-	108.57	หน่วยที่ผลิตค่า Ft (หน่วย)	360.00
	H	เฉลี่ย	-	142.86	รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-44.75
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท				312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า	1674.58
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน				1719.33	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	117.22
กิโลวาร์	2.385	2.352	198.00		รวมเงินที่ต้องชำระ	1791.80

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด		
ค่าพลังงานไฟฟ้า	1087.27	123.08
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		108.32
ค่า Ft	-44.75	88.42

ภาพ 31 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน พฤศจิกายน 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน.....12/2563.....ตามรายละเอียดดังนี้

ชนิดการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	มิเตอร์	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/12/2563

ชนิดการไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)	รายละเอียด	
					หน่วย	เงิน (บาท)
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.126	0.123	18.00	ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1243
	OP	0.139	0.136	18.00	ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
	H	0.146	0.143	18.00	ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.150	2.130	120.00	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1243
	OP	2.960	2.930	180.00	หน่วยที่ผลิตค่า Ft (หน่วย)	480.00
	H	2.370	2.340	180.00	รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-59.66
ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท				312.24	รวมเงินค่าไฟฟ้า	2188.37
รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน				2188.37	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	149.01
กิโลวาร์	2.409	2.385	144.00		รวมเงินที่ต้องชำระ	2277.72

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด		
ค่าพลังงานไฟฟ้า	1449.70	164.11
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า		144.43
ค่า Ft	-59.66	117.89

ภาพ 32 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน ธันวาคม 2563

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 01/2564 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	31/01/2564

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)								
						ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.127	0.126	6.00								
	OP	0.141	0.139	12.00								
	H	0.148	0.146	12.00								
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	2.160	2.150	60.00	1641.61							
	OP	3.000	2.960	240.00								
	H	2.390	2.370	120.00								
ส่วนบริการ		312.24 บาท ได้หักการลดทอน		0.00 บาท	312.24							
				รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน	1953.85							
กิโลวาร์		2.435	2.409	156.00								

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)	
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	1268.48	143.60	126.38
ค่าพลังงานไฟฟ้า			103.15
การลดทอนค่าไฟฟ้า			
ค่า Ft	-64.34		

จำนวนเงิน (บาท)	
ค่าไฟฟ้าฐาน	1953.85
ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	1889.51
ค่าพาหนะอิเล็กทรอนิกส์	
รวมเงินค่าไฟฟ้า	1889.51
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	132.27
รวมเงินที่ต้องชำระ	2021.78

ภาพ 33 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน มกราคม 2564

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน..... 02/2564 .....ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
G16202	9071 020020119307	5801568008	2114	22-33 KV	6000	28/02/2564

ประเภทการใช้ไฟฟ้า	เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)								
						ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	
พลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)	P	0.128	0.127	6.00								
	OP	0.144	0.141	18.00								
	H	0.151	0.148	18.00								
พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)	P	เฉลี่ย	-	56.84	1172.58							
	OP	เฉลี่ย	-	113.68								
	H	เฉลี่ย	-	129.48								
ส่วนบริการ		312.24 บาท ได้หักการลดทอน		0.00 บาท	312.24							
				รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน	1484.82							
กิโลวาร์		2.458	2.435	138.00								

ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)	
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด	906.06	102.57	90.27
ค่าพลังงานไฟฟ้า			73.68
การลดทอนค่าไฟฟ้า			
ค่า Ft	-45.96		

จำนวนเงิน (บาท)	
ค่าไฟฟ้าฐาน	1484.82
ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	1438.86
ค่าพาหนะอิเล็กทรอนิกส์	
ส่วนลด	-500.02
รวมเงินค่าไฟฟ้า	938.84
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	65.72
รวมเงินที่ต้องชำระ	1004.56

ไฟฟรี 50 หน่วยแรก 500.02 บาท  
 \*คืนผลประโยชน์เงินประกัน 14.82บาท  
 \*\*รวมเงินที่ต้องชำระ 989.74บาท

ภาพ 34 หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าเดือน กุมภาพันธ์ 2564

ภาคผนวก ข ภาพการดำเนินการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดค่าใช้จ่าย



ภาพ 35 การดำเนินการล้างเครื่องปรับอากาศ



ภาพ 36 การดำเนินการติดตั้งปั้มน้ำขนาดเล็กแยกออกจากระบบปั้มน้ำล้างแผง PV



ภาพ 37 การเปลี่ยนการใช้ปั้มน้ำไฟฟ้าเป็นปั้มน้ำเครื่องยนต์เป็นหลักแทน



ภาพ 38 การดำเนินการเซ็ทค่า PF ในเครื่องอินเวอร์เตอร์ทุกตัวให้เท่ากับ 0.996 leading



ภาพ 39 ดำเนินการตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า

**Preventive Maintenance Master Plan**

Site : J805\_AMN 5.5 MW

Preventive Maintenance		Year 2020												Remark				
Item	MVC Code	Description	Job Detail	Plan	Actual	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	FM-OM-306	COMBINER ARRAY BOX CHECK SHEET FORM	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
2	FM-OM-307	INVERTER CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
3	FM-OM-308	MOB CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
4	FM-OM-313	BOUNDARY-AREA LIGHTING CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
5	FM-OM-320	SCADA CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
6	FM-OM-324	FIRE EXTINGUISHER CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Monthly
7	FM-OM-309	TRANSFORMER CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
8	FM-OM-310	SWGIR CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
9	FM-OM-311	BATTERY CHARGER CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
10	FM-OM-312	PV MODULE CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
11	FM-OM-318	LIGHTNING PROTECTION CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
12	FM-OM-321	PUMP STATION CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
13	FM-OM-322	DRAINAGE SYSTEM CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
14	FM-OM-323	CCIV SYSTEM CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Every 2 Month
15	FM-OM-315	ROAD AND EROSION CONTROL CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Quarterly
16	FM-OM-319	BUILDING CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Quarterly
17	FM-OM-316	CT-PT CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Quarterly
18	FM-OM-317	LOAD BREAK SWITCH CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Quarterly
19	FM-OM-314	FIRE ALARM CHECK SHEET	Visual Inspection	Plan	Actual													Quarterly
20	-	GRASS CUT	Grass cut	Plan	Actual													Every 2 Month
21	-	MODULE CLEANED	Clean PV Module	Plan	Actual													Every 2 Month
22	-	Inverter	Inverter Full Inspection	Plan	Actual													Biannual
23	-	Inverter Filter Cleaned	Filter Cleaned	Plan	Actual													Every 2 Month
24	-	Switchgear	Full Inspection	Plan	Actual													Yearly
25	-	Transformer	Full Inspection	Plan	Actual													Yearly

Tested & Reported By: *[Signature]*  
Approved By: *[Signature]*

FM-OM-303 R03

ภาพ 40 ตารางแผนการดำเนินการตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษา

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายพงศกร แสงหงษา

วัน เดือน ปี เกิด

ที่อยู่ปัจจุบัน

ที่ทำงานปัจจุบัน บริษัท ซุปเปอร์ โซลาร์ เอนเนอร์ยี จำกัด

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการและบำรุงรักษา

ประสบการณ์การทำงาน พ.ศ. 2558 บริษัท ซุปเปอร์ โซลาร์ เอนเนอร์ยี จำกัด

พ.ศ. 2555 บริษัท เต็มโก้ จำกัด (มหาชน)

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2543 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผลงานตีพิมพ์ พงศกร แสงหงษา และ ยอดธง เม่นสิน (2564) การศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (Solar Farm). นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม ครั้งที่ 17, 2564