



การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด

ขจรศักดิ์ เกิดบัว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ปีการศึกษา 2565



การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด

ขจรศักดิ์ เกิดบัว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์



Electric Power Management within Condominium Buildings

Kajohnsak Kerdbua

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Graduate Study, Faculty of Engineering

Southeast Asia University

Academic Year 2022

Copyright by Southeast Asia University

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด
ชื่อนักศึกษา นายขจรศักดิ์ เกิดบัว
รหัสนักศึกษา 6444010004
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร.บุญเลิศ สือเฉย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รศ. ดร.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

..... กรรมการ
(ผศ. ดร.สมศักดิ์ สิริโพรานานนท์)

..... กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
(รศ. ดร.บุญเลิศ สือเฉย)

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

..... คณบดี
(ดร.ภาณุวัฒน์ แตระกุล)

วันที่สอบ: 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

Thesis Title Electric Power Management within Condominium Buildings
Student Name Mr.Kajohnsak Kerdbua
Student ID 6444010004
Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Examining Committee


..... Chairman
(Assoc. Prof. Dr.Monthon Leelajindakrairerk)


..... Member
(Asst. Prof. Dr.Somsak Siriporananon)


..... Member (Thesis Advisor)
(Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey)

This Thesis has been approved to be a Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering
Graduate Study, Faculty of Engineering


..... Dean
(Dr.Panuwat Taerakul)

Examination Date: July 19, 2023

ชื่อวิทยานิพนธ์	การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด
ชื่อนักศึกษา	นายขจรศักดิ์ เกิดบัว
รหัสนักศึกษา	6444010004
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.บุญเลิศ สือเฉย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร (แอรราส บีชฟรอนท์ คอนโดมิเนียม จอมเทียน พัทยา) ประเภทอาคารชุด จากการสำรวจพบว่าอาคารดังกล่าวมีข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันที่สูงซึ่งมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้ารายเดือนสูงตามไป งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่บริเวณส่วนกลางของอาคาร (พื้นที่ส่วนกลาง) เพื่อนำมาออกแบบมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยสามารถวิเคราะห์และกำหนดมาตรการดังกล่าวได้ 3 มาตรการดังนี้ มาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางบางส่วนและเปิดช่องแสง(กระจก)เพื่อทดแทนแสงสว่างเดิมในเวลากลางวัน มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศบริเวณพื้นที่ส่วนสำนักงาน มาตรการปรับเวลาการทำงานของเครื่องจักรในงานระบบสุขาภิบาล โดยมาตรการเหล่านี้จะเป็นมาตรการที่ใช้การปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานและช่วงเวลาของอุปกรณ์เดิมภายในอาคาร ซึ่งจะไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมวัสดุหรืออุปกรณ์ใดให้เป็นต้นทุนของงานวิจัย

Thesis Title	Electric Power Management within Condominium Buildings
Student Name	Mr.Kajohnsak Kerdbua
Student ID	6444010004
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Academic Year	2022
Advisor	Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Abstract

The purpose of this research is to study the behavior of using electricity in buildings (Aeras Beachfront Condominium, Jomtien, Pattaya), condominium type. Accordingly, to survey found that such buildings have higher statistical data on daily electricity consumption, which results in high monthly electricity bills. This research therefore emphasizes on the study of electricity consumption behavior in the common area of the building. (Common area) to be used to design energy conservation measures, which can analyze and define 3 such measures as follows. Measures to turn off the lights in the common areas and open the skylights (mirrors) to replace the original daylight. Measures to turn off air conditioners in common areas and in the office measures to adjust the operation time of machinery in the sanitation system these measures are measures used to modify the usage behavior and time of the original equipment inside the building. It does not change or add any material or equipment to the cost of the research. From these measures.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีมีเหตุอันเนื่องด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ สือเฉย อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยเมตตาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง
และบอกแนวทางในการแก้ปัญหาในการจัดทำวิจัยให้สำเร็จ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์
มา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาคารแอราสปีชพร้อมท์คอนโดมิเนียมจอมเทียนพัทยาและคณะกรรมการ
ร่วมถึงทีมงานบริหารอาคารของบริษัท เอ็นทรีส พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวก
ความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตลอดจนช่วยส่งเสริมมาตรการต่างๆ ให้งานลุล่วงไปได้
ด้วยดี

ขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้
กำลังใจและให้การช่วยเหลือตลอดการศึกษา

นายขจรศักดิ์ เกิดบัว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	1
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	1
1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์.....	1
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 แนวคิดเรื่องต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบริหารทรัพยากรกายภาพ.....	3
2.2 แนวความคิด และทฤษฎีการบริหารจัดการอาคารสถานที่.....	5
2.3 หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า.....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	23
3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลของอาคาร.....	23
3.2 เก็บรวบรวมประวัติอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรที่ใช้ในงานระบบ.....	25
3.3 ศึกษารูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าของประเภทมิเตอร์อาคาร.....	26
3.4 ศึกษาผลกระทบของอุปกรณ์หากมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลา.....	26
3.5 จัดทำเอกสารเก็บข้อมูลสถิติ.....	27
3.6 กำหนดมาตรการ ๑ ประหยัดพลังงานแจ้งให้ผู้พักอาศัยในอาคารทราบ.....	28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....	29
4.1 แสงสว่างทางเดิน.....	29
4.2 เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ส่วนกลาง.....	31
4.3 เครื่องจักรงานระบบ (Pump).....	36
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	39
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	39
5.2 อภิปรายผล.....	40
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	40
เอกสารอ้างอิง.....	42
ภาคผนวก ก ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา.....	43
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำเพาะทั่วไปของอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า.....	53
ภาคผนวก ค ผลงานทางวิชาการขณะศึกษา.....	56
ประวัติผู้เขียน.....	67

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงรายจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน.....	24
4.1 ตารางรายการเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร.....	32
4.2 ตารางรายการปั้มและมอเตอร์ภายในอาคาร.....	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของหลักค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับอาคาร.....	4
2.2 องค์ประกอบของการบริหารทรัพยากรทางกายภาพอาคาร.....	6
2.3 องค์ประกอบของระบบไฟฟ้าที่ดี.....	7
2.4 ข้อควรจำเมื่อปฏิบัติงาน.....	9
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับช่วงเวลาการบำรุงรักษา.....	11
2.6 อัตราการชำรุดของทรัพย์สินในระยะต่าง ๆ.....	15
2.7 ตัวอย่างการวัดประสิทธิภาพการบำรุงรักษาทรัพย์สินไฟฟ้า.....	18
2.8 ตัวอย่าง “ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน”.....	20
3.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร.....	25
3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้า.....	27
4.1 แสงสว่างทางเดิน.....	29
4.2 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนทำการทดลอง.....	30
4.3 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังทำการทดลอง.....	31
4.4 เครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่าง.....	33
4.5 เครื่องปรับอากาศห้องทำงานนิติบุคคล.....	33
4.6 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนทำการทดลอง.....	34
4.7 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังทำการทดลอง.....	35
4.8 Transfer pump.....	37
4.9 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนทำการทดลอง.....	37
4.10 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนและหลังทำการทดลอง.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ณ ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่สำคัญต่อทุกอาคาร ในส่วนของอาคารประเภทอาคารชุดพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรของงานระบบต่างๆ ที่มีอยู่ภายในอาคารและค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าก็เป็นค่าใช้จ่ายหลักที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือน ในปี 2565 คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) [1] ได้มีการประกาศปรับเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าผันแปร (Ft) ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นในส่วนของการบริหารอาคารจึงต้องมีการดูแลและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารให้สูญเสียน้อยที่สุด ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกอาคารประเภทอาคารชุดมา 1 อาคาร เพื่อนำมาทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานและรวมถึงหาแนวทางในการที่จะประหยัดพลังงานกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร แอราส บีชฟรอนท์ คอนโดมิเนียม จอมเทียน พัทยา ซึ่งเป็นอาคารประเภทอาคารชุด

1.2.2 เพื่อปรับลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ประกาศมาตรการประหยัดพลังงานจากการลงทุนที่ต่ำที่สุดไปหามากที่สุด

1.3.2 ประยุกต์ใช้อุปกรณ์และทรัพยากรบุคคลเดิมให้มีประโยชน์มากที่สุด

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1.4.1 ประกาศมาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางและเปิดช่องแสง (กระจก) เพื่อทดแทนแสงสว่างเดิมในเวลากลางวัน

1.4.2 ประกาศมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในพื้นที่ส่วนกลาง

1.4.3 ประกาศมาตรการการปรับเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Transfer pump)

1.4.4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและคำนวณต้นทุน

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

- 1.5.1 ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของอาคาร
- 1.5.2 เก็บรวบรวมประวัติอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรที่ใช้ในงานระบบ
- 1.5.3 ศึกษารูปแบบการคิดค่าไฟ
- 1.5.4 สำนวจผลกระทบหากมีการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของเครื่องจักร
- 1.5.5 จัดทำเอกสารรวบรวมสถิติ
- 1.5.6 ประกาศมาตรการที่จะใช้ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ปรับลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นภายในอาคาร
- 1.6.2 ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีในงานระบบ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ภายใต้กรอบแนวคิดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันประกอบไปด้วย

2.1 แนวคิดเรื่องต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบริหารทรัพยากรกายภาพ

ต้นทุนตลอดวงจรรอบอายุอาคาร (building life cycle cost) โดยพื้นฐานแล้ววงจรรอบอายุของอาคารทุกหลังจะต้องประกอบด้วยต้นทุน 3 หมวดสำคัญ ได้แก่

2.1.1 .Development / Acquisition cost

Development / Acquisition cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่ทำให้ได้มาซึ่งทรัพยากรกายภาพ เช่น ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้าง ค่าออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม และค่าดำเนินโครงการ เป็นต้น

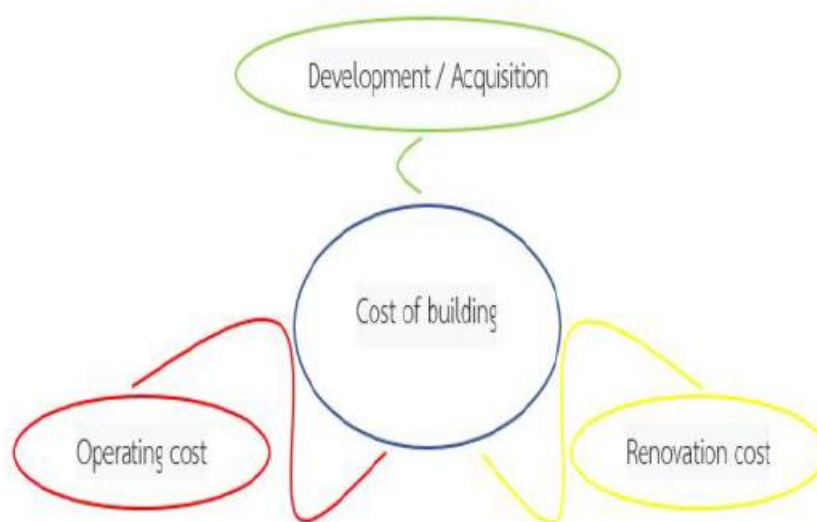
2.1.2 Operating cost

Operating cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้อาคาร ประกอบด้วย ค่าสาธารณูปโภค ค่าจ้าง ปฏิบัติงานอาคาร ค่าบริหารจัดการ ภาษี และค่าวัสดุใช้สอยต่างๆ

2.1.3 Renovation cost

Renovation cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทำให้อาคารและระบบประกอบอาคารกลับมาสู่สภาพเหมือนใหม่อีกครั้งหนึ่ง เช่น replacement, renovation, modification, alteration, demolition เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายทั้ง 3 หมวดนี้รวมเรียกว่า ต้นทุนตลอดอายุระบบกายภาพ หรือ facility / building life cycle cost ซึ่งเป็น ต้นทุนรวมของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดช่วงเวลาของกระบวนการครอบครองอาคาร



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของหลักค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับอาคาร

ค่าใช้จ่ายในการบริหารทรัพยากรกายภาพ (Facility management expenses) สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตาม ลักษณะการใช้จ่าย ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายดำเนินการอาคาร (Facility operating expenses) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการทำให้อาคารใช้การได้ตามปกติเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นประจำโดยทั่วไปประกอบไปด้วย ค่าสาธารณูปโภค ค่าจ้างหรือค่าดำเนินการ ค่าดูแลและบำรุงรักษา (operating and maintenance) ค่าบริการอาคาร ค่าวัสดุใช้สอยสิ้นเปลืองค่าบริหารจัดการค่าเช่าพื้นที่ ภาษี และค่าประกันภัย ฯลฯ

2. ค่าใช้จ่ายเพื่อการลงทุน (Facility capital investment) หมายถึง ค่าใช้จ่ายเพื่อให้อาคารคืนสภาพที่ดี มีลักษณะเป็นค่าใช้จ่ายเฉพาะครั้ง หรือเป็นค่าดำเนินโครงการ จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์ คือ การรักษาระดับสมรรถนะของอาคารการปรับสภาพทรัพยากรกายภาพให้สอดคล้องกับความต้องการใหม่ การรักษามูลค่าสินทรัพย์ ฯลฯ

ค่าใช้จ่ายจากการลงทุนเพื่อให้ได้มาซึ่งกายภาพอาคาร อาจไม่ใช่ค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดตลอดวงจรอายุอาคาร เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการอาคาร (operating cost) ในแต่ละปีแม้จะต่ำกว่าการลงทุนสร้างอาคาร แต่เมื่อนำมารวมกันตามระยะเวลาการใช้อาคารซึ่งยาวนานหลายสิบปี ก็ทำให้ต้นทุนตรงนี้มีจำนวนมากกว่าได้

2.2 แนวความคิด และทฤษฎีการบริหารจัดการอาคารสถานที่

การบริหารจัดการอาคารสถานที่ถือเป็นการทำงานที่ทดแทนการเข้ามาดูแลอาคารสถานที่ในแบบเดิมซึ่งได้แก่ งานดูแลรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance) งานจัดการอาคาร (Building Management) และยังครอบคลุมไปถึงการควบคุมประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานการลงทุน สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในโครงการด้วย

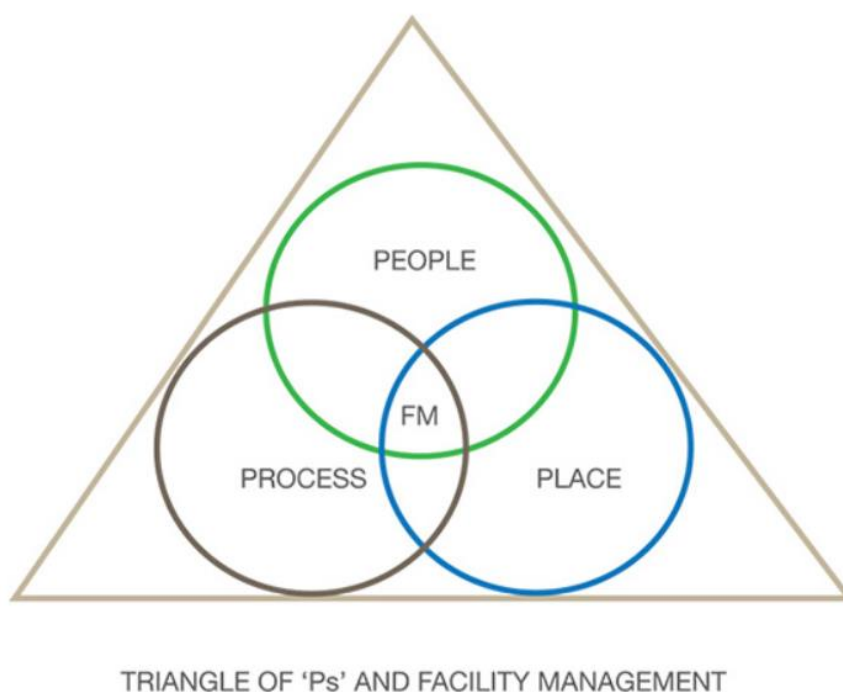
ลักษณะงานของการบริหารจัดการสถานที่มีตั้งแต่ การวางแผนควบคุม ประเมินผล รวมทั้งการจัดระบบฐานข้อมูลและการตรวจสอบ ดังนั้นในการบริหารจัดการอาคารจึงต้องมีทีมงานที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์มาดำเนินการในแต่ละด้าน เพื่อตอบสนองต่อการใช้สอยอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด เหมาะสม และสอดคล้องกับนโยบายขององค์กรให้มากที่สุด

ประโยชน์ของการบริหารจัดการอาคารแบบครบวงจร

- การจัดการข้อมูลอาคารอย่างเป็นระบบ
- Energy Management และกรณีศึกษาทางด้านการจัดการพลังงาน
- Service Quality กับการบริหารจัดการอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
- งานดูแลบำรุงรักษางานระบบประกอบอาคาร
- การวางแผนการการบำรุงรักษารูปแบบใหม่ โดยพิจารณาจากอายุการใช้งาน
- จัดการสถานการณ์และวิกฤตด้วย Crisis Management
- แนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการคุณภาพงานบริการอาคาร
- ความปลอดภัยในอาคาร Building Safety
- จัดการ “ความเสี่ยง” ให้กลายเป็นเรื่องเล็กด้วยการบริหารความเสี่ยง

ในการทำงานสายงานด้าน Facility Management เป็นเรื่องที่ต้องเกี่ยวข้องกับ “คน” การบริหารทรัพยากรบุคคล (People) และกระบวนการการทำงาน (Process) อย่างเลี่ยงไม่ได้ และยังต้องทำงานในด้านต่าง ๆ ที่หลากหลาย อาทิเช่น การจัดการอสังหาริมทรัพย์ (Property Management) การบริหารจัดการพื้นที่ใช้สอย (Space Planning) การดูแลบำรุงรักษาอาคาร (Facility Maintenance and Operations) และจัดการงานบริการที่เกี่ยวข้อง (Facility Support Services) อีกทั้งต้องเข้าใจว่างานนี้จะต้องคอยแก้ปัญหา ร้อยแปดประการทั้งแบบเฉพาะหน้า และการวางแผน มีทั้งเร่งด่วน และไม่เร่งด่วนอีกด้วย แต่งานเช่นนี้ไม่สามารถทำให้สำเร็จลงได้เพียงคนเดียว จำเป็นต้องมีทีมงานเข้ามารวมกันดังนั้นคุณสมบัติในการทำงานแบบทีมเวิร์คที่ดีจึงจำเป็น ต่อการทำงาน Facility Management ทั้งการเคารพการให้เกียรติ การรับฟังความเห็นของร่วมงานโดยเฉพาะความเห็นจากผู้มีประสบการณ์

งาน Facility Management เป็นงานที่ทำหายเพราะต้องให้บริการคนทั้งองค์กร รวมไปถึงลูกค้าขององค์กรที่เราสังกัดและงานอาคาร จำเป็นต้องดูแลกันตลอดยี่สิบสี่ชั่วโมง เจ็ดวัน ตลอดทั้งปี ต้องมีหัวใจบริการที่เต็มเปี่ยม และต้องสามารถมองภาพรวม เห็นเป้าหมาย พร้อมนำผู้ร่วมงานทำตามกลยุทธ์เพื่อให้สำเร็จได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ บางครั้งก็คล้ายกับเป็นงานที่น่าเบื่อและเหนื่อย เนื่องจากการไม่ได้รับความร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆ หรือการทำงานซ้ำ ๆ ที่เห็นผลลัพธ์ได้ช้า เพื่อนร่วมงานของคุณอาจถอดใจละทิ้งเป้าหมายไปเสียก่อนได้



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของการบริหารทรัพยากรทางกายภาพอาคาร

2.3 หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า (หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า) ต้องสามารถใช้งานได้ดีตามที่ต้องการ ทำงาน ได้เต็มประสิทธิภาพ และมีความเชื่อถือได้วิศวกรไฟฟ้าและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความสนใจ และให้ ความสำคัญในทุกขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้า การติดตั้ง การตรวจรับงาน การใช้งาน และการบำรุงรักษาดังนั้นการที่จะให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ดีจึงไม่ใช่เพียงการซ่อม บำรุงหรือการบำรุงรักษา เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2.3.1 ระบบไฟฟ้าที่ดี



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของระบบไฟฟ้าที่ดี

1. การออกแบบ ต้องสอดคล้องและตรงกับความต้องการใช้งาน เป็นไปตาม มาตรฐานฯ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ มาตรฐานและข้อกำหนดของบริภัณฑ์ ที่จะใช้งาน เป็นต้น ผู้ออกแบบต้องศึกษารายละเอียดทั้งหมด และดำเนินการให้ถูกต้อง โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมด้วย การเลือกระบบไฟฟ้าต้องมีความ มั่นคงเชื่อถือได้และมีความปลอดภัยโดยคำนึงถึงสำคัญของ การผลิตและค่าใช้จ่ายประกอบกัน ระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงก็มักจะต้องมีค่าใช้จ่ายลงทุนสูงตามไปด้วย บางระบบอาจจำเป็นต้องมี ระบบสำรองด้วย หรือบางระบบจะต้องคำนึงถึงการรบกวนด้วย เป็นต้น

2. การเลือกบริษัทไฟฟ้า บริษัทไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ทั้งชนิดและขนาด รวมถึงสายไฟฟ้าและวิธีเดินสายด้วยเช่น บริษัทไฟฟ้าที่ใช้งานในบริเวณที่มีฝุ่นละอองน้ำ การกัดกร่อน สารไวไฟ ก็ต้องเลือกให้เหมาะสมด้วย หรือถ้าเป็นการเดินสายฝังดิน สายไฟฟ้าและวิธีการเดินสายก็ต้อง เหมาะสมด้วยเช่นกัน

3. การติดตั้งระบบและบริษัทไฟฟ้า การติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน การติดตั้งที่เกี่ยวข้อง ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตบริษัทไฟฟ้า และติดตั้งด้วยความประณีตระมัดระวัง ไม่ทำให้ บริษัทชำรุดเสียหายระหว่างการติดตั้ง

4. การตรวจรับงาน เป็นขั้นตอนที่ทำให้มั่นใจว่าการเลือกใช้บริษัทและการติดตั้งตรงตาม ความต้องการและข้อกำหนด ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจรับงานจึงต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในจุดประสงค์ ของงาน และที่สำคัญคือต้องมีจรรยาบรรณในวิชาชีพด้วย

5. การใช้งาน เมื่อขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาข้างต้นถูกต้อง สมบูรณ์การใช้งานก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ ให้ถูกต้อง ไม่ใช้งานนอกเหนือหรือเลยจากที่ได้ออกแบบไว้ผู้ใช้งานต้องศึกษาวิธีการใช้งานและปฏิบัติตาม อย่างเคร่งครัดด้วย

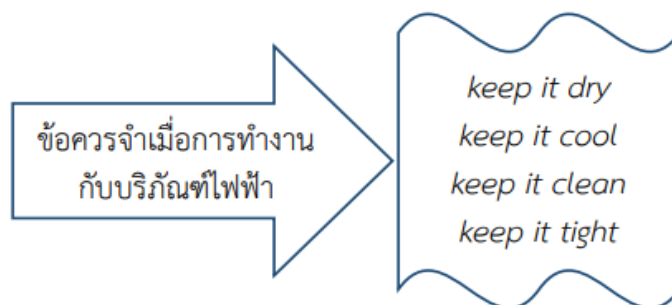
6. การตรวจสอบและบำรุงรักษา ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากบริษัทไฟฟ้าย่อม มีการเสื่อมสภาพและชำรุด จึงจำเป็นต้องบำรุงรักษา ปกติจะทำทั้งในขณะที่ใช้งานและเมื่อชำรุด รวมถึง การตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ ด้วยเพื่อประกอบการวางแผนการบำรุงรักษา

2.3.2 ความหมายของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึงการพยายามรักษาสภาพของระบบและบริษัทไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีสภาพ ที่พร้อมจะใช้งานตลอดเวลา การบำรุงรักษาจะครอบคลุมการซ่อมบำรุงด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความหมายกว้างและครอบคลุมหลายเรื่องแต่พอสรุปความหมายของการบำรุงรักษาได้ว่า

“การบำรุงรักษาเป็นการกระทำที่ผสมผสานกันทั้งด้านเทคนิคและการจัดการในอันที่จะคงไว้ซึ่งสภาพ หรือเพื่อฟื้นฟูระบบและบริษัทให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามที่ต้องการ”

การบำรุงรักษาตามความหมายที่กล่าว จึงมิใช่เป็นเพียงการซ่อมเมื่อพบว่าบริษัทเสียหรือชำรุดเท่านั้น การจัดการเรื่องการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญซึ่งมีหลายเทคนิคและหลายทฤษฎีด้วยกันเช่นเดียวกับ การบริหารจัดการทั่วไปผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม



ภาพที่ 2.4 ข้อควรจำเมื่อปฏิบัติงาน

2.3.3 วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษามีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ (effectiveness) เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่วางไว้สามารถใช้งานได้เต็มกำลังความสามารถและตรงกับความต้องการที่ติดตั้งมากที่สุด
2. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีสมรรถนะการทำงานสูง (performance) การบำรุงรักษาที่ดี จะช่วยให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีขีดความสามารถสูง อายุการใช้งานยาวนาน ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าถ้าใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง จะเกิดความชำรุดสึกหรอถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือทำการซ่อมบำรุงแล้วอาจเกิดการขัดข้องชำรุดเสียหายทำงานผิดพลาดและขีดความสามารถในการใช้งานลดลง
3. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ (reliability) ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้านอกจากจะต้องมีคุณภาพที่ดีแล้ว จะต้องมีความเชื่อถือได้สูงทำงานได้ต่อเนื่องเที่ยงตรง แม่นยำ ไม่มี ความคลาดเคลื่อนใด ๆ ซึ่งต้องมีโปรแกรมการบำรุงรักษาที่ดีด้วย
4. มีความปลอดภัย (safety) ปัจจุบันความปลอดภัยถือเป็นหัวใจสำคัญและเป็นเป้าหมายที่สำคัญ ของสถานประกอบการที่จะรักษาไม่ให้เกิดอุบัติเหตุการจัดการความปลอดภัย ปัจจุบันนี้ถือว่าอุบัติเหตุเป็นความสูญเสียของสถานประกอบการดังนั้นระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน และผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียง การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยคงสภาพความปลอดภัยที่มีอยู่เดิมได้หรืออาจสามารถเพิ่มระดับความปลอดภัยในสูงขึ้นได้

2.3.4 ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา

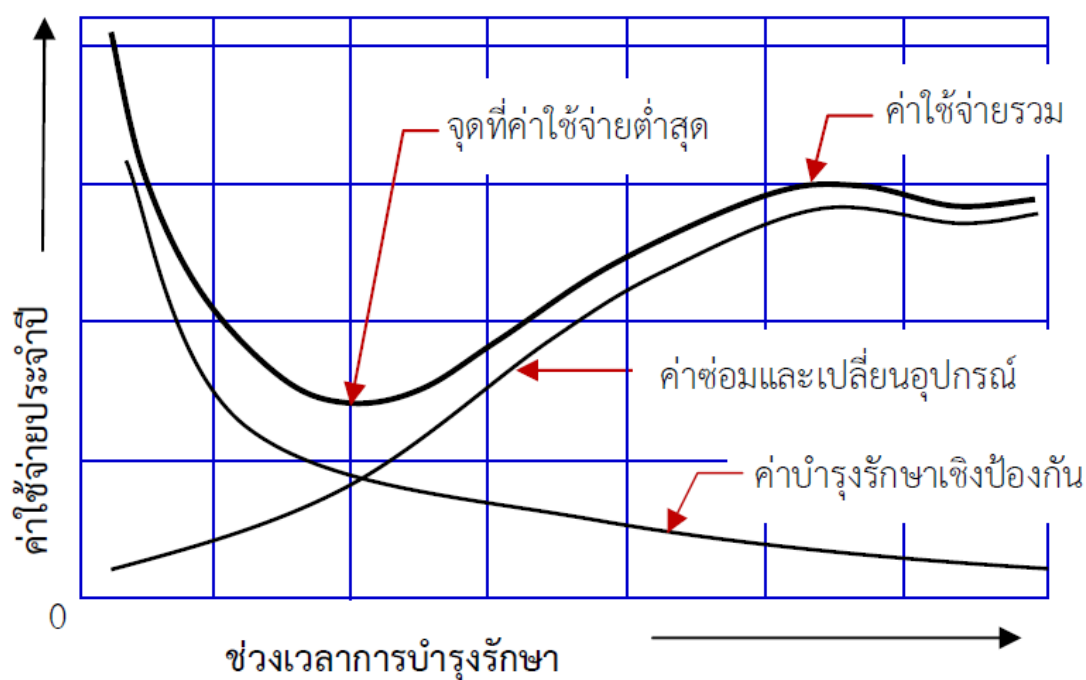
การบำรุงรักษาที่ดีจะให้ประโยชน์กับสถานประกอบการหลายเรื่องด้วยกัน ดังนี้

1. ปริมาณการผลิตได้ตามต้องการ (Production) ถ้าระบบและบริษัทไฟฟ้าใช้งานได้ดีไม่ชำรุด ระหว่างการผลิต ผลผลิตก็จะได้ปริมาณตามที่วางแผนไว้
2. สินค้าคุณภาพตามต้องการ (Quality) ระบบและบริษัทไฟฟ้ามีส่วนสำคัญกับคุณภาพของ ผลผลิต สินค้าจำนวนไม่น้อยที่แม้เพียงไฟฟ้ากระพริบก็จะผลให้คุณภาพของสินค้าเสียหรือสินค้าอาจใช้ไม่ได้ เลย ตัวอย่างเช่นการทอผ้า ถ้าไฟฟ้ากระพริบจะทำให้เส้นด้ายขาด ผ้าที่ได้ก็มตำหนิไม่ได้คุณภาพตามต้องการ
3. ผลิตสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด (Delivery) ปัจจุบันการวางแผนการผลิตมีความแม่นยำและ ไม่เผื่อเวลาไว้มาก แต่ถ้าระบบและบริษัทไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง หรือต้องหยุดเพื่อซ่อมแซม บ่อยแผนที่วางไว้ก็อาจผิดพลาดไม่ได้ตามที่กำหนดไว้มีผลกระทบถึงกำหนดการส่งของที่อาจทำให้ คลาดเคลื่อนไปได้ซึ่งจะมีผลถึงความเชื่อมั่น หรือสูญเสียลูกค้าได้
4. มีค่าใช้จ่ายในการผลิตเหมาะสม (Cost) ระบบและบริษัทไฟฟ้ามีผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายใน การผลิต โดยปกติค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อม และถ้าการผลิตหยุดลงเนื่องจาก ระบบหรือบริษัทไฟฟ้าใช้งานไม่ได้อาจจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อให้สินค้าเสร็จตามกำหนด ค่าใช้จ่าย ในการผลิตจึงสูงขึ้น
5. มีความปลอดภัยในระหว่างการใช้งาน (Safety) เนื่องจากไฟฟ้ามีอันตรายสูง ระบบและบริษัท ไฟฟ้าที่ชำรุดจึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายกับผู้ที่เกี่ยวข้องได้เช่น เกิดไฟรั่วและไฟดูด เป็นต้น ความปลอดภัยนี้หมายถึงความรวมถึงความปลอดภัยของทรัพย์สินด้วย ทรัพย์สินอาจเสียหายจากเพลิงไหม้ที่มี เหตุจากไฟฟ้าได้การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยลดสาเหตุดังกล่าวได้
6. พนักงานมีขวัญและกำลังใจดี (Morale) เกี่ยวข้องกับหลายเรื่อง ที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือ ความปลอดภัย ถ้าเคยเกิดอุบัติเหตุไฟฟ้าดูดพนักงานจนเสียชีวิต พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ก็อาจขวัญเสีย เพราะ กลัวจะเกิดอันตราย เพราะไฟฟ้ามองไม่เห็นการป้องกันอันตรายจึงยาก
7. ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Environment) ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย เช่น หม้อแปลงไฟฟ้ารั่วมีน้ำมันไหล ลงที่สาธารณะซึ่งเป็นการทำลายสภาพแวดล้อม เป็นต้น

2.3.5 เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา

ถึงแม้การบำรุงรักษาเป็นเรื่องจำเป็นตามที่กล่าวแล้วในตอนต้น แต่การบำรุงรักษาก็มีค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอาจต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บางรายการก่อนที่จะชำรุดเช่นตามคาบเวลาที่ถูกผลิตกำหนดซึ่งในความเป็นจริงอุปกรณ์นั้นยังสามารถใช้งานได้อยู่ จึงเป็นค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ กรณีนี้เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญ เป็นการพิจารณาเรื่อง

ความจำเป็นในการบำรุงรักษาเพื่อหาจุดคุ้มทุน หรือจุดที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุด เป็นไปตามที่แสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับช่วงเวลาการบำรุงรักษา

จากภาพที่ 2.5 กำหนดให้แกน X แทนช่วงเวลาการบำรุงรักษา และแกน Y แทนค่าใช้จ่ายประจำปี ถ้าดูที่กราฟเส้นค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เมื่อช่วงเวลาการบำรุงรักษาสั้นหมายถึงมีความถี่ในการบำรุงรักษาสูงหรือบ่อย ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งประกอบด้วยค่าอุปกรณ์และแรงงานก็จะสูง และจะลดลงถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาห่างออกไป สำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมและเปลี่ยนอุปกรณ์จะเป็นไปในทางตรงข้าม หมายถึง ถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาน้อย อุปกรณ์ก็มีโอกาสชำรุดหรือเสียหายมาก ค่าใช้จ่ายในการซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์จะมากขึ้นตามด้วย ผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งสองเส้นคือค่าใช้จ่ายรวม จุดที่ดีที่สุดคือจุดที่ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องพยายามหาจุดต่ำสุดนี้ให้ได้

หลายครั้งพบว่าผู้บริหารบางท่านไม่ได้ให้ความสำคัญกับค่าซ่อมและค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ และไม่ได้ศึกษาถึงจุดที่เหมาะสม จึงไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมได้ เพราะว่าถ้าความถี่ของการบำรุงรักษาสูงค่าใช้จ่ายก็จะสูงตามไปด้วย ถึงแม้ว่าอุปกรณ์จะชำรุดเสียหายน้อยก็ตามอย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายหรือค่า

สูญเสียโอกาสจากการหยุดเครื่องจักรด้วย และในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายนี้ จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลที่ดีด้วยการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาจึงเป็นเรื่องสำคัญและใช้ประโยชน์ได้มาก

2.3.6 เทคนิคการบำรุงรักษาแบบต่างๆ

เทคนิคการบำรุงรักษามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับการจัดการ แต่ละสถานประกอบการอาจเลือกใช้เทคนิคต่างกันเนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างกัน ตัวอย่างของเทคนิคการบำรุงรักษามีดังนี้

การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break – down Maintenance) คือ การบำรุงรักษาเมื่อระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการชำรุดและต้องหยุดใช้งานฉุกเฉิน หรือเรียกอีกอย่างว่า ซ่อมเมื่อพบว่าชำรุดวิธีการนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษาแต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันดีเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดเพื่อซ่อมฉุกเฉินได้ตลอดเวลา แต่ควรต้องให้มันน้อยที่สุด

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันเหตุขัดข้องหรือการหยุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบบฉุกเฉิน สามารถทำได้ด้วยการตรวจวัดและสภาพบริภัณฑ์ การทำความสะอาด และหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้อุปกรณ์ทำงานที่จุดทำงานตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนดเวลา

การตรวจวัด เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสอบสภาพบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น การวัดค่าความเป็นฉนวน และการวัดความร้อน เป็นต้น ค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาวิเคราะห์หาการเสื่อมสภาพและวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป

การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive) คือ การดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา หรือถ้ามีก็ต้องน้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบระบบและบริภัณฑ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้งติดตั้งถูกต้องได้มาตรฐาน และในระหว่างใช้งานก็มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอีกด้วย

การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance) คือ กรรวิธีกรบำรุงรักษาที่นำเอาการบำรุงรักษาที่กล่าวข้างต้น มาประกอบเข้าด้วยกัน การบำรุงรักษาที่ดี ย่อมจะไม่อาศัยการบำรุงรักษาชนิดหนึ่งชนิดใดเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการ “ทวีผล” และมีประสิทธิผลสูงสุด

การบำรุงรักษาทีวิลรวม (Total Productive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่นำเอาวิธีการข้างต้นมาประยุกต์ใช้ และเพิ่มเติมเทคนิคบางอย่างเข้าไปด้วยเช่น การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตามสายการผลิตต่าง ๆ และผู้ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีผลผลิตตามที่ได้ออกแบบหรือตามที่กำหนดไว้ ตัวอย่างหลักคิดของการบำรุงรักษาทีวิลรวม ดังนี้

Focus improvement ปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

Autonomous maintenance บำรุงรักษาด้วยตนเอง

Planned maintenance บำรุงรักษาตามแผน

Education & training พัฒนาทักษะ

Early management เริ่มตั้งแต่ต้น (การออกแบบ)

Quality maintenance บำรุงรักษาเชิงคุณภาพ

Office improvement พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (กิจกรรม TPM)

Safety, health & environment ให้ความสำคัญกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.3.7 ลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ลักษณะการเสื่อมสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. แบบค่อย ๆ เสื่อมสภาพลงไปตามอายุการใช้งาน พบว่าอัตราการเสื่อมสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น การออกแบบ การเลือกวัสดุ และการติดตั้งเป็นต้นการเสื่อมสภาพเช่นนี้ มักจะมีการแสดงบอกล่วงหน้า ในระยะแรกค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอาจไม่สูงแต่ต่อไปยิ่งนานวันเข้าค่าใช้จ่ายจะสูงมากขึ้นตามลำดับจนถึงจุดที่ไม่คุ้มค่าใช้จ่าย หรือไม่สามารถใช้งานต่อได้จำเป็นต้องเลิกใช้งานไป

ลักษณะการเสื่อมสภาพแบบนี้ เราสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้จากการวัด การทดสอบ และการดูอัตราการชำรุดของอุปกรณ์ (failure rate) ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะมีอายุการใช้งานและการเสื่อมสภาพแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ การออกแบบ คุณภาพของบริภัณฑ์ และการใช้งาน อัตราการชำรุดสามารถแยกออกเป็นหลายระยะ

การเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด การชำรุดเสื่อมสภาพเช่นนี้อาจจะไม่มีอาการแสดงออกมาให้เห็นและไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ประสิทธิภาพไม่ได้ตกต่ำก่อน เช่น อุปกรณ์ภายในชำรุด แตกหัก ฉนวนชำรุดหรือเสื่อมสภาพลงก่อนถึงเวลาอันสมควรเช่น หลอดไฟขาด สายพานขาด หน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้าละลาย หรือเกิดอุบัติเหตุหรือ Fault จนอุปกรณ์ได้รับความเสียหาย จะทราบเหตุก็ต่อเมื่อบริภัณฑ์หยุดทำงานแล้วซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จำเป็นต้องเตรียมพร้อมสำหรับการซ่อมบำรุง

ในการวางแผนการบำรุงรักษา จำเป็นต้องทราบลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้เตรียมการได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการบันทึกประวัติการบำรุงรักษา ศึกษาธรรมชาติของบริภัณฑ์ต่าง ๆ และการวิเคราะห์สาเหตุการชำรุด จึงมีความสำคัญมาก

จากลักษณะของการเสื่อมสภาพจะสามารถวางกลยุทธ์การบำรุงรักษาที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 วิธีด้วยกัน ดังนี้

1. ใช้งานจนกว่าชำรุดจึงซ่อมบำรุง เหมาะกับอุปกรณ์ที่โอกาสชำรุดไม่แน่นอน มีลักษณะการเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด หรือการชำรุดมีผลกระทบต่องานน้อย
2. บำรุงรักษาตามเวลาที่กำหนด เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานที่แน่นอนและใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย
3. บำรุงรักษาเมื่อเสื่อมสภาพ เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานทั้งที่แน่นอนและไม่แน่นอน และใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย
4. การออกแบบที่ไม่ต้องบำรุงรักษา ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาจะเข้ามามีส่วนร่วมกับการออกแบบ กำหนดรายละเอียดของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์ เพื่อให้ได้บริภัณฑ์ที่คุณภาพดี ตรงตามความต้องการใช้งาน เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ซึ่งทำให้ลดการบำรุงรักษาลง และถ้าต้องบำรุงรักษาก็ทำได้ง่าย

2.3.8 สาเหตุของการชำรุด

การทราบสาเหตุการชำรุดจะทำให้สามารถหาวิธีแก้ไขและป้องกันได้ โดยทั่วไปสาเหตุการชำรุดมี 4 ประการ ดังนี้

1. จากการติดตั้ง
2. จากการใช้งาน
3. จากตัวบริภัณฑ์เอง (การผลิต)
4. ตามสภาพ

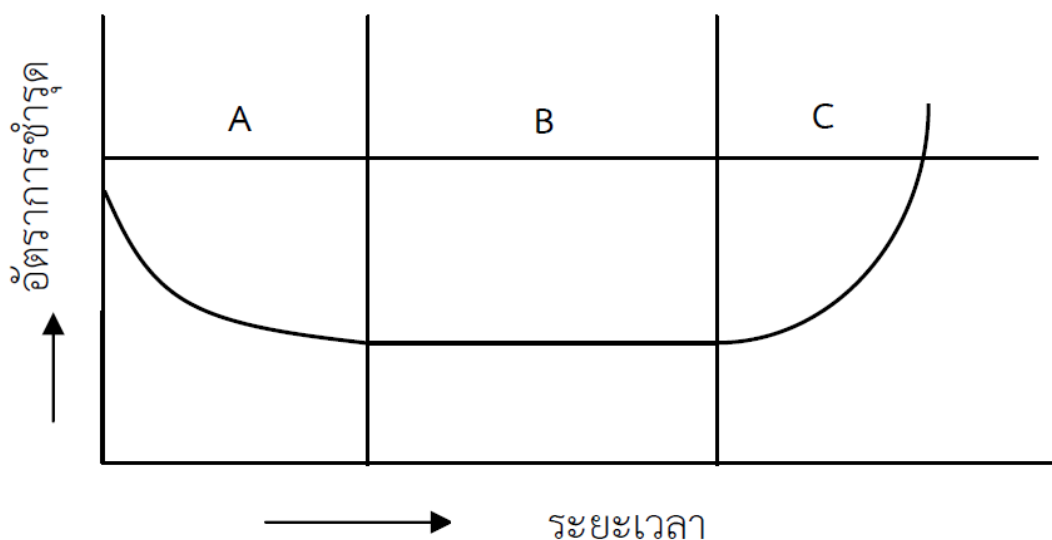
การชำรุดจากการติดตั้ง สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากผู้ติดตั้งขาดความรู้ ความชำนาญ และผู้ควบคุมงานไม่ดูแลเอาใจใส่อย่างจริงจัง

การชำรุดจากการใช้งาน แบ่งเป็นสาเหตุชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งานและขณะใช้งาน

1. สาเหตุการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน สาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังต่อไปนี้
 - ก. การออกแบบไม่ถูกต้อง
 - ข. วัสดุไม่มีคุณภาพ
 - ค. การประกอบไม่เหมาะสม
 - ค. การติดตั้งไม่ถูกต้อง เหมาะสม
 - ง. ใช้งานไม่ถูกต้อง หรือใช้งานไม่เป็น

2. สาเหตุการชำรุดระหว่างการใช้งานสาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังต่อไปนี้

- ก. ใช้งานไม่ถูกต้อง / เกินหรือผิดจากที่ได้ออกแบบไว้
- ข. ขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม
- ค. จากสภาพแวดล้อม
- ง. ข้อบกพร่องของอุปกรณ์/เครื่องจักร



ภาพที่ 2.6 อัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ในระยะต่าง ๆ

จากภาพที่ 2.6 ซึ่งแสดงถึงอัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ช่วงระยะเวลา A แสดงการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน มีสาเหตุตามที่กล่าวข้างต้น เทคนิคการบำรุงรักษาที่ใช้คือ การป้องกันการบำรุงรักษา

การชำรุดในในย่าน B เป็นการชำรุดจากการใช้งาน เทคนิคที่ใช้คือการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การชำรุดในย่าน C เป็นการชำรุดเนื่องจากบริภัณฑ์หมดอายุหรือเป็นการชำรุดตามสภาพ เทคนิคที่ใช้คือการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง

การทราบอัตราชำรุดตามช่วงระยะเวลาการใช้งานดังกล่าว ก็จะทำให้ทราบว่าจุดที่อุปกรณ์เริ่มเสื่อมคุณภาพซึ่งจะได้นำมาใช้เตรียมการซ่อมบำรุงรักษาต่อไป ซึ่งการพยากรณ์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่เพียงพอและผู้ที่ทำการพยากรณ์ทราบถึงวิธีการพยากรณ์ด้วย

2.3.9 การหาอายุการใช้งานของบริภัณฑ์

ถ้าเราสามารถทราบอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ ก็จะสามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับค่าใช้จ่าย แต่เนื่องจากอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่าง ๆ การหาอายุการใช้งานจึงเป็นการประมาณการเพื่อหาอายุเฉลี่ย หรืออัตราการชำรุด ดังนี้

$$\text{อัตราการชำรุด } (\lambda) = \frac{\text{จำนวนครั้งการชำรุดในช่วงเวลาใดๆ}}{\text{เวลาการใช้งานเครื่องจักรในช่วงนั้น}} \quad (2.1)$$

อายุเฉลี่ย (meantime between failure หรือ MTBF) ของบริภัณฑ์ไฟฟ้าคือส่วนกลับของอัตราการชำรุดได้ดังนี้

$$\text{Meantime between failure (MTBF)} = 1 / \lambda \quad (2.2)$$

ตัวอย่าง ในการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรชนิดหนึ่งในช่วงเวลา 10,000 ชั่วโมง พบว่าขดลวดของมอเตอร์มีการชำรุด 10 ครั้ง จะหาอัตราการชำรุดได้ ดังนี้

$$\text{อัตราการชำรุด} = 10/10,000 = 0.001 \text{ ครั้งต่อชั่วโมง}$$

$$\text{หรือ MTBF} = 1/0.001 = 1,000 \text{ ชั่วโมงต่อครั้ง}$$

จากตัวอย่างจะเห็นว่าอายุการใช้งานของขดลวดมีค่าประมาณ 1,000 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้สามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้ อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ยังมีชิ้นส่วนอื่นอีกที่ชำรุด เช่น แบตเตอรี่ จำเป็นต้องหาอายุการใช้งานด้วยเช่นเดียวกัน การหาอายุเฉลี่ยจะประสบความสำเร็จได้จึงต้องมีการบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงที่ถูกต้องและยาวนาน ระยะเวลาและจำนวนตัวอย่างยิ่งมากข้อมูลที่ได้ก็จะมีคามแม่นยำยิ่งขึ้น

2.3.10 แผนการบำรุงรักษา

ในการบำรุงรักษาจะมีวิธีการเข้าไปบำรุงรักษาแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้มีหน้าที่ควบคุมดูแล ดังนี้

1. การบำรุงรักษาตามปกติ (routine maintenance) หมายถึง การทำการบำรุงรักษาหรือตรวจสอบอุปกรณ์ประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน หรือ ประจำปี ซึ่งตามลักษณะงานนั้นผู้ปฏิบัติงานในฝ่ายซ่อมบำรุงจะเป็นผู้ทำเอง เป็นงานที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากเกินไป ตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติเช่น สี เสียง ความร้อน การหล่อลื่นอุปกรณ์ การปรับแต่งตามความจำเป็น การแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น เปลี่ยนฟิวส์ เปลี่ยนหลอดไฟ เป็นต้น

2. การบำรุงรักษาหรือตรวจสอบตามแผนที่กำหนด (Periodic Schedule Repair) หมายถึงการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมตามกำหนดเวลาที่วางไว้ อันเนื่องมาจากสภาพอายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือตามกำหนดวันว่างของอุปกรณ์เช่น การบำรุงรักษาหม้อแปลง และการบำรุงรักษาแผงสวิตช์ เป็นต้นการบำรุงรักษาแบบนี้จำเป็นต้องทำการตรวจวัดเพื่อประมาณอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ หรือตามข้อเสนอแนะของผู้ผลิตบริภัณฑ์นั้น

2.3.11 การเตรียมการก่อนการบำรุงรักษา (การเตรียมข้อมูล)

การบำรุงรักษาที่ดีจำเป็นต้องมีระบบฐานข้อมูลที่พร้อมและเพียงพอ การที่จะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกคนที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่สำคัญมีดังนี้

1. วิธีตรวจสอบและทดสอบบริภัณฑ์ทั้งหมดเนื่องจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่ละรายการจะมีวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษาต่างกัน บางรายการอาจมีความซับซ้อนและยุ่งยาก สถานประกอบการจึงควรจัดทำวิธีการในการตรวจสอบและบำรุงรักษาเก็บไว้ด้วยเพื่อใช้อ้างอิงในเวลาที่ต้องการและเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้อ้างอิงและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

2. สำเนารายงานการตรวจสอบครั้งก่อน เนื่องจากการตรวจสอบต้องมีการจดบันทึกค่าต่าง ๆ มาใช้วิเคราะห์หาความต้องการในการบำรุงรักษา และในการวิเคราะห์ผลบางอย่างจำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลังมาประกอบด้วย การเก็บประวัติรายงานการตรวจสอบจึงจำเป็น การเก็บควรจัดระบบการเก็บเอกสารให้สามารถค้นหาได้สะดวกด้วย

3. Single Line & Schematic Diagram คือ แบบไฟฟ้าทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง แบบไฟฟ้าจะต้องเป็นแบบที่ทันสมัย ตรงตามความเป็นจริง หลายสถานประกอบการอาจไม่มีเก็บไว้หรือที่มีก็ไม่ได้แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องตามความเป็นจริง จำเป็นต้องจัดทำขึ้นใหม่

4. บันทึก Name Plate ที่สมบูรณ์ทั้งหมด ข้อมูลนี้มีความสำคัญและจำเป็นเนื่องจากพบว่าหลายครั้งที่เมื่อต้องการเปลี่ยนบริภัณฑ์บางรายการแต่หารายละเอียดไม่ได้เพราะ Name Plate เดิมหลุดหาย

5. แค็ตตาล็อกของผู้ขาย เมื่อติดตั้งบริภัณฑ์เสร็จแล้วควรเก็บแค็ตตาล็อกไว้ด้วยเนื่องจากมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

6. แบบการทำรายงาน เป็นรายงานสรุปผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่หลายสถานประกอบการใช้ในการนำเสนอให้ผู้บังคับบัญชาทราบว่าได้ดำเนินการอะไรไปบ้าง ข้อมูลนี้จะ เป็นประโยชน์ในการนำมาประกอบการวิเคราะห์ และวางแผนการบำรุงรักษาครั้งต่อไป

7. คู่มือการบำรุงรักษา บริภัณฑ์หลายรายการจะมีคู่มือการบำรุงรักษาให้มาด้วย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก กรณีไม่มีอาจต้องจัดทำขึ้นเองโดยอาศัยประสบการณ์จากบุคลากรในหน่วยงาน

8. ทะเบียนประวัติบริษัทไฟฟ้า การทำทะเบียนประวัติบริษัทไฟฟ้าก็เหมือนกับประวัติผู้ป่วยของโรงพยาบาล จะทราบว่าได้เคยทำการบำรุงรักษาอะไรไปบ้าง เปลี่ยนชิ้นส่วนใดไปแล้วบ้าง

ประวัติอุปกรณ์ต่างๆ		
ชื่อ/ชนิด	หมายเลข.....	สถานที่ตั้ง.....วันที่ติดตั้ง
ข้อมูลบน Name plate		
บำรุงรักษาทุก.....เดือน	จำนวนคน-ชั่วโมงที่ใช้M.H	
เครื่องมือที่ใช้	อะไหล่ที่ใช้	
1.....	1.....	
2.....	2.....	
ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย		
.....		
แรงดันไฟฟ้า (ค่าที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่า 30 kV)		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....		
.....		
.....		
ประวัติการบำรุงรักษา		
วัน เดือน ปี	รายการบำรุงรักษา	ผู้บำรุงรักษา

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการดประวัติการบำรุงรักษาบริษัทไฟฟ้า

2.3.12 ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ในแผนการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลาที่กำหนด ถึงแม้ว่าบริษัทหรืออุปกรณ์จะยังสามารถใช้งานได้ก็ตาม เป็นการป้องกันบริษัทชำรุดระหว่างการใช้งานที่อาจเกิดผลกระทบสูง และอีกส่วนหนึ่งคือการตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษาเป็นการดำเนินการตรวจสอบและตรวจวัดก่อน เมื่อพบข้อบกพร่องก็ค่อยทำการบำรุงรักษา โดยอาจดำเนินการบำรุงรักษาในเวลานั้นเลยหรือภายหลังก็ได้ตามความจำเป็น ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาจะแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. **สำรวจและจัดทำรายชื่อทรัพย์สินไฟฟ้าทั้งหมด**เป็นการจัดทำประวัติเพื่อให้ทราบว่ามีทรัพย์สินไฟฟ้าอะไรบ้างที่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

2. **แบ่งกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญของทรัพย์สิน** นำรายการทรัพย์สินไฟฟ้าทั้งหมดที่มีมาเรียงลำดับความสำคัญ โดยเรียงลำดับจากทรัพย์สินที่มีผลกระทบสูงต่อผลผลิต ความปลอดภัย และการจัดหาอะไหล่ สาเหตุที่ต้องเรียงลำดับความสำคัญนั้นเนื่องจากทรัพยากรในการตรวจสอบและบำรุงรักษามีจำกัดรวมทั้งจะต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย โดยพิจารณาองค์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้

ก. ถ้ามีอุปกรณ์สำรอง ความจำเป็นในการทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาอาจลดลง แต่ถ้าเมื่อเกิดbreakdown แล้วค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงก็อาจต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ข. ถ้าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงจนไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ หรือไม่สามารถลดปัญหาการสึกหรอและการชำรุดได้ก็ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ค. ถ้าอุปกรณ์จะล้าสมัยก่อนเวลาชำรุด ก็อาจไม่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

3. **จัดทำรายการที่ต้องตรวจสอบและวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษา** วิธีที่ดีคือจัดทำในลักษณะของChecklists แสดงรายการที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดของแต่ละทรัพย์สิน รวมทั้งวิธีการตรวจสอบโดยย่อ เพื่อผู้ที่ทำการตรวจสอบจะได้ดำเนินการได้โดยไม่หลงลืม ตัวอย่างส่วนหนึ่งของ Checklists การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนน้ำมันเป็นไปตามภาพที่ 2.8

รายการ	การดำเนินการ (วิธีการตรวจสอบ)
อุณหภูมิ	จุดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด
ระดับน้ำมันหม้อแปลง	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกรั่วหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่)
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว และชิ้นส่วนอื่น ๆ
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสันสะท้อนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก
สภาพภายนอกทั่วไป	สังเกตสิ่งสกปรก สนิม ภัยอันตราย การเปลี่ยนแปลงจุดต่าง ๆ สังเกตเสียงและแสงที่เกิดจาก Partial discharge สังเกตกลิ่นที่ผิดปกติ
จุดต่อสาย (บุชชิ่ง)	ตรวจวัดความร้อนจุดต่อสายทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ
น้ำมันหม้อแปลง	วัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงวัดค่าความเป็นกรด และแก๊ส วัดปริมาณ Water content (สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่)
สายดินและหลักดิน	ตรวจจุดต่อสายดินและสภาพสายดิน ว่าหลุดหลวมหรือสีกร่อนหรือไม่ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดินของหลักดิน

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่าง “ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน”

4. จัดทำใบรายการบำรุงรักษาและตารางเวลาการบำรุงรักษา เนื่องจากรายการตรวจสอบและบำรุงรักษาบริเวณที่ไฟฟ้าเช่น หม้อแปลงไฟฟ้าตามที่แสดงข้างบนนั้น บางรายการไม่ได้ทำในคาบเวลาเดียวกันโดยบางการทำทุกวันเช่น การจดค่าอุณหภูมิน้ำมัน แต่บางรายการปีละครั้ง เช่น การวัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง หรือบางรายการจะทำหลังเกิดเหตุ เช่น กับดักฟ้าผ่าจะทำหลังจากเกิดเหตุฝนฟ้าคะนอง หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหลังเกิดการลัดวงจรที่รุนแรง เป็นต้น ดังนั้น จากตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงดังกล่าว จึงสามารถแยกออกเป็นหลายใบตามคาบเวลา เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น

5. เตรียมความรู้ให้พนักงาน ผู้ที่จะทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีความรู้เพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัย ความรู้พื้นฐานที่ต้องทราบเป็นอย่างน้อย มีดังนี้

- ก. โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์
- ข. วิธีเฉพาะสำหรับการทำงาน (ถ้ามี)
- ค. อันตรายจากไฟฟ้าที่อาจเกิดได้จากตัวอุปกรณ์หรือจากการทำงาน
- ง. การระมัดระวังเป็นพิเศษการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือฉนวน และการใช้เครื่องมือทดสอบ

- จ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็นในการแยกแยะส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง
- ฉ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็น ที่จะทราบถึงระดับแรงดันของส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง
- ช. กระบวนการที่จำเป็นในการหาระดับอันตรายและการขยายตัวของอันตราย
- ซ. การวางแผนการทำงานที่จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

6. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือจากใบรายการบำรุงรักษานำมากำหนดแผนการใช้ทรัพยากรได้ดังรายการต่อไปนี้

- ก. แรงงานที่ต้องการใช้
- ข. เครื่องมือที่ต้องใช้
- ค. อะไหล่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคล
- ง. กำหนดเป็นงบประมาณค่าใช้จ่ายได้

7. ทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาโดยใช้ Checklists

8. สรุปผล วิเคราะห์และรายงานรวมทั้งแก้ไขปรับปรุง เมื่อทำการตรวจสอบแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องสามารถวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบได้ ว่ายังสามารถใช้งานต่อได้หรือไม่อย่างไร และบางรายการสามารถประมาณอายุการใช้งานได้ เช่น ฉนวนไฟฟ้า เพื่อจะได้นำมาประกอบการวางแผนการบำรุงรักษาต่อไปและบันทึกรายการอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนไปแล้วด้วย (ตามคาบเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำหรือจากการตรวจพบ)

9. บำรุงรักษาตามความจำเป็น การบำรุงรักษาอาจทำไปพร้อมกันกับการตรวจสอบ หรือภายหลังก็ได้ โดยพิจารณาถึงความจำเป็น ความรุนแรง และทรัพยากรที่มีประกอบด้วย

2.3.13 การจัดการหลังการตรวจสอบ

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบและการตรวจวัดนั้นมีความสำคัญมาก อุปกรณ์บางอย่างอาจจำเป็นต้องตรวจวัดในรายละเอียดเพิ่มเติมอีกเพื่อความชัดเจนและเพิ่มความมั่นใจ รายละเอียดการวิเคราะห์ผลนั้นจะไม่กล่าวในที่นี้ ผู้อ่านจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมต่างหาก

หลังการตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ และนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าจำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ จะต้องวางแผนการซ่อมบำรุงตามความจำเป็นเร่งด่วน โดยจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ความพร้อมของบุคลากรและอะไหล่

2.3.14 บทสรุป

หลักการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามที่กล่าวข้างต้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดระบบการบำรุงรักษาให้ทำได้อย่างเป็นระบบ ที่สำคัญคือผู้ที่ทำหน้าที่จะต้องเป็นผู้ที่ความรู้เรื่องกาตรวจสอบและการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี ให้ความสำคัญกับระบบการจัดเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูล และเฝ้าหาความรู้ตลอดเวลาด้วย เพราะเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.3.15 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าต่อไปนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพของสถานประกอบการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

อาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya เป็นประเภทอาคารชุดที่ประกอบไปด้วย 2 อาคาร คือ อาคาร A มีความสูง 38 ชั้น และ อาคาร B มีความสูง 4 ชั้น แต่เนื่องจากโหลดของเครื่องจักรที่เป็นของส่วนกลางจะอยู่ภายในอาคาร A ผู้ทำการวิจัยจึงใคร่ขออนุญาตใช้ข้อมูลที่มีของอาคาร A เพื่อทำการวิจัยโดยเลือกใช้วิธีปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการทำงานของเครื่องจักรระบบภายในอาคารซึ่งเป็นวิธีที่ทางอาคารชุดนั้น จะสามารถประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายได้โดยไม่ต้องเสียงบประมาณในการเพิ่มเติมระบบเพียงแต่ต้องทำการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของประเภทอาคาร โดยทางผู้ทำการวิจัยได้มีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลของอาคาร

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ทำการวิจัยเลือกเก็บข้อมูลของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุด โดยเลือกอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล ซึ่งโครงการดังกล่าวจะประกอบไปด้วย 2 อาคาร คือ อาคาร A มีความสูง 38 ชั้น และ อาคาร B มีความสูง 4 ชั้น พื้นที่โดยรวมของโครงการจะอยู่ที่ 28,687 ตารางเมตร จำนวนห้องพักทั้งหมด 331 ห้อง โดยผู้ทำการวิจัยเลือกที่จะใช้ข้อมูลของอาคาร A มาทำการวิจัยเท่านั้นเพราะเนื่องจากโหลดที่สำคัญของส่วนกลางจะอยู่ภายในอาคาร A

3.1.1 ศึกษารูปแบบการชำระค่าไฟฟ้า

การชำระค่าไฟฟ้าในรูปแบบของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุด มีรูปแบบการชำระค่าไฟฟ้าอยู่สองส่วนคือ

1) ส่วนห้องพักอาศัย ในส่วนของห้องพักอาศัยจะเป็นส่วนที่ผู้พักอาศัยที่เป็นเจ้าของร่วมเป็นผู้รับผิดชอบในการชำระค่าใช้จ่าย โดยชำระผ่านบิลเรียกเก็บของทางการไฟฟ้าที่ดูแลพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งมีรูปแบบการเรียกเก็บเช่นเดียวกันกับบ้านพักทั่ว ๆ ไป

2) ส่วนพื้นที่ส่วนกลาง ในส่วนของพื้นที่ส่วนกลางจะเป็นส่วนที่ทางนิติบุคคลจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการชำระค่าใช้จ่าย โดยชำระผ่านบิลเรียกเก็บของทางการไฟฟ้าที่ดูแลพื้นที่

นั้น ๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทางนิติบุคคลจะต้องนำเงินรายรับที่ได้มาจากการเรียกเก็บค่าส่วนกลางมาบริหารจัดการเพื่อชำระค่าใช้จ่ายดังกล่าว

3.1.2 ศึกษาพฤติกรรมการพักอาศัย

เนื่องจากขณะทำการวิจัยอยู่ในช่วงปี 2564 ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศประสบปัญหาโรคระบาด (โควิด-19) ผู้พักอาศัยไม่เต็มตามจำนวนห้องและพื้นที่ส่วนกลางมีการปิดไม่อนุญาตให้เข้าใช้อาทิเช่น สระว่ายน้ำ, ฟิตเนส, ห้องโยคะ และห้องเด็กเล่น เป็นต้น จึงทำให้มีการใช้หลอดทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ส่วนกลางน้อยลง

3.1.3 รวมค่าไฟฟ้าในรอบปี

จากการศึกษารูปแบบการชำระค่าไฟฟ้าและการศึกษาพฤติกรรมการพักอาศัย ทางผู้ทำการวิจัยได้ทำการสรุปยอดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าไฟฟ้าออกมาเป็นแต่ละเดือนและได้ทำการรวมยอดค่าไฟฟ้าแต่ละเดือนนั้นสรุปออกมาในรูปแบบของรายปีดังที่แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรายจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน

Month	Electricity Bath
January	124,630.80
February	104,450.17
March	122,685.26
April	125,780.46
May	137,077.81
June	139,860.27
July	129,058.18
August	135,661.60
Septembrrt	122,953.36
October	131,735.20
November	132,557.45
December	120,963.07
Total	1,527,413.63

3.2 เก็บรวบรวมประวัติอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรที่ใช้ในงานระบบ

ในอาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุดจะมีการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างจากอาคารประเภทอื่นๆ เพราะอาคารชุดคืออาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินกลาง ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการรวบรวมข้อมูลเฉพาะอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในส่วนกลางเท่านั้น ซึ่งในส่วนของข้อมูลก็จะประกอบไปด้วย จำนวนของอุปกรณ์, ขนาดกำลังไฟฟ้า, เวลาการทำงาน เป็นต้น ซึ่งจะสามารถ



แสดงได้ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

3.2.1 จำนวนอุปกรณ์

จำนวนอุปกรณ์เป็นข้อมูลพื้นฐานของอาคาร กระทำขึ้นเพื่อให้ทราบถึงจำนวนของโหลดเครื่องจักรว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการคำนวณหรือใช้ในการทำประวัติเครื่องจักร

3.2.2 ขนาดกำลังไฟฟ้า

ขนาดกำลังไฟฟ้าเป็นข้อมูลบ่งชี้ให้ทราบว่าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์มีกำลังการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่เท่าไร หากจะมีการปรับเปลี่ยนหรือทดแทนควรจะหากำลังไฟฟ้าเท่าไรมาทดแทนกัน

3.2.3 เวลาการทำงาน

เวลาการทำงานเป็นข้อมูลที่ควรรู้และควรเก็บไว้เป็นข้อมูลประจำหน่วยงานหรืออาคาร เพราะการคำนวณค่าไฟฟ้ามีเรื่องเวลาการใช้งานเป็นปัจจัย

3.3 ศึกษารูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าของประเภทมิเตอร์อาคาร

อาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya เป็นอาคารที่มีรูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ซึ่งพื้นที่การขอใช้ไฟฟ้าอยู่ในส่วนดูแลของการไฟฟ้าส่วน

ภูมิภาค โดยรูปแบบกิจการขนาดกลางนั้นจะมีไว้สำหรับการขอใช้ไฟฟ้าไว้เพื่อประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม ส่วนราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ แต่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

โดยอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya มีอัตราการใช้ไฟฟ้าแบบ 3.2 คืออัตราตามช่วงเวลาของการใช้ Time of Use Rate : TOU โดยแตกย่อยเป็นแบบ 3.2.2 คือมีความต้องการใช้แรงดันอยู่ที่ 22 – 33 กิโลโวลท์ ซึ่งรูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าแบบตามช่วงเวลาของการใช้ Time of Use Rate (ในที่นี้ขอเรียกว่าแบบ TOU) จะมีข้อกำหนดของช่วงเวลาดังนี้

1. *Peak : เวลา 09:00 น. – 22:00 น. วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล
2. *Off Peak : เวลา 22:00 น. – 09:00 น. วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล
: เวลา 00:00 น. – 24:00 น. วันเสาร์ – อาทิตย์, วันแรงงาน
แห่งชาติ และวันพืชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์ – อาทิตย์ และ
วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

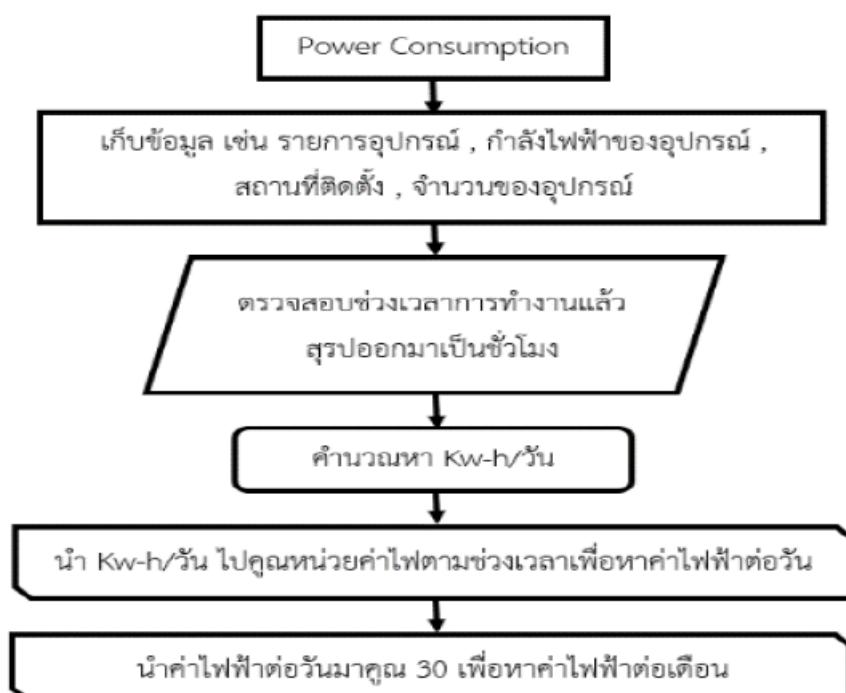
โดย ณ ขณะนั้นอัตราเรียกเก็บตามช่วงเวลา Peak จะอยู่ที่ 4.1839 บาท/หน่วย และมีอัตราเรียกเก็บตามช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 2.6037 บาท/หน่วย

3.4 ศึกษาผลกระทบของอุปกรณ์หากมีการปรับ เปลี่ยนช่วงเวลา

ผลกระทบต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้โดยมีสาเหตุมาจากปัญหาเรื่องเวลาของการทำงาน เนื่องจากเวลาขออนุญาตก่อสร้างอาคารใดๆ ก็ตาม ผู้ออกแบบงานระบบจะทำการคำนวณคุณลักษณะของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในระบบนั้นๆ ตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ยกตัวอย่างเช่น ในระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบนี้จะมีอุปกรณ์ประเภทปั๊มเป็นจำนวนมากซึ่งปั๊มที่อยู่ในระบบก็จะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียถ้าหากมีการปรับเปลี่ยนช่วงการทำงานโดยไม่มีการออกแบบหรือคำนวณการใช้งานก็จะส่งผลกับการบำบัดน้ำเสีย อาจจะทำให้ค่าน้ำเสียที่ต้องมีการระบายออกสู่ภายนอกได้ค่าไม่ตามมาตรฐาน หรืออาจก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นภายในตัวอาคารเพราะระบบทำงานได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นหากจะมีการประกาศมาตรการใดๆ หรือปรับเปลี่ยนการใช้งานเครื่องจักรประเภทไหนผู้ควบคุมงานควรศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดทุกครั้ง

3.5 จัดทำเอกสารเก็บข้อมูลสถิติ

การจัดทำเอกสารในระบบอาคารสูงหรืออาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุด ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้บริหารอาคารจะต้องทำการเก็บสถิติการใช้พลังงานของอาคารในแต่ละเดือนเพื่อนำข้อมูลนั้นๆ มาคำนวณเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย โดยเอกสารเหล่านั้นเราจะเรียกว่า Power Consumption โดยรายละเอียดในเอกสารจะประกอบไปด้วยข้อมูลดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

สูตรการคำนวณค่าไฟฟ้า

$$\text{kWh}(\text{Day}) = (\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{จำนวน} \times \text{ชั่วโมง}) / 1000$$

$$\text{Baht}(\text{Day}) = \text{kWh}(\text{Day}) \times \text{ค่าไฟต่อหน่วยตามช่วงเวลา}$$

$$\text{Baht}/\text{Month} = \text{Baht} / \text{Day} \times 30$$

3.6 กำหนดมาตรการ ๑ ประหยัดพลังงานแจ้งให้ผู้พักอาศัยในอาคารทราบ

หลังจากที่ได้ดำเนินการต่าง ๆ ตามวิธีข้างต้นผู้ทำการวิจัยจึงได้วางแผนมาตรการในการดำเนินการทดลองโดยสามารถจำแนกมาตรการต่าง ๆ ออกมาได้ 3 มาตรการ ดังนี้

3.6.1 มาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางและเปิดช่องแสง(กระจก)เพื่อทดแทนแสงสว่างเดิมในเวลากลางวัน

มาตรการนี้เป็นมาตรการปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างทางเดินส่วนกลางในเวลากลางวันและเปิดช่องแสงตามหน้าต่างและบานกระจกเพื่อให้แสงจากธรรมชาติเข้ามาเพิ่มความสว่างให้กับตัวอาคาร โดยที่ผู้ดูแลอาคารไม่จำเป็นต้องเปิดโหลดที่เกี่ยวกับแสงสว่างส่วนกลาง

3.6.2 มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนกลาง

ปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนของ Office นิติบุคคลและ Office Sale ก่อนพักเที่ยง 30 นาที หลังพักเที่ยง 30 นาที และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง(16:00น.)และประกาศปิดเครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่วงช่วงเวลา 12:00–13:00น.,17:00–18:00น.ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา On Peak และปิดอีกครั้งในช่วงเวลา 03:00–06:00น.ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา Off Peak

3.6.3 ปรับเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Pump) ในงานระบบสุขาภิบาล

ปรับเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Pump) ในงานระบบสุขาภิบาล ซึ่งปั๊มที่นำมาทำการทดลองนั้นจะเป็นส่วนของ Transfer pump

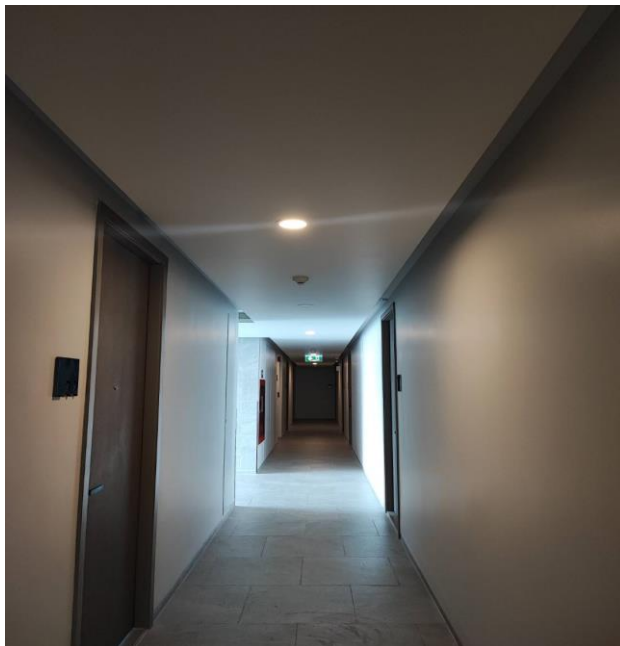
บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้พลังงานภายในอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya วิเคราะห์และออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อมาออกแบบมาตรการในการปรับลดช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม แล้วนำผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนช่วงเวลามาทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร พร้อมทั้งนำค่ามาคำนวณหาผลการประหยัดค่าใช้จ่ายจากมาตรการต่าง ๆ

4.1 แสงสว่างทางเดิน

แสงสว่างทางเดิน เดิมจากข้อมูลในเอกสาร Power Consumption จะสามารถแบ่งค่าใช้จ่ายในส่วนแสงสว่างออกได้เป็น 2 ช่วง โดยในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 14,921 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,570 kWh/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 9,770 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,750 kWh/เดือน ดังภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 แสงสว่างทางเดิน



ภาพที่ 4.2 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการประกาศมาตรการปิดไฟแสงสว่างพื้นที่ส่วนกลางในเวลากลางวัน ทางผู้ทำการวิจัยได้ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาเปิด-ปิดไฟแสงสว่างในบางส่วนของพื้นที่ส่วนกลางในช่วงเวลา On Peak โดยเลือกหลอดไฟที่มีขนาด 9 วัตต์ จำนวน 298 หลอด และยกเลิกการเปิดหลอดไฟที่มีขนาด 36 วัตต์ จำนวน 19 หลอด โดยจากเดิมหลอดไฟขนาด 9 วัตต์ จะเปิดใช้ช่วงเวลากลางวันอยู่ที่ 13 ชั่วโมงต่อวัน ทำการปรับเปลี่ยนลดลงอยู่ที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน และเดิมหลอดไฟขนาด 36 วัตต์ จะเปิดใช้ช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 13 ชั่วโมงต่อวัน สามารถนำสูตรคำนวณค่าไฟฟ้ามาคิดได้ดังนี้

ช่วงเวลา On Peak

$$\begin{aligned} \text{kWh/Day} &= (9 \times 298 \times 6)/1000 \\ &= 16.092 \end{aligned}$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Baht/Day} &= 16.092 \times 4.1839 \\ &= 67.327 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Baht/Month} &= 67.327 \times 30 \\ &= 2,019.81 \text{ บาท} \end{aligned}$$

และในส่วน of ค่าไฟฟ้าหลอดไฟขนาด 36 วัตต์ ต่อเดือนเดิมมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 994.09 บาท เมื่อทำการยกเลิกเปิดใช้เท่ากับว่าค่าใช้จ่ายจะเท่ากับ 0 บาท ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลา On Peak ลงไปเหลือ 11,907 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,730 kWh/เดือน และในส่วน of ช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 9,770 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,750 kWh/เดือน และ เมื่อนำมารวมกันจะมียอดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 21,677 บาท/เดือน ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังทำการทดลอง

4.2 เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ส่วนกลาง

การใช้พลังงานในส่วน of เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร จากข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวม มานั้นจะพบว่าเครื่องปรับอากาศภายในอาคารจะเป็นเครื่องปรับอากาศแบบ Split Type ซึ่ง สามารถแบ่งจำแนกขนาด BTU ออกมาได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางรายการเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

สถานที่	รายการ	จำนวน	พิกัดไฟฟ้า (Wat)
ห้องนิติ A	Air-Condition 24,000 BTU	1	2,100
ห้อง Fitness A	Air-Condition 42,000 BTU	2	4,500
ห้องช่าง A	Air-Condition 30,000 BTU	1	3,100
ห้องประชุม A	Air-Condition 18,000 BTU	2	1,500
ห้องโยคะ A	Air-Condition 29,000 BTU	1	2,400
ห้องเด็ก A	Air-Condition 18,000 BTU	1	1,500
ห้องเกมส์ A	Air-Condition 42,000 BTU	2	4,500
ห้องสมุด A	Air-Condition 13,000 BTU	1	1,050
	Air-Condition 48,000 BTU	1	5,500
ห้องสควอช A	Air-Condition 48,000 BTU	2	4,400
โถงลิฟต์	Air-Condition 18,000 BTU	2	1,760
ลิอบบี้ A	Air-Condition 42,000 BTU	4	4,500
สกายเลาจน์ A	Air-Condition 18,000 BTU	3	1,500
	Air-Condition 12,000 BTU	1	1,050
ห้องเซลล์ B	Air-Condition 24,000 BTU	1	2,100



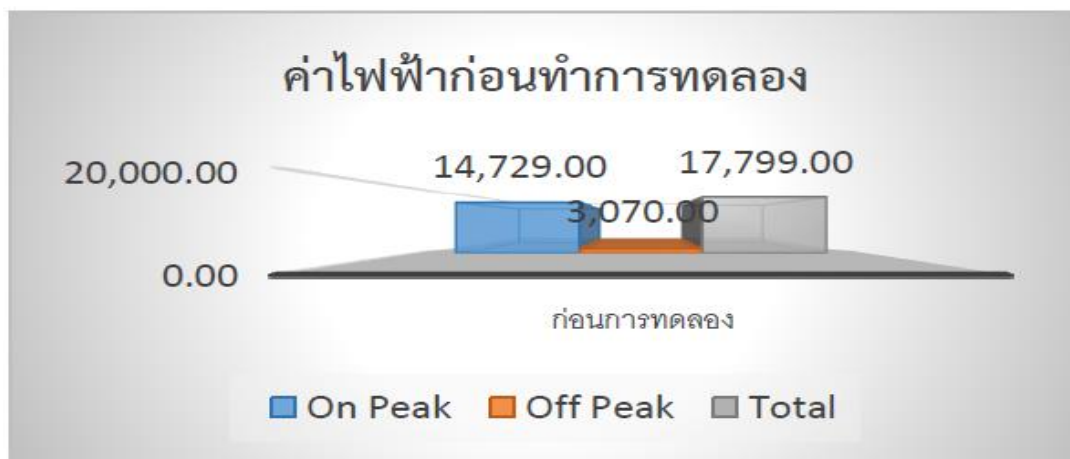
ภาพที่ 4.4 เครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่าง



ภาพที่ 4.5 เครื่องปรับอากาศห้องทำงานนิติบุคคลฯ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนกลางที่มีเครื่องปรับอากาศนั้นจะประกอบไปด้วยหลายส่วนยกตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติงานนิติบุคคลอาคารชุด , ห้องทำงานช่าง, ห้องประชุม, ห้องทำงานฝ่ายขาย(เซลล์) เป็นต้น ซึ่งในแต่ละห้องนั้นก็อาจจะมีปริมาณเครื่องปรับอากาศที่มากกว่า 1 เครื่องโดยส่วนมากเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในพื้นที่ส่วนกลางจะถูกเปิดใช้บ่อยในช่วงเวลาการคิดค่าไฟฟ้าแบบ On Peak ซึ่งคือช่วงเวลา 09:00 – 22:00 น. และจะมีพื้นที่ส่วนกลางสองห้องที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา Off Peak คือ ห้องปฏิบัติงานนิติบุคคลอาคารชุดและห้องทำงานช่าง โดยค่าไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศนั้นจะสามารถแบ่งค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องปรับอากาศออกได้เป็น 2 ช่วง โดยในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 14,729 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,510

kWh/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 3,070 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 1,170 kWh/เดือน ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการประกาศมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนของสำนักงานนิติบุคคล และฝ่ายขาย ก่อนพักเที่ยง 30 นาที หลังพักเที่ยง 30 นาที และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง (16:00 น., 18:00 น.) และประกาศปิดเครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่วงช่วงเวลา On peak 2 ชั่วโมงคือ (12:00–13:00 น., 17:00–18:00 น.) และช่วงเวลา Off Peak (03:00-06:00 น.) ผู้ทำการวิจัยได้ทำการปรับเวลาการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศในส่วนห้องทำงานนิติบุคคลและห้องฝ่ายขายเซลล์จากเดิมเคยเปิดใช้งาน 10 ชั่วโมงต่อวัน ปรับลดเหลือเพียง 8 ชั่วโมงต่อวัน และในส่วนห้องทำงานช่วงเดิมเคยเปิดตลอด 24 ชั่วโมง ปรับให้ปิดช่วงเวลา On Peak ลง 2 ชั่วโมง และช่วงเวลา Off Peak ลง 3 ชั่วโมง โดยสามารถคำนวณตามสูตรได้ดังนี้

ช่วงเวลา On Peak

$$\text{Total kWh (Air Office)} = 2,100 + 1,050 + 2,100$$

$$\text{kWh/Day} = (5,250 \times 1 \times 8) / 1000$$

$$= 42$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\text{Baht/Day} = 42 \times 4.1839 = 175.72 \text{ บาท}$$

$$\text{Baht/Month} = 175.72 \times 30$$

$$= 5,271.6 \text{ บาท}$$

$$\text{kWh/Day (Air Technician)} = (3,100 \times 1 \times 10) / 1000$$

$$= 31$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\text{Baht/Day} = 31 \times 4.1839$$

$$= 129.7 \text{ บาท}$$

$$\text{Baht/Month} = 129.7 \times 30$$

$$= 3,891 \text{ บาท}$$

ช่วงเวลา Off Peak

$$\text{kWh/Day (Air Technician)} = (3,100 \times 1 \times 9) / 1000$$

$$= 27.9$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\text{Baht/Day} = 27.9 \times 2.6037$$

$$= 72.6 \text{ บาท}$$

$$\text{Baht/Month} = 72.6 \times 30$$

$$= 2,178 \text{ บาท}$$

สามารถลดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลา On Peak ลงไปเหลือ 12,633 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,030 kWh/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 2,343 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 900 kWh/เดือน และเมื่อนำมารวมกันจะมียอดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 14,976 บาท/เดือน ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังทำการทดลอง

4.3 เครื่องจักรงานระบบ (Pump)

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องจักรงานระบบ ในปัจจุบันภายในอาคารได้มีการติดตั้งเครื่องจักรงานระบบเอาไว้จำนวนมาก แต่ในส่วนที่ทางผู้ทำการวิจัยจะนำมาปรับเวลาการทำงานนั้นจะเป็นในส่วนของผู้กรณ์ประเภทปั้มน้ำดี โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะมีรายละเอียดและจำนวนดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางรายการปั้มและมอเตอร์ภายในอาคาร

สถานที่	รายการ	จำนวน	พิกัดไฟฟ้า (Wat)
อาคาร A	Air-Condition 24,000 BTU	2	2,200
อาคาร A	Air-Condition 42,000 BTU	1	750
อาคาร A	Air-Condition 30,000 BTU	1	3,700
อาคาร B	Air-Condition 18,000 BTU	1	750
อาคาร B	Air-Condition 29,000 BTU	1	375
อาคาร B	Air-Condition 18,000 BTU	1	7,500
อาคาร A	Air-Condition 42,000 BTU	1	45,000
อาคาร A	Air-Condition 48,000 BTU	3	16,200
อาคาร A	Air-Condition 18,000 BTU	1	20,100
อาคาร B	Air-Condition 42,000 BTU	1	10,050

ผู้ทำการวิจัยได้เก็บสถิติช่วงเวลาการใช้น้ำที่สำคัญและแบ่งช่วงเวลาการเปิดเติมน้ำเข้า Roof Tank ออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ช่วงเวลา 07:00 น. – 08:30 น. ใช้เวลา 1 ชั่วโมงโดยประมาณ (Off Peak)

ช่วงเวลา 16:30 น. – 18:00 น. ใช้เวลา 1 ชั่วโมงครึ่งโดยประมาณ (On Peak)

ช่วงเวลา 02:00 น. – 03:30 น. ใช้เวลา 1 ชั่วโมงโดยประมาณ (Off Peak)

ซึ่งเดิมช่วงเวลา On Peak อุปกรณ์ Transfer pump มีสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 4,050 kWh/เดือน มียอดค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 16,944.80 บาท/เดือน และในส่วนในช่วงเวลา Off Peak มีสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 4,050 kWh/เดือน มียอดค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 10,544.99 บาท/เดือน ดังภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.8 Transfer pump



ภาพที่ 4.9 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการประกาศมาตรการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของอุปกรณ์ Transfer pump เป็นแบบ เปิด-ปิดตามช่วงเวลา ผู้ทำการวิจัยได้ทำการปรับเวลาการเปิดใช้งาน Transfer pump ช่วงเวลา On Peak เป็น 1.5 ชั่วโมง/วันและช่วงเวลา Off Peak เป็น 2 ชั่วโมง/วัน โดยสามารถคำนวณตามสูตรได้ดังนี้

ช่วงเวลา On Peak

$$\begin{aligned}\text{kWh/Day} &= (45,000 \times 1 \times 1.5)/1000 \\ &= 67.5\end{aligned}$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Baht/Day} &= 67.5 \times 4.1839 \\ &= 282.41 \text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Baht/Month} &= 282.41 \times 30 \\ &= 8,472.3 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ช่วงเวลา Off Peak

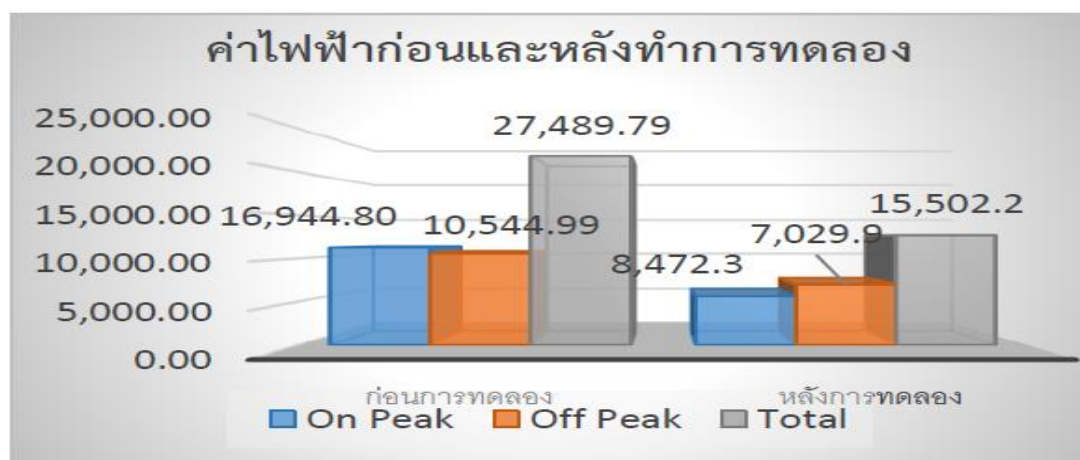
$$\begin{aligned}\text{kWh/Day} &= (45,000 \times 1 \times 2) / 1000 \\ &= 90\end{aligned}$$

และเมื่อนำค่า kWh/Day มาคำนวณค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Baht/Day} &= 90 \times 2.6037 \\ &= 234.33 \text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Baht/Month} &= 234.33 \times 30 \\ &= 7,029.9 \text{ บาท}\end{aligned}$$

สามารถลดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลา On Peak ลงไปเหลือ 8,472.3 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,025 kWh/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 7,029.9 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,700 kWh/เดือน และเมื่อนำมารวมกันจะมียอดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 15,502.2 บาท/เดือน ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนและหลังทำการทดลอง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดลองพบว่า การปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของอุปกรณ์ในระบบที่อยู่ในอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya สามารถลดพลังงานความสิ้นเปลืองด้านพลังงานไฟฟ้า และสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้จริง โดยที่การทดลองดังกล่าวไม่ได้มีต้นทุนในการจัดทำ ใดๆ ให้ผลลัพธ์ที่ได้เป็นที่น่าพอใจจึงสามารถสรุปงานวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่าอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya จะมีค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าใช้จ่ายหลักคือค่าไฟฟ้า โดยการทดลองดังกล่าวได้ทำการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการทำงานของโหลดหลัก ๆ ของอาคารอยู่ 3 กลุ่ม ประกอบไปด้วย กลุ่มไฟฟ้าแสงสว่าง กลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง กลุ่มปั้มน้ำดี โดยการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของโหลดดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับค่าไฟฟ้าออกได้ดังนี้

5.1.1 กลุ่มไฟฟ้าแสงสว่าง

กลุ่มไฟฟ้าแสงสว่างเดิมเคยมียอดค่าไฟฟ้าต่อเดือนอยู่ที่ประมาณ 24,691 บาท เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นผลลัพธ์ที่ได้คือมียอดค่าใช้จ่ายในกลุ่มไฟฟ้าแสงสว่างลดลงอยู่ที่ 21,677 บาท ลดลงไป 3,014 บาท

5.1.2 กลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง

กลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลางเดิมเคยมียอดค่าไฟฟ้าต่อเดือนอยู่ที่ประมาณ 17,799 บาท เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นผลลัพธ์ที่ได้คือมียอดค่าใช้จ่ายในกลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลางลดลงอยู่ที่ 14,976 บาท ลดลงไป 2,823 บาท

5.1.3 กลุ่มปั้มน้ำดี

กลุ่มปั้มน้ำดีเดิมเคยมียอดค่าไฟฟ้าต่อเดือนอยู่ที่ประมาณ 27,489.79 บาท เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นผลลัพธ์ที่ได้คือมียอดค่าใช้จ่ายในกลุ่มปั้มน้ำดีลดลงอยู่ที่ 15,502.2 บาท ลดลงไป 11,987.59 บาท

5.2 อภิปรายผล

เมื่อทราบถึงยอดค่าใช้จ่ายที่ปรับลดลงผู้ทำการวิจัยได้ทำการนำยอดส่วนต่างที่เกิดขึ้นมาทำการคำนวณยอดค่าใช้จ่ายประมาณการแบบรายปีว่าถ้าหากอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya ที่มีรูปแบบเป็นประเภทอาคารชุดสามารถรักษามาตรการควบคุมการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของหลอดทางไฟฟ้าเอาไว้ได้จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าแบบรายปีอยู่ที่ประมาณ 213,895.08 บาท/ปี ซึ่งถ้าหากนำไปหักลบกับยอด Total ในตารางที่ 1 (ตารางแสดงรายจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน) จะเท่ากับว่าทางอาคารจะมียอดค่าใช้จ่ายในส่วนค่าไฟฟ้าแบบรายปีลดลงอยู่ที่ประมาณ 1,313,518.55 บาท/ปี โดยในแต่ละกลุ่มสามารถจำแนกยอดผลรวมค่าใช้จ่ายรายปีออกมาได้ดังนี้

5.2.1 กลุ่มไฟฟ้าแสงสว่าง

กลุ่มไฟฟ้าแสงสว่างหากนำยอดส่วนต่าง 3,014 บาท/เดือน มาทำการคูณจำนวนเดือนให้ครบ 12 เดือน จะมียอดส่วนลดรายปีอยู่ที่ประมาณ 36,168 บาท/ปี

5.2.2 กลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง

กลุ่มเครื่องปรับอากาศส่วนกลางหากนำยอดส่วนต่าง 2,823บาท/เดือน มาทำการคูณจำนวนเดือนให้ครบ 12 เดือน จะมียอดส่วนลดรายปีอยู่ที่ประมาณ 33,876 บาท/ปี

5.1.3 กลุ่มปั้มน้ำดี

กลุ่มปั้มน้ำดีหากนำยอดส่วนต่าง 11,987.59 บาท/เดือน มาทำการคูณจำนวนเดือนให้ครบ 12 เดือน จะมียอดส่วนลดรายปีอยู่ที่ประมาณ 143,851.08 บาท/ปี

5.3 ข้อเสนอแนะ

และจากการทำวิจัยผู้ทำการวิจัยได้สามารถทำการทดลองเพื่อให้ทราบผลลัพธ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ สามารถปรับลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่เกิดขึ้นภายในอาคารได้โดยไม่ต้องลงทุนใด ๆ เพิ่มเติม แต่ทว่า ณ ปัจจุบันวิวัฒนาการของโลกได้พัฒนาไปอย่างกว้างไกลทำให้มีเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเกิดขึ้นมากมาย หากผู้ที่ศึกษาวิจัยฉบับนี้อาจนำข้อมูลในเนื้อหาไปพัฒนาปรับใช้กับอาคารประเภทอื่นหรือกับอาคารอื่น ผู้ทำการวิจัยขอเสนอแนะว่าหากอาคารเหล่านั้นมีงบประมาณที่เพียงพอก็ควรเพิ่มเติมมาตรการอื่น ๆ เช่น การลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์แสงสว่างประเภทหลอดไฟให้เป็นประเภท LED เพื่อทดแทนหลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูงแต่ให้ความสว่างเท่ากัน และหากเพิ่มเติมใน Function การทำงานผู้ศึกษาอาจจะนำอุปกรณ์ Motion Sensor มาทำการติดตั้งในพื้นที่ ๆ ไม่ได้ต้องการให้มีแสงสว่างตลอดเวลาเพียงแต่ต้องการให้มีแสงสว่างต่อเมื่อมีคน

เดินผ่านเท่านั้น ในส่วนของเครื่องปรับอากาศตามทฤษฎีการบำรุงรักษาหากอาคารใดมีงบประมาณที่เพียงพอก็ควรเพิ่มรอบการดูแลล้างเครื่องปรับอากาศเพื่อเป็นการบำรุงรักษาและเป็นยืดอายุการใช้งานตลอดจนคุณภาพไม่ทำให้อุปกรณ์เครื่องปรับอากาศทำงานหนักจนเป็นเหตุให้ค่าไฟสูง และกลุ่มเครื่องจักรภายในอาคารก็ควรมั่นดูแลบำรุงรักษาตามรอบจัดแผน Preventive Maintenance เพื่อตรวจสอบคุณภาพอุปกรณ์อยู่เสมอ

ในปัจจุบันการลงทุนเพื่อติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ยังเป็นอีกหนึ่งทางเลือกเพื่อให้เจ้าของอาคารหรือผู้ดูแลอาคารนำไปเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและเพื่อลดภาระการจ่ายเงินให้กับค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น แต่หากว่าการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์นั้นเป็นแนวทางที่ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนสูงบวกกับระยะการคืนทุนก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่างจึงทำให้เจ้าของอาคารและผู้ดูแลอาคารควรคำนึงผลลัพธ์และระยะคืนทุนให้ดีเสียก่อนที่จะติดตั้งระบบเข้าไปในตัวอาคาร

และอีกหนึ่งวิธีที่ผู้ทำการวิจัยอยากเสนอแนะผู้ศึกษาวิจัยฉบับนี้คือ หากอาคารใดมีผู้ดูแลและงบประมาณในการจัดทำควรรหา System เข้ามาช่วยในการดูแลระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร ยกตัวอย่างเช่น Smart Building System เป็นระบบอัจฉริยะที่ใช้ในการดูแลและควบคุมระบบต่าง ๆ ภายในอาคารสามารถควบคุมการเปิด – ปิด หรือ Monitor ขณะที่ระบบนั้นทำงานได้ อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลในส่วนต่าง ๆ แสดงผลเป็น Data และนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงหรือพัฒนาอาคารดังกล่าวให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และ อนุรักษ์พลังงาน, “คู่มือฝึกอบรมโครงการพัฒนาผู้ตรวจสอบการจัดการพลังงาน,” กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านพลังงาน
- [2] กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และ อนุรักษ์พลังงาน, “คู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม,” กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552.
- [3] อรรถพงษ์ โกชน์เกาะ และ ชีวินทร์ ลิ้มศิริ, “กลยุทธ์การบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้า,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนายเรืออากาศ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช, ปีที่ 15 มกราคม – ธันวาคม 2562
- [4] ปรัชพงศ์ นัถิอตรง และ คุณณลินี หมุ่มหมื่นศรี, “การศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม,” มหาวิทยาลัยนครพนมจัดทำ ปี 2563, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (2563)
- [5] พจน์ชววัฒน์ เลาะเลิศสุข, ศักดิ์ชาย รักการ, ปพน สีหอมชัย, และ คุณอนัญญา จินดาวัฒน์, “การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสูง กรณีศึกษา: ระบบปรับอากาศโรงแรมโนโวเทล แพลตินั่ม กรุงเทพ” วารสารวิศวกรรมเกษตร ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2556
- [6] ภูซงค์ สุขเสนา, ค่าใช้จ่ายการซ่อมแซมและบำรุงรักษางานระบบพื้นที่ส่วนกลางอาคารชุดพักอาศัย, สารศาสตร์ ฉบับที่ 4 (2562)
- [7] พศวีร์ ศรีโหมด, วิชชากร เองศรีธวัช, นิमित บุญภิรมย์, และ คุณธนภัทร พรหมวัฒนภักดี, “การบริหารจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีศึกษาโรงพยาบาลวิภาวดี,” การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 13 ประจำปี 2561
- [8] ขจรศักดิ์ เกิดบัว, วินัย และไบน้อย, สมศักดิ์ สิริโปรธานนท์, และ บุญเลิศ สือเฉย, “การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด,”การประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิชาการเอเชียอาคเนย์ 2566 ครั้งที่ 10 (SAUNIC 2023) วันที่ 1-2 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566 ณ โรงแรมริชมอนด์ สไตลิส คอนเวนชั่น รัตนาธิเบศร์ นนทบุรี

ภาคผนวก ก

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ตารางภาคผนวกที่ ก.1 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน

✓	รายการ	การดำเนินการ
	อุณหภูมิ	จุดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด
	ระดับน้ำมันหม้อแปลง	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่)
	น้ำมันรั่วซึม	ตรวจสอบครีบบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว และชิ้นส่วนอื่น ๆ
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสันเหวียนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง
	บุชชิ่ง	ตรวจสอบรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก
	กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของสารดูดความชื้น (Silica gel) หากมีการเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู ต้องเปลี่ยนใหม่ ตรวจสอบคราบน้ำมัน
	สภาพภายนอกทั่วไป	สังเกตสิ่งสกปรก สนิม หยดน้ำ การเปลี่ยนสีของจุดต่าง ๆ สังเกตเสียงและแสงที่เกิดจาก Partial discharge สังเกตกลิ่นที่ผิดปกติ
	ล่อฟ้า	ตรวจสอบสภาพทั่วไป รอยบิ่น แตก จุด Counter ของล่อฟ้า (ถ้ามี)
	จุดต่อสาย (บุชชิ่ง)	ตรวจสอบวัดความร้อนจุดต่อสายทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ
	น้ำมันหม้อแปลง	วัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงวัดค่าความเป็นกรด และแก๊ส วัดปริมาณ Water content (สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่)
	สายดินและหลักดิน	ตรวจสอบจุดต่อสายดินและสภาพสายดิน ว่าหลุดหลวมหรือสึกกร่อนหรือไม่ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดินของหลักดิน
	อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ	ตรวจสอบฟังก์ชันการทำงาน และสภาพทั่วไป
	วัดค่าความต้านทานฉนวน	วัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่างขดลวดแรงสูงกับแรงต่ำ และความต้านทานระหว่างขดลวดกับตัวถังหม้อแปลงด้วยเมกโอห์มมิเตอร์
	วัดค่าความต้านทานของขดลวดหม้อแปลง	วัดค่าความต้านทานของขดลวด กรณีที่เขื่อน้ำมันต้องจุดอุณหภูมิของน้ำมันไว้ด้วย
	วัดค่า Exciting current	วัดค่า Exciting current ของหม้อแปลงขณะที่ไม่มีโหลด
	วัดเพาเวอร์แฟกเตอร์	วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วยเครื่องมือวัดฯ เพื่อหาค่าพลังงานสูญเสียในฉนวน

ตารางภาคผนวกที่ ก.2 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงแห้ง

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจเหมือนหม้อแปลงน้ำมันในส่วนที่เหมือนกัน และเพิ่มเติมต่อไปนี้	
	การระบายอากาศ	ช่อง หรือครีป ระบายอากาศ
	ตรวจภายในตู้	ฝุ่นที่ขดลวด Insulator ช่องทางระบายอากาศ การเปลี่ยนสีเนื่องจากความร้อน Tracing & Carbonization Insulator, Clamps, Coil Spacer หลุด หลวม หรือไม่ ความสกปรกของตู้ จุดต่อไฟฟ้า หลวมหรือผู้กร่อน และทำความสะอาด
	วัด Partial discharge	ตรวจวัดด้วยเครื่องวัด เปรียบเทียบกับค่าจากผู้ผลิตหรือค่าในอดีต

ตารางภาคผนวกที่ ก.3 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายทั่วไป

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจการเดินสายทั่วไป	ตรวจวิธีการเดินสายทั่วไป ว่าเหมาะสมกับสถานที่และสภาพการใช้งานหรือไม่ มีการป้องกันที่เหมาะสมหรือไม่
	ท่อร้อยสายและกล่องต่อสาย	ตรวจการผู้กร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ความร้อนจากการเหนี่ยวนำและกระแสเกิน การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด
	รางเดินสาย	ตรวจการผู้กร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ความร้อนจากการเหนี่ยวนำและกระแสเกิน การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด
	รางเคเบิล	ตรวจการผู้กร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า การเดินสายเป็นกลุ่มและการจับยึด การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด วัดความร้อนจากการเหนี่ยวนำ จากกระแสเกิน และจากการเดินสายควบ
	บัสเวย์	ตรวจการผู้กร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า วัดความร้อนของบัสเวย์และจุดต่อ วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า
	พิกัดสายไฟฟ้า	ตรวจชนิด ขนาด พิกัดแรงดัน ขนาดกระแส (เน้นที่การเดินสายควบ..วัดความร้อน)
	ความเสียหายของสายไฟฟ้า	ตรวจความเสียหายทางกลของฉนวน การโค้งงอ แรงดึงที่มากเกินไป ร่องรอยการเกิด corona (กรณี MV) ตรวจ cable terminators
	ฉนวนของสาย	วัดค่าความเป็นฉนวน ตรวจร่องรอยความเสียหายและการเปลี่ยนสีจากความร้อน สภาพกรอบ แตก ถ้าพบควรหาสาเหตุและแก้ไข
	จุดต่อสาย และตัวนำอื่น	ตรวจวัดความร้อน ความแน่นของจุดต่อสายและตัวนำอื่นและขันให้แน่น ตรวจฉนวนหุ้มจุดต่อสาย

ตารางภาคผนวกที่ ก.4 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการเดินสายอากาศ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	เสาไฟฟ้า	ตรวจสอบสภาพเสาว่าเอนเอียงแตกหักคอดินร้าว หรือปักอยู่ในที่ล่อแหลมต่อการเกิดอันตราย ถ้าพบต้องแก้ไข
	ลูกถ้วย	ตรวจสอบสภาพแตกบิ่นมีรอยคราบที่ผิวความมันของผิวลูกถ้วย
	คอนสาย	แตกผุหักร้าว หรือบิดเบี้ยวจากแรงดึง
	การประกอบชุดยึดโยง	สายยึดโยงขาดหลุดเป็นสนิมผุกร่อนสายยึดโยงหย่อน และลูกถ้วยยึดโยงแตกชำรุด
	สายไฟฟ้า	เกลียวของสายรอบนอกขาดสายหัก และแตกเกลียวมีรอยอาร์กจนสายขาดเหลือแกนภายใน
	ระยะห่างของสาย ตามแนวระดับ กับอาคาร สิ่งก่อสร้าง หรือต้นไม้	มีระยะห่างต่ำสุดน้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐาน หรือไม่ มีต้นไม้ปกคลุมหรือไม่
	ระยะห่างของสาย ตามแนวตั้งเหนือพื้นดินหรืออาคาร	มีระยะห่างต่ำสุดน้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐาน หรือไม่ มีต้นไม้ปกคลุมหรือไม่
	ล่อฟ้า (กับดักฟ้าผ่า)	สภาพทั่วไปของกับดักฟ้าผ่า เช่น มีรอยคราบที่ผิวลูกถ้วยลูกถ้วยแตก บิ่น จุดต่อสาย หลวม หลุด
	จุดต่อสาย	ตัวต่อสายหลุด หลวม มีความร้อนสูงสังเกตดูสภาพทั่วไปของจุดต่อเช่น คอมเปาตัว แคลมป์เปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลหรือดำ เป็นต้นและวัดความร้อน
	การต่อลงดิน	สภาพสาย จุดต่อสายดินหลุด หลวม วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

ตารางภาคผนวกที่ ก.5 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ LV & MV Switchgear

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ติดตั้ง	มีสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องและเป็นเชื้อเพลิงหรือไม่ ฐานเอียงหรือทรุด กรณีติดตั้งในห้องต้องตรวจการระบายอากาศว่าใช้ได้หรือไม่
	พื้นที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน	พื้นที่ว่างโดยรอบและทางเข้าไม่มีสิ่งกีดขวาง
	การระบายอากาศในตู้และช่องระบายแรงดัน	ตรวจสอบช่องระบายอากาศ การระบายอากาศในตัวตู้ว่ายังอยู่ในปกติหรือไม่ ตรวจสอบช่องระบายความดันว่าทำงานได้ดีหรือไม่(ถ้ามี)
	โครงสร้างและสภาพทั่วไปของตู้	ตรวจสอบสภาพตัวตู้ ฝาตู้และกุญแจ ตรวจสอบเสียง คว้น กลั่น การสั่นสะเทือน ความชื้น ความสะอาด สนิม ฝุ่น หยากไย และอื่น ๆ ตัวที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ตรวจสอบสภาพหลังคา ผนัง ว่ายังกันฝนได้ดีและไม่เป็นสนิม
	ขั้วต่อสาย จุดต่อสาย	ตรวจสอบจุดต่อสายทั้งหมดว่า หลุด หลวม และมีร่องรอยของความร้อนสูงหรือไม่ และขันให้แน่นอีกครั้ง (ตรวจวัดอุณหภูมิขณะจ่ายไฟ)
	Cable terminator	ร่องรอยการเกิด corona การหลุดหลวมของเทป ความสะอาด รอยร้าว การต่อลงดินของซิลต์
	สายไฟฟ้า	ตรวจสอบสภาพสายไฟฟ้า และอุปกรณ์การเดินสายในตู้และส่วนที่เข้าตู้
	บัสบาร์	การจับยึด ความร้อน การต่อกับสายและอุปกรณ์
	ลูกถ้วยรองรับบัสบาร์	ตรวจสอบความสกปรก ตรวจสอบว่าหลุด หลวม ร่องรอยชำรุด (Tracing) การเปลี่ยนสี รอยแตก บิ่น พร้อมทำความสะอาด
	CT & PT	รอยแตกร้าว การต่อสาย
	ความเป็นอนวนไฟฟ้าและ Power Factor	หลังจากทำความสะอาดแล้ว วัดค่าความเป็นอนวนไฟฟ้าต่าง ๆ และ Power Factor ตามวิธีที่กำหนด (CB ใหม่จะมี PF 1-2%)
	การต่อลงดินและการต่อฝาก	สภาพจุดต่อลงดินที่ตู้และที่หลักดิน การต่อฝากของฝาตู้ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน สภาพสายดินและสายต่อฝาก และขันจุดต่อสายให้แน่นอีกครั้ง
	Heater	ตรวจสอบการทำงาน และระบบควบคุมการทำงาน
	เครื่องวัดต่าง ๆ	ตรวจสอบสภาพทั่วไป การชำรุด แตกหัก และการทำงาน
	หลอดไฟ (Indicator lamp)	ตรวจสอบว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หลอดไม่หลุด ไม่แตก
	Protective relay	ตรวจสอบการทำงานด้วยเครื่องมือทดสอบ
	สวิตช์ควบคุมต่าง ๆ	ตรวจสอบสภาพและการทำงาน
	ชุด draw out	ดึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด draw out ออก ตรวจสอบหน้าสัมผัสและทำความสะอาด ตรวจสอบการ draw out ว่าคล่องตัวหรือไม่ ใส่สารหล่อลื่น ตรวจสอบกลไกและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ตรวจสอบการทำงานและระบบ interlock ทำการทดสอบตามวิธีที่กำหนด
	ทดสอบการทำงาน	ตรวจสอบการทำงานทางไฟฟ้า และระบบอินเตอร์ล็อกอีกครั้ง
	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่อง	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่องว่าตรงกับที่ระบุในแบบไฟฟ้าหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ตรวจ mimic diagram	ตรวจวงจรการต่อสายว่าตรงกับ mimic diagram หรือไม่ ถ้าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ทำความสะอาด	ตรวจตัวตู้และทำความสะอาดอีกครั้ง

ตารางภาคผนวกที่ ก.6 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา ACB และ VCB

✓	รายการ	การดำเนินการ
	การตรวจสอบทางกล	
	Arc interrupters	ถอดทำความสะอาด ตรวจสอบความเสียหาย (ยกเว้น VCB)
	หน้าสัมผัส (Main & arcing contact)	ตรวจสอบรอยความเสียหายจากอาร์ก ตรวจสอบความสกปรก ทำความสะอาด ถ้าชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่ ปรับแต่งระยะห่างที่ผู้ผลิตกำหนด ตรวจสอบสปริง (ยกเว้น VCB)
	Insulation (bushing porcelains & others)	ตรวจสอบความเสียหายของฉนวนทั้งหมด ตรวจสอบรอยคราบ เขม่า แตก บิ่น ความสกปรก และทำความสะอาด
	Current parts & terminals	ตรวจสอบความเสียหาย ความร้อน การยึดแน่น
	ขดลวด	การต่อสาย ร่องรอยความเสียหายจากความร้อนและกระแสรั่ว
	กลไกต่าง ๆ	ตรวจสอบการติดขัด สารหล่อลื่น และการทำงานต่าง ๆ
	อุปกรณ์อื่น	ตรวจสอบ aux. Device, shock absorbers, bumpers, position indicator, latch checking switch, key lock-out, etc.
	Alignment	ตรวจสอบความเรียบร้อย ปรับแต่งตามความจำเป็น
	การตรวจสอบทางไฟฟ้า	
	การทำงาน	ตรวจสอบการทำงานทางไฟฟ้า เช่น ON-OFF
	ขดลวด (Closing coil)	ตรวจสอบการต่อสาย การทำงาน ความต้านทานฉนวน วัดค่าความต้านทานขดลวด วัดกระแสและแรงดัน
	หน้าสัมผัส	ตรวจสอบหน้าสัมผัสต่าง ๆ และทำความสะอาด วัดค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของ main contact
	ความต้านทานฉนวน	HV test และ/หรือ ใช้เมกโอห์มมิเตอร์
	Tripping Unit	ตรวจสอบการทำงานและความเสียหาย
	Setting	ตรวจสอบค่าปรับตั้งต่าง ๆ และบันทึกค่า
	การทำงาน	ตรวจสอบการทำงานของ Trip free, closing, tripping, etc. ทดสอบการทำงานทางกลและทางไฟฟ้าหลาย ๆ ครั้ง เพื่อความมั่นใจ

ตารางภาคผนวกที่ ก.7 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา Molded case circuit breaker

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจสอบสภาพทั่วไป	ตรวจสอบรอยแตกร้าว ความสกปรก ร่องรอยการเกิดความร้อนสูง และทำความสะอาด เพื่อให้ระบายอากาศได้ดี
	ขั้วต่อสาย	ตรวจสอบขั้วต่อสายที่เซอร์กิตเบรกเกอร์และบัสบาร์ว่าหลุด หลวม หรือไม่ ตรวจสอบวัดความร้อน ตรวจสอบสายที่ต่อเข้าขั้วต่อสายว่ามีร่องรอยชำรุดจากความร้อนหรือไม่ ถ้าตรวจพบ ต้องหาสาเหตุและแก้ไข และขันขั้วต่อสายใหม่ให้แน่น
	การทำงานทางกล	ทดสอบโดยการ ON-OFF ด้วยมือ หลาย ๆ ครั้ง และเพื่อให้งานคล่องตัว
	หน้าสัมผัส	วัดค่าความต้านทาน ถ้าผิดปกติต้องเปลี่ยนเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่
	อุปกรณ์ประกอบ	ตรวจสอบสภาพและการทำงานของอุปกรณ์ประกอบเช่น Shunt trip, UV release & auxiliary switch, etcรวมทั้งหลอดสัญญาณและเครื่องวัดต่าง ๆ (ถ้ามี)
	พิกัด	ตรวจสอบพิกัดกระแส พิกัดตัดกระแสลัดวงจร อีกครั้ง
	สิ่งสกปรก	ตรวจสอบและทำความสะอาดสิ่งสกปรกในตัวตู้ อนุวน สายไฟฟ้า และอื่นๆ
	ความร้อน	ตรวจสอบจุดที่อาจเกิดความร้อนสูงเช่นจุดต่อต่าง ๆ ถ้าพบให้หาสาเหตุ ขันใหม่ให้แน่น
	การระบายอากาศ	ทำความสะอาดช่องระบายอากาศ และการทำงานของฝาปิด เปิดต่าง ๆ
	ความชื้น	ตรวจสอบความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุให้อนวนสกปรก ทำความสะอาด รวมทั้งหาสาเหตุและแก้ไข
	ความเป็นอนุวนไฟฟ้า	หลังจากทำความสะอาดแล้ว วัดค่าความเป็นอนุวนไฟฟ้าต่าง ๆ ตามวิธีที่กำหนด
	ตรวจสอบครั้งสุดท้าย	ตรวจสอบและทำความสะอาดครั้งสุดท้ายอีกครั้ง ใส่สารหล่อลื่น และทาสีในส่วนที่จำเป็น

ตารางภาคผนวกที่ ก.8 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงสูง

✓	รายการ	การดำเนินการ
	Insulation	ตรวจสอบว่ามีรอยแตก ร้าว ไหม้ การเปลี่ยนสีจากความร้อนหรือไม่
	ตรวจสอบสิ่งสกปรก	ตรวจสอบหาสิ่งสกปรกที่เป็นสาเหตุของFlash Over เช่น คราบเกลือและฝุ่น ถ้าพบให้ทำความสะอาด
	ตรวจหน้า Contact	วัดความร้อนขณะใช้งาน ถ้ามีร่อง รอยไหม้ หรือ Alignment และแรงกดไม่ถูกต้อง ต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่ ขาหนีบฟิวส์ต้องแน่น
	จุดต่อต่าง ๆ	วัดความร้อนขณะใช้งานBolts, Nuts, Washers, Pin & Terminal Connector ต้องอยู่ในตำแหน่งเดิม และในสภาพดี และขันใหม่ให้แน่น
	ใส่ฟิวส์	ตรวจสอบสภาพใส่ฟิวส์ กรณีเป็น power fuse ตรวจสอบชุด renewable ว่ามีการผูกร้อน ร่องรอยการเกิด tracking และความสกปรกต่าง ๆ ถ้าพบร่องรอยชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่

ตารางภาคผนวกที่ ก.9 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงต่ำ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	Insulation	ตรวจว่ามีรอยแตก ร้าว ไหม้ การเปลี่ยนสีจากความร้อนหรือไม่
	ตรวจสอบสิ่งสกปรก	ตรวจหาสิ่งสกปรกที่เป็นสาเหตุของ Flash Over เช่น คราบเกลือและฝุ่น ถ้าพบให้ทำความสะอาด
	ตรวจหน้า Contact	วัดความร้อนขณะใช้งาน ถ้ามีร่อง รอยไหม้ หรือ Alignment และแรงกดไม่ถูกต้อง ต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่ ขาหนีบฟิวส์ต้องแน่น
	จุดต่อต่าง ๆ	วัดความร้อนขณะใช้งานBolts, Nuts, Washers, Pin & Terminal Connector ต้องอยู่ในตำแหน่งเดิม และในสภาพดี และขันใหม่ให้แน่น
	ตัวฟิวส์	ตรวจร่องรอยการเสื่อมสภาพ เปลี่ยนสี ชำรุด ถ้าพบควรเปลี่ยนใหม่ วัดค่าความต้านทานฟิวส์ ตรวจพิกัดแรงดันกระแส และพิกัดตัดกระแสลัดวงจร ให้ถูกต้องและเป็นแบบที่ได้กำหนดไว้เดิม

ตารางภาคผนวกที่ ก.10 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ที่ใช้งาน	ตรวจว่ามีการระบายอากาศดีหรือไม่
	ความร้อน	ตรวจว่ามอเตอร์มีความร้อนสูงเกินปกติหรือไม่ โดยการสัมผัส หรือดมกลิ่น ถ้าไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	การสั่นสะเทือน	สังเกตจากการฟังเสียง กรณีไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ว่าเกิดจากการเสียดสี หรือถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวมอเตอร์
	ตรวจแรงดัน	ตรวจการรั่วซึมของน้ำมัน ฟังเสียงลูกปืนว่าดังผิดปกติหรือไม่ ตรวจความเสียหายของแรงดัน และลูกปืน (stethoscope)
	ข้อต่อสาย	ตรวจสอบว่าข้อต่อสายแน่นหรือไม่ มีความร้อนหรือไม่ รวมทั้งกล่องต่อสายที่มอเตอร์อยู่ในสภาพดีหรือไม่
	การต่อลงดิน	ตรวจสภาพสายดิน จุดต่อหลุดหลวมหรือไม่ วัดค่าความต้านทานของวงจรสายดิน
	ค่าความเป็นฉนวน	วัดค่าความเป็นฉนวนของขดลวด เมื่อมอเตอร์ไม่ใช้งานนาน ๆ หรือหลังจากการถอดชิ้นส่วนออกซ่อมบำรุงแล้ว
	ชุดควบคุม	ตรวจการทำงาน เครื่องวัดอ่านค่าได้ตามปกติหรือไม่ pilot lamp ใช้ได้หรือไม่ ตรวจสภาพหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า
	อุปกรณ์ป้องกัน	ตรวจพิกัด และการทำงานของ Overload relay และเซอร์กิตเบรกเกอร์
	กระแส แรงดัน	วัดกระแสและแรงดัน ว่าเป็นไปตามที่ระบุบนแผ่นป้ายประจำเครื่องหรือไม่ ระบบ 3 เฟส วัดว่าแต่ละเฟสเท่ากันหรือไม่

ตารางภาคผนวกที่ ก.11 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพทั่วไป	ตรวจสอบรอยบิ่น แตก โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ว่าสะดวกหรือไม่ และทำความสะอาด การทำงานมีเสียงดังหรือไม่
	ขดลวด	ตรวจสอบสภาพทั่วไป รอยไหม้ เหลือง แรงดันที่ขั้ว ปกติจะต้องมีแรงดูดได้เมื่อแรงดันประมาณ 85% และหลุดเมื่อแรงดัน 65% ของพิกัด และทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่มีปัญหาร้อนจัดเมื่อมีแรงดันเกิน 110%
	หน้าสัมผัส	วัดค่าความต้านทาน ตรวจสอบรอยร่องชำรุด ไหม้ และทำความสะอาดด้วยน้ำยา (ห้ามขัดด้วยกระดาษทราย)
	จุดต่อสาย	หลุด หลวม ความร้อนสูง
	พิกัด	ตรวจสอบพิกัดกระแส แรงดัน (kW) และ Utilization categories ว่าตรงกับที่กำหนดไว้เดิมหรือไม่

ตารางภาคผนวกที่ ก.12 ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นๆ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ที่ใช้งาน	ตรวจสอบว่ามีการระบายอากาศดีหรือไม่
	ความร้อน	ตรวจสอบว่ามอเตอร์มีความร้อนสูงเกินปกติหรือไม่ โดยการสัมผัส หรือดมกลิ่น ถ้าไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	การสั่นสะเทือน	สังเกตจากการฟังเสียง กรณีไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ว่าเกิดจากการเสียดสี หรือถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัส
	ขั้วต่อสาย	ตรวจสอบว่าขั้วต่อสายแน่นหรือไม่ มีความร้อนหรือไม่ รวมทั้งกล่องต่อสายที่มอเตอร์อยู่ในสภาพดีหรือไม่
	การต่อลงดิน	ตรวจสอบสภาพสายดิน จุดต่อหลุดหลวมหรือไม่ วัดค่าความต้านทานของวงจรสายดิน
	ค่าความเป็นฉนวน (ถ้ามี)	วัดค่าความเป็นฉนวนของขดลวด เมื่อมอเตอร์ไม่ใช้งานนาน ๆ หรือหลังจากการถอดชิ้นส่วนออกซ่อมบำรุงแล้ว
	กระแส แรงดัน	วัดกระแสและแรงดัน ว่าเป็นไปตามที่ระบุบนแผ่นป้ายประจำเครื่องหรือไม่ ระบบ 3 เฟส วัดว่าแต่ละเฟสเท่ากันหรือไม่

ตารางภาคผนวกที่ ก.13 แบบตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการต่อลงดิน

✓	รายการ	การดำเนินการ
	วงจรสายดิน	ตรวจสอบความถูกต้องและความต่อเนื่องของระบบสายดินทั้งหมด
	การต่อลงดินที่เมนสวิตช์	ตรวจสอบจุดต่อสายหลุด สภาพทั่วไป การต่อฝากระหว่างฝาตู้กับตัวตู้
	สายต่อหลักดิน	ตรวจสอบสภาพสายที่ต่อกับหลักดิน จุดต่อสายดินกับหลักดิน (ชำรุด หลุด หลวม เป็นสนิม)
	หลักดิน	วัดความต้านทานการต่อลงดิน (ถอดสายดินออกก่อน)
	แผงย่อย	ตรวจสอบการต่อลงดินที่แผงย่อย (วิธีการต่อ สภาพสายดินและจุดต่อสาย) ที่แผงย่อยสายนิวทรัลต้องไม่ต่อลงดินอีก
	อุปกรณ์การเดินสาย	ตรวจสอบความต่อเนื่องของอุปกรณ์การเดินสายเช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล โดยการวัดความต้านทาน ตรวจสอบสภาพจุดต่อฝาอกและสายต่อฝาอก
	สายดิน	ตรวจสอบสภาพสาย และจุดต่อสาย
	อุปกรณ์ไฟฟ้า	ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มีการต่อลงดินถูกต้อง จุดต่อสายดินกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจำเพาะทั่วไปของอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า
รุ่น Fluke 345 Power Quality Clamp Meter

Fluke 345

Power Quality Clamp Meter

Technical Data

The ideal meter for commissioning and troubleshooting modern electrical loads



With a bright color display to analyze the harmonic spectrum, a low-pass filter to remove high frequency noise, and a high EMC immunity design, the Fluke 345 is ideal for measurements on switching loads such as variable frequency drives, electronic lighting and UPS systems. Additionally, the Hall Effect measurement system makes measurement of dc current possible without the need to break the circuit, and the internal memory enables long-term logging for analysis of trends or intermittent problems.

- **AC/DC current:** Clamp-on measurement of ac current up to 1400 A rms and dc current up to 2000 A without breaking the circuit
- **Highest safety rating:** 600 V CAT IV rated for use at the service entrance
- **Accurate in noisy environments:** Even with distorted waveforms present on electronic loads with low-pass filter
- **Data logging:** Identify intermittent faults by logging any power parameters for minutes or months, including harmonics
- **Verify batteries:** Direct measurement of dc ripple (%) for battery and dc systems
- **Troubleshoot harmonics:** Analyze and log harmonics digitally or graphically
- **Inrush current:** Capture and analyze nuisance tripping, from 3 seconds to 300 seconds
- **Easy to use:** Easily confirm instrument setup with large backlit color display of waveforms and trends
- **3-Phase power:** Built in capability for balanced loads
- **View graphs and generate reports:** With included Power Log software


Watts measurement (single- and three-phase) (dc, dc rms, ac rms)

Measuring range	0 to 1650 kW dc or 1200 kW ac
Autoranging facility	4 kW, 40 kW, 400 kW, 1650 kW ac
Resolution	1 W in 4 kW
	10 W in 40 kW
	100 W in 400 kW
	1 kW in 1200 kW
Accuracy	2.5 % rdg $\pm$ 5 digits
	W1 $\emptyset$ < 2 kW $\pm$ 0.08 kW
	W3 $\emptyset$ < 4 kW $\pm$ 0.25 kW

VA measurement (single- and three-phase) (dc, dc rms, ac rms)

Measuring range	0 to 1650 kVA dc or 1200 kVA ac
Autorange facility	4 kVA, 40 kVA, 400 kVA, 1650 kVA
Resolution	1 VA in 4 kVA
	10 VA in 40 kVA
	100 VA in 400 kVA
	1 kVA in 1200 kVA
Accuracy	
VA > 2 kVA	2.5 % rdg $\pm$ 5 digits
VA < 2 kVA	$\pm$ 0.08 kVA

VAR measurement (single- and three-phase)

Measuring range	0 to 1250 kVAR
Autorange facility	4 kVAR, 40 kVAR, 400 kVAR, 1200 kVAR
Resolution	1 VAR in 4 kVAR
	10 VAR in 40 kVAR
	100 VAR in 400 kVAR
	1 kVAR in 1200 kVAR
Accuracy	
VAR > 4 kVAR	$\pm$ 2.5 % rdg $\pm$ 5 digits
VAR < 4 kVAR	$\pm$ 0.25 kVAR
Power factor range	0.3 < PF < 0.99

Power factor (single- and three-phase)
Power factor

Measuring range	0.3 capacitive and 1.0 to 0.3 inductive (72.5° capacitive and 0° to 72.5° inductive)
Resolution	0.001
Accuracy	$\pm$ 3°
Frequency range	15 Hz to 1 kHz

Displacement power factor

Measuring range	0.3 capacitive and 1.0 to 0.3 inductive (72.5° capacitive and 0° to 72.5° inductive)
Resolution	0.001
Accuracy	$\pm$ 3°
Frequency range	15 Hz to 22 Hz and 45 Hz to 65 Hz

ภาคผนวก ค

ผลงานทางวิชาการขณะศึกษา

1. “การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด” การประวัชาการระดับชาติ สหวิชาการเอเชียอาคเนย์ 2566 ครั้งที่ 10 (SAUNIC 2023) วันที่ 1-2 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566 ณ โรงแรมริชมอนด์ สไตลิช คอนเวนชั่น รัตนาธิเบศร์ นนทบุรี



**SAUNIC
2023**

ประกาศนียบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ขอรถแท็กซี่ เกิดอุบัติเหตุ 3 คัน เสียชีวิต 1 คน บาดเจ็บ 1 คน

ให้นำเสนอผลงานวิจัยและผลงานวิชาการในหัวข้อ

การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทชุด
Electric Power Management within Condominium Buildings

การประจําวิชาการระดับชาติ สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ครั้งที่ 10

SAU NATIONAL INTERDISCIPLINARY CONFERENCE 2023

การประยุกต์ความรู้ด้านการวิจัยด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาวางผังชุมชน
(KNOWLEDGE APPLICATION IN RESEARCH VIA MODERN TECHNOLOGY AND CREATIVITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT)

ระหว่างวันพฤหัสบดีที่ 1 มิถุนายน 2566 ถึงวันศุกร์ที่ 2 มิถุนายน 2566 ณ โรงแรม แกรนด์ ริชมอนด์ ถนนพหลโยธิน กรุงเทพมหานคร

Hand Hund.

(ดร.วิฑูรย์ พิชญา)

วิธีการบันทึกมหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์





รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10
SAU NATIONAL INTERDISCIPLINARY CONFERENCE 2023
 การประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ครั้งที่ 10



การประยุกต์องค์ความรู้ด้านการวิจัยด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
 (KNOWLEDGE APPLICATION IN RESEARCH VIA MODERN TECHNOLOGY AND CREATIVITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT)

ระหว่างวันพฤหัสบดีที่ 1 มิถุนายน 2566 - วันศุกร์ที่ 2 มิถุนายน 2566
 ณ โรงแรม แกรนด์ ริชมอนด์ ถนนรัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี



บริษัท กันไซ 1980 เอ็นจิเนียริง (ผู้สนับสนุน)
 Kansai 1980 Engineering Co., Ltd.



<https://saunic2023.sau.ac.th>



การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด Electric Power Management within Condominium Buildings

ขจรศักดิ์ เกิดบัว¹, วินัย และโบน้อย², สมศักดิ์ สิริโปราณานนท์³ และ บุญเลิศ สือเฉย⁴

^{1,2}นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์กรุงเทพมหานคร 10160

^{3,4}อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์กรุงเทพมหานคร 10160

*ติดต่อ: Fah_kajohnsak@hotmail.com, tel. 080-216-1099

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร (แอราส บีชฟรอนท์ คอนโดมิเนียม จอมเทียน พัทยา) ประเภทอาคารชุด จากการสำรวจพบว่าอาคารดังกล่าวมีข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันที่สูงซึ่งมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้ารายเดือนสูงตามไปด้วย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่บริเวณส่วนกลางของอาคาร (พื้นที่ส่วนกลาง) เพื่อนำออกแบบมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยสามารถวิเคราะห์และกำหนดมาตรการดังกล่าวได้ 4 มาตรการดังนี้ มาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางและเปิดช่องแสง(กระจก)เพื่อทดแทนแสงสว่างเดิมในเวลากลางวัน มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศบริเวณพื้นที่ส่วนกลางและในส่วนสำนักงาน มาตรการปรับเวลากการทำงานของเครื่องจักรในงานระบบสุขาภิบาล โดยมาตรการเหล่านี้จะเป็นมาตรการที่ใช้การปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานและช่วงเวลาของอุปกรณ์เดิมภายในอาคาร ซึ่งจะไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมวัสดุหรืออุปกรณ์ใดให้เป็นต้นทุนของงานวิจัย

ค ทัก: การบริหารพลังงานภายในอาคาร, ระบบประกอบอาคาร, ควบคุมต้นทุนของอาคาร

Abstract

The purpose of this research is to study the behavior of using electricity in buildings (Aeras Beachfront Condominium, Jomtien, Pattaya), condominium type. Accordingly, to survey found that such buildings have higher statistical data on daily electricity consumption, which results in high monthly electricity bills. This research therefore emphasizes on the study of electricity consumption behavior in the common area of the building (Common area) to be used to design energy conservation measures, which can analyze and define 4 such measures as follows. Measures to turn off the lights in the common areas and open the skylights (mirrors) to replace the original daylight. Measures to turn off air conditioners in common areas and in the office measures to adjust the operation time of machinery in the sanitation system these measures are measures used to modify the usage behavior and time of the original equipment inside the building. It does not change or add any material or equipment to the cost of the research. From these measures.

Keywords: energy management in buildings, building assembly systems, building cost control.



**SAUNIC
2023**



ศูนย์วิจัย
SAU



1. บทนำ

ณ ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่สําคัญต่อทุกอาคาร ในส่วนของอาคารประเภทอาคารชุด พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรของงานระบบต่างๆ ที่มีอยู่ในอาคารและค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าก็เป็นค่าใช้จ่ายหลักที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือน ในปี 2565 คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) [1] ได้มีการประกาศปรับเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าผันแปร (Ft) ให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นในส่วนของการบริหารอาคารจึงต้องมีการดูแลและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารให้สูญเสีย น้อยที่สุด ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกอาคารประเภทอาคารชุดมา 1 อาคาร เพื่อนามาหาการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานและรวมถึงหาแนวทางในการที่จะประหยัดพลังงานกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน

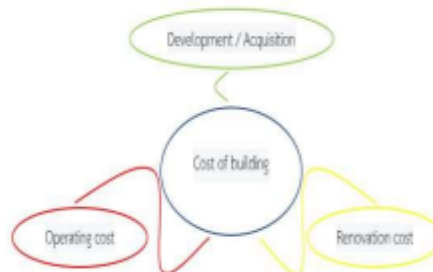
2. ทฤษฎี

หลักการดูแลหรือหลักการบริหารอาคารนั้นผู้ดูแลจะต้องคำนึงถึงต้นทุนต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวอาคาร โดยต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับอาคารนั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ [2]

2.1 Development / Acquisition หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่ทำให้ได้มาซึ่งทรัพย์สินกายภาพ เช่น ค่าที่ดิน, ค่าก่อสร้าง, ค่าออกแบบงานสถาปัตยกรรมและงานวิศวกรรม เป็นต้น

2.2 Operating cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้อาคารประกอบไปด้วย ค่าจ้างปฏิบัติงาน อาคาร, ค่าสาธารณูปโภค, ภาษี และค่าวัสดุใช้สอยต่างๆ

2.3 Renovation cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทำให้อาคารและระบบประกอบกลับมามีสภาพใหม่อีกครั้งเช่น renovation, modification, demolition เป็นต้น



รูปที่ 1 องค์ประกอบของหลักค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอาคาร จากค่าใช้จ่ายทั้ง 3 ส่วนนี้ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับค่าไฟฟ้าจะถูกจัดอยู่ในส่วนของ Operating cost ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับค่าสาธารณูปโภค ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องมีการจ่ายในทุกๆ เดือน ซึ่งเท่ากับว่ายอดรวมรายปีจะมีมูลค่าที่สูง

3. วิธีดำเนินการ

3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลของอาคาร

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ทำการวิจัยเลือกเก็บข้อมูลของอาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุด โดยเลือกอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล ซึ่งโครงการดังกล่าวจะประกอบไปด้วย 2 อาคาร คือ อาคาร A มีความสูง 38 ชั้น และอาคาร B มีความสูง 4 ชั้น พื้นที่โดยรวมของโครงการจะอยู่ที่ 28,687 ตารางเมตร จำนวนห้องพักทั้งหมด 331 ห้อง เนื่องจากในปี 2564 นั้นเป็นช่วงที่ประเทศประสบปัญหาโรคระบาด (โควิด-19) ผู้พักอาศัยไม่เต็มตามจำนวนห้องและพื้นที่ส่วนกลางมีการปิดไม่อนุญาตให้ใช้ อาทิเช่น สระว่ายน้ำ วั ฟิตเนส, ห้องโยคะ และห้องเด็กเล่น จึงท ให้ในปี 2564 อาคารดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าอยู่ที่ 1,527,413.63 บาท ซึ่งแบ่งค่าใช้จ่ายออกเป็นต่อเดือนสรุปได้ดังตารางที่ 1


**SAUNIC
2023**


ส่วนที่ 1



ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน

Electricity Bath / Unit	
Month	Electricity Bill
January	124,690.80
February	104,450.17
March	122,685.26
April	125,780.46
May	137,077.81
June	139,860.27
July	129,058.18
August	135,661.60
September	122,953.36
October	131,735.20
November	132,557.45
December	120,963.07
Total	1,527,413.63

3.2 เก็บรวบรวมประวัติอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรที่ใช้ในงานระบบ

ในอาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุดจะมีการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างจากอาคารประเภทอื่นๆ เพราะอาคารชุดคืออาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคล และกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินส่วนกลาง ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการรวบรวมข้อมูลเฉพาะอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในส่วนกลางเท่านั้น ซึ่งในส่วนข้อมูลก็จะประกอบไปด้วย จำนวนของอุปกรณ์, ขนาด, กำลังไฟฟ้า, เวลาการทำงาน เป็นต้น (3)



รูปที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

3.3 ศึกษารูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าของประเภทมิเตอร์อาคาร

อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในงานระบบต่างๆ จะมีช่วงเวลาการทำงานที่แตกต่างกัน หากทราบถึงช่วงเวลาการทำงานที่แน่นอนของอุปกรณ์ ก็สามารถมาเทียบเคียงค่าใช้จ่ายตามช่วงเวลาที่จะบวกลบเรียกเก็บค่าไฟฟ้าประเภท (TOU) ได้ ซึ่งอัตราตามช่วงเวลาการใช้งานเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าและค่า

พลังงานไฟฟ้าออกจากกัน โดยมีการแบ่งแยกค่าพลังงานไฟฟ้าให้มีอัตราที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน โดยแบ่งเวลาในแต่ละวันได้ดังนี้

1. ช่วงเวลา On peak ตั้งแต่เวลา 09:00 น. ถึง 22:00 น. ของวันจันทร์ ถึง วันศุกร์
2. ช่วงเวลา Off peak ตั้งแต่เวลา 22:00 น. ถึง 09:00 น. ของวันจันทร์ ถึง วันศุกร์ 22:00 น. ถึง 09:00 น. ของวันเสาร์, วันอาทิตย์, วันหยุดนักขัตฤกษ์

3.4 ศึกษาผลกระทบของอุปกรณ์หากมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลา

ผลกระทบต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้โดยมีสาเหตุมาจากปัญหาเรื่องเวลาของการทำงาน เนื่องจากเวลาของอนุญาตก่อสร้างอาคารใดๆ ก็ตาม ผู้ออกแบบงานระบบจะท การค ำนวณคุณสมบัติของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในระบบนั้นๆ ตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ยกตัวอย่างเช่น ในระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบนี้จะมีอุปกรณ์ประเภทปั๊มเป็นจำนวนมากซึ่งปั๊มที่อยู่ในระบบก็จะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน ทกให้ระบบบำบัดน้ำเสียถ้าหากมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการทำงานโดยไม่มีการออกแบบหรือคำนวณการใช้งานก็จะส่งผลกับการบำบัดน้ำเสีย อาจจะท ให้ค่าน ิเสียที่ต้องมีการระบายออกสู่ภายนอกได้ค่าไม่ตามมาตรฐาน หรืออาจก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นภายในตัวอาคารเพราะระบบท งานได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นหากจะมีการประกาศมาตรการใดๆ หรือปรับเปลี่ยนการใช้งานเครื่องจักรประเภทไหนผู้ควบคุมงานควรศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดทุกครั้ง

3.5 จัดทำเอกสารเก็บข้อมูลสถิติ

การจัดทำเอกสารในระบบอาคารสูงหรืออาคารพักอาศัยประเภทอาคารชุด ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้บริหารอาคารจะต้องทำการเก็บสถิติการใช้พลังงานของอาคารในแต่ละเดือนเพื่อนำข้อมูลนั้นๆ มาคำนวณเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย โดยเอกสารเหล่านั้นเราจะเรียกว่า Power Consumption โดยรายละเอียดในเอกสารจะประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้



SAUNIC
2023



ร่วมใจ สร้างอนาคต



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

สูตรการค ำนวณค่าไฟฟ้า

$$\text{kWh}(\text{Day}) = (\text{ก ำลังไฟฟ้า} \times \text{จ นวน} \times \text{ชั่วโมง}) / 1000$$

$$\text{Baht}(\text{Day}) = \text{kWh}(\text{Day}) \times \text{ค่าไฟต่อหน่วยตามช่วงเวลา}$$

$$\text{Baht}(\text{Month}) = \text{Baht} / \text{Day} \times 30$$

3.6 กำหนดมาตรการ ะประหยัดพลังงานแจ้งให้ผู้พักอาศัยในอาคารทราบ [4]

- มาตรการปิดไฟแสงสว่างในพื้นที่ส่วนกลางและเปิดช่องแสง(กระจก)เพื่อทดแทนแสงสว่างเดิมในเวลากลางวัน
- มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนของ Office บั้บุคคลและ Office Sale ก่อนพักเที่ยง 30 นาที หลังพักเที่ยง 30 นาที และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง(16:00น.)และประกาศปิดเครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่วงช่วงเวลา 12:00-13:00น.,17:00-18:00น.ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา On Peak และปิดอีกครั้งในช่วงเวลา 03:00-06:00น. ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา Off Peak
- ปรับเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Pump) ในงานระบบสุขาภิบาล

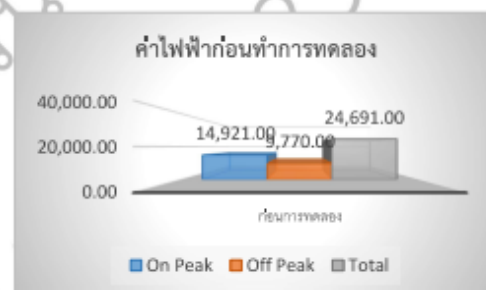
4. การทดสอบและผลการทดสอบ

อาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya เป็นประเภทอาคารชุดที่ประกอบไปด้วย 2 อาคาร คือ อาคาร A มีความสูง 38 ชั้น และ อาคาร B มีความสูง 4 ชั้น แต่เนื่องจากโหลดของเครื่องจักรที่เป็นของส่วนกลางจะอยู่ภายในอาคาร A ผู้ทำการวิจัยจึงใคร่

ขออนุญาตใช้ข้อมูลที่มีของอาคาร A เพื่อทำการวิจัยโดยเลือกใช้วิธีปรับเปลี่ยนเวลาในการทำงานของเครื่องจักรระบบภายในอาคารซึ่งเป็นวิธีการที่ทางอาคารชุดนั้น จะสามารถประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายได้โดยไม่ต้องเสี่ยงประมาณในการเพิ่มเติมระบบเพียงแต่ต้องการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของประเภทอาคาร ทางผู้ทำการวิจัยได้จัดทำประกาศแจ้งไปยังผู้พักอาศัยถึงมาตรการที่จะน มาปรับทดลองใช้

4.1 แสงสว่างทางเดิน

แสงสว่างทางเดิน เดิมจากข้อมูลในเอกสาร Power Consumption จะสามารถแบ่งค่าใช้จ่ายในส่วนแสงสว่างออกได้เป็น 2 ช่วง โดยในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 14,921 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,570 kWh/เดือน และในส่วนในช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 9,770 บาท/เดือน โดยจะใช้ก ำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,750 kWh/เดือน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนท การทดลอง

หลังจากที่ได้ท การประกาศมาตรการปิดไฟแสงสว่างพื้นที่ส่วนกลางในเวลากลางวัน ทางผู้ท การวิจัยได้ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาเปิด-ปิดไฟแสงสว่างในบางส่วนของพื้นที่ส่วนกลาง โดยเลือกหลอดไฟที่มีขนาด 9 วัตต์ จ นวน 298 หลอด และยกเลิกการเปิดหลอดไฟที่มีขนาด 36 วัตต์ จ นวน 19 หลอด โดยจากเดิมหลอดไฟขนาด 9 วัตต์ จะเปิดใช้ช่วงเวลากลางวันอยู่ที่ 13 ชั่วโมงต่อวัน ทาการปรับเปลี่ยนลดลงอยู่ที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน และเดิมหลอดไฟขนาด 36 วัตต์ จะเปิดใช้ช่วงเวลากลางวันอยู่ที่


**SAUNIC
2023**


ร่วมกับ



13 ชั่วโมงต่อวัน สามารถน สูตรค ำนวณค่าไฟฟ้ามาคิดได้
ดังนี้

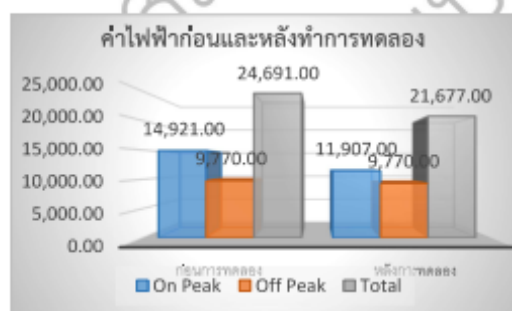
ช่วงเวลา On Peak

$$\text{kWh/Day} = (9 \times 298 \times 6)/1000 \\ = 16.092$$

และเมื่อ น ค่า kWh/Day มาค ำนวณค่าใช้จ ่ายสามารถคิด
ได้ดังนี้

$$\text{Baht/Day} = 16.092 \times 4.1839 \\ = 67.327 \text{ บาท} \\ \text{Baht/Month} = 67.327 \times 30 \\ = 2,019.81 \text{ บาท}$$

และในส ่วนของค่าไฟฟ้าหลอดไฟขนาด 36 วัตต์
ต่อเดือนเดิมมีค่าใช้จ ่ายอยู่ที่ 994.09 บาท เมื่อทำการ
ยกเลิกเปิดใช้ให้ท ำกับว่าค่าใช้จ ่ายจะเท่ากับ 0 บาท ท ำให้
สามารถลดค่าใช้จ ่ายในช่วเวลา On Peak ลงไปเหลือ
11,907 บาท/เดือน โดยจะใช้ค่าล ังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,730
kWh/เดือน และในส ่วนของช่วเวลา Off Peak อยู่ที่
9,770 บาท/เดือน โดยจะใช้ค่าล ังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,750
kWh/เดือน และเมื่อ น รวมกันจะมียอดค่าใช้จ ่ายอยู่ที่
21,677 บาท/เดือน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลัง ท ำการทดลอง

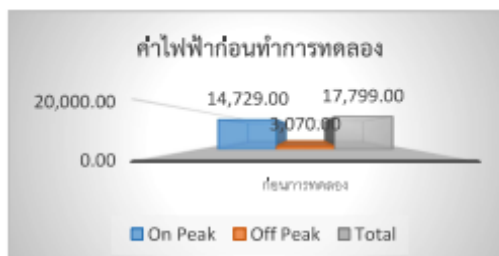
4.2 เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ส่วนกลาง

การใช้พลังงานในส ่วนของเครื่องปรับอากาศ
ภายในอาคาร จากข้อมูลที่ได้ ท ำการเก็บรวบรวมมา น ั้นจะ
พบว่าเครื่องปรับอากาศภายในอาคารจะเป็น
เครื่องปรับอากาศแบบ Split Type ซึ่งสามารถแบ่ง
จ านกขนาด BTU ออกมาได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางรายการเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

สถานที่	รายการ	จำนวน	คิดไฟฟ้า (บาท/วัน)
ห้อง GB A	Air-Condition 24,000 BTU	1	2,100
ห้อง Fitness A	Air-Condition 42,000 BTU	2	4,800
ห้องฟ ีต A	Air-Condition 30,000 BTU	1	3,100
ห้องประชุม A	Air-Condition 18,000 BTU	2	1,500
ห้องโถง A	Air-Condition 29,000 BTU	1	2,400
ห้องเอน A	Air-Condition 18,000 BTU	1	1,500
ห้องรวม A	Air-Condition 42,000 BTU	2	4,800
ห้องสมุด A	Air-Condition 13,000 BTU	1	1,080
ห้องเรียน A	Air-Condition 48,000 BTU	1	5,500
ห้องสวด A	Air-Condition 48,000 BTU	2	4,400
ห้องสั น A	Air-Condition 18,000 BTU	2	1,760
ห้องเอน A	Air-Condition 42,000 BTU	4	4,800
อาคารเอน A	Air-Condition 18,000 BTU	3	1,800
ห้องสั น B	Air-Condition 12,000 BTU	1	1,080
ห้องสั น B	Air-Condition 24,000 BTU	1	2,100

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนกลางที่มี
เครื่องปรับอากาศนั้นจะประกอบไปด้วยหลายส ่วน
ยกตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติงานนิติบุคคลอาคารชุด , ห้อง
ทำงานช่าง, ห้องประชุม, ห้องทำงานฝ่ายขาย (เซลล์)
เป็นต้น ซึ่งในแต่ละห้องนั้นก็อาจจะม ีปริมาณ
เครื่องปรับอากาศที่มากกว่า 1 เครื่อง โดยส่วนมาก
เครื่องปรับอากาศที่อยู่ในพื้นที่ส่วนกลางจะถูกเปิดใช้บ่อย
ในช่วงเวลาการคิดค่าไฟฟ้าแบบ On Peak ซึ่งคือช่วงเวลา
09:00 – 22:00 น. และจะมีพื้นที่ส่วนกลางแค่สองห้องที่
จะเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา Off Peak คือ ห้อง
ปฏิบัติงานนิติบุคคลอาคารชุดและห้องท ำงานช่าง โดยค่า
ไฟฟ้าในส ่วนของเครื่องปรับอากาศนั้นจะสามารถแบ่ง
ค่าใช้จ ่ายในส ่วนเครื่องปรับอากาศออกได้เป็น 2 ช่วง โดย
ในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 14,729 บาท/เดือน โดยจะ
ใช้ค่าล ังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,510 kWh/เดือน และในส ่วนของ
ช่วเวลา Off Peak อยู่ที่ 3,070 บาท/เดือน โดยจะใช้
ก ลังไฟฟ้าอยู่ที่ 1,170 kWh/เดือน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนท ำการทดลอง


**SAUNIC
2023**


SAUNIC 2023



หลังจากที่ได้ทำการประกาศมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศในส่วนของส นักงานนิติบุคคลและฝ่ายขาย ก่อนพักเที่ยง 30 นาที หลังพักเที่ยง 30 นาที และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง (16:00 น., 18:00 น.) และประกาศปิดเครื่องปรับอากาศห้องทำงานช่วงช่วงเวลา On peak 2 ชั่วโมงคือ (12:00–13:00 น., 17:00–18:00 น.) และช่วงเวลา Off Peak (03:00-06:00 น.) ผู้ทำการวิจัยได้ทำการปรับเวลาการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศในส่วนห้องทำงานนิติบุคคล และห้องฝ่ายขายเซลล์จากเดิมเคยเปิดใช้งาน 10 ชั่วโมงต่อวัน ปรับลดเหลือเพียง 8 ชั่วโมงต่อวัน และในส่วนห้องทำงานช่วงเดิมเคยเปิดตลอด 24 ชั่วโมง ปรับให้ปิดช่วงเวลา On Peak ลง 2 ชั่วโมง และ ช่วงเวลา Off Peak ลง 3 ชั่วโมง โดยสามารถ คำนวณตามสูตรได้ดังนี้

ช่วงเวลา On Peak

$$\text{Total kWh (Air Office)} = 2,100 + 1,050 + 2,100$$

$$\begin{aligned}\text{kWh/Day} &= (5,250 \times 1 \times 8) / 1000 \\ &= 42\end{aligned}$$

และเมื่อ ค่า kWh/Day มาค นวนค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Baht/Day} &= 42 \times 4.1839 \\ &= 175.72\text{-บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Baht/Month} &= 175.72 \times 30 \\ &= 5,271.6\text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh/Day (Air Technician)} &= (3,100 \times 1 \times 10) / 1000 \\ &= 31\end{aligned}$$

และเมื่อ ค่า kWh/Day มาค นวนค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Baht/Day} &= 31 \times 4.1839 \\ &= 129.7\text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Baht/Month} &= 129.7 \times 30 \\ &= 3,891\text{ บาท}\end{aligned}$$

ช่วงเวลา Off Peak

$$\begin{aligned}\text{kWh/Day (Air Technician)} &= (3,100 \times 1 \times 9) / 1000 \\ &= 27.9\end{aligned}$$

และเมื่อ ค่า kWh/Day มาค นวนค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Baht/Day} &= 27.9 \times 2.6037 \\ &= 72.6\text{ บาท}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Baht/Month} &= 72.6 \times 30 \\ &= 2,178\text{ บาท}\end{aligned}$$

สามารถลดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลา On Peak ลงไปเหลือ 12,633 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 3,030 kWh/เดือน และในส่วนช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 2,343 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 900 kWh/เดือน และเมื่อ นารวมกันจะมียอดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 14,976 บาท/เดือน ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศก่อนและหลัง ทารทดลอง

4.3 เครื่องจักรงานระบบ (Pump)

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องจักรงานระบบในปัจจุบันภายในอาคารได้มีการติดตั้งเครื่องจักรงานระบบเอาไว้จำนวนมาก แต่ในส่วนที่ทางผู้ทำการวิจัยจะนำมาปรับเวลาการทำงานนั้นจะเป็นในส่วนของอุปกรณ์ประเภทปั้ม ติ โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะมีรายละเอียดและจ นวนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางรายการปั้มและมอเตอร์ภายในอาคาร

สาขา	รายการ	จำนวน	ใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
สาขา A	ปั้มลิฟต์ (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	2	200
สาขา A	ปั้มสูบน้ำทิ้ง (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	750
สาขา A	ปั้มสูบน้ำ (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	3,700
สาขา B	ปั้มลิฟต์ (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	750
สาขา B	ปั้มสูบน้ำ (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	375
สาขา B	ปั้มสูบน้ำทิ้ง (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	7,500
สาขา A	Transfer pump (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	45,000
สาขา A	ปั้มสูบน้ำทิ้ง (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	3	16,200
สาขา A	ปั้มสูบน้ำทิ้ง (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	20,100
สาขา B	ปั้มสูบน้ำทิ้ง (จำนวน 2 ตัว ลิฟต์ทำงาน)	1	10,050



**SAUNIC
2023**



ศูนย์วิจัย
SAU



ผู้ทำการวิจัยได้เก็บสถิติช่วงเวลาการใช้น้ำที่สำคัญและแบ่งช่วงเวลาการเปิดเติมน้ำเข้า Roof Tank ออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ช่วงเวลา 07:00 น. – 08:30 น. ใช้เวลา 1

ชั่วโมงโดยประมาณ (Off Peak)

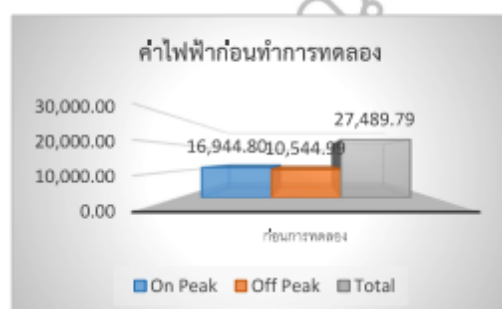
ช่วงเวลา 16:30 น. – 18:00 น. ใช้เวลา 1

ชั่วโมงครึ่งโดยประมาณ (On Peak)

ช่วงเวลา 02:00 น. – 03:30 น. ใช้เวลา 1

ชั่วโมงโดยประมาณ (Off Peak)

ซึ่งเดิมช่วงเวลา On Peak อุปกรณ์ Transfer pump มีสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 4,050 kWh/เดือน มียอดค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak อยู่ที่ 16,944.80 บาท/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak มีสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 4,050 kWh/เดือน มียอดค่าไฟฟ้าในช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 10,544.99 บาท/เดือน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนทำการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการประกาศมาตรการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของอุปกรณ์ Transfer pump เป็นแบบ เปิด-ปิดตามช่วงเวลา ผู้ทำการวิจัยได้ทำการปรับเวลาการเปิดใช้งาน Transfer pump ช่วงเวลา On Peak เป็น 1.5 ชั่วโมง/วัน และช่วงเวลา Off Peak เป็น 2 ชั่วโมง/วัน โดยสามารถคำนวณตามสูตรได้ดังนี้

ช่วงเวลา On Peak

$$\begin{aligned} \text{kWh/Day} &= (45,000 \times 1 \times 1.5) / 1000 \\ &= 67.5 \end{aligned}$$

และเมื่อ ท้า kWh/Day มาค นวนค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

$$\text{Baht/Day} = 67.5 \times 4.1839$$

$$= 282.41 \text{ บาท}$$

$$\text{Baht/Month} = 282.41 \times 30$$

$$= 8,472.3 \text{ บาท}$$

ช่วงเวลา Off Peak

$$\text{kWh/Day} = (45,000 \times 1 \times 2) / 1000$$

$$= 90$$

และเมื่อ ท้า kWh/Day มาค นวนค่าใช้จ่ายสามารถคิดได้ดังนี้

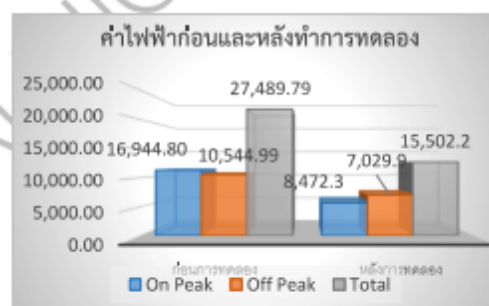
$$\text{Baht/Day} = 90 \times 2.6037$$

$$= 234.33 \text{ บาท}$$

$$\text{Baht/Month} = 234.33 \times 30$$

$$= 7,029.9 \text{ บาท}$$

สามารถลดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลา On Peak ลงไปเหลือ 8,472.3 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,025 kWh/เดือน และในส่วนของช่วงเวลา Off Peak อยู่ที่ 7,029.9 บาท/เดือน โดยจะใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 2,700 kWh/เดือน และเมื่อนำมารวมกันจะมียอดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 15,502.2 บาท/เดือน ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ค่าไฟฟ้าของ Transfer pump ก่อนและหลังทำการทดลอง

5. สรุปผลการทดสอบ

จากการทดลองพบว่าอาคาร จะมีค่าใช้จ่ายในกลุ่มแสงสว่างทางเดินลดลงไป 3,014 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ


**SAUNIC
2023**


สถาบันฯ



ที่ 36,168 บาท/ปี และมีค่าใช้จ่ายในกลุ่มเครื่องปรับอากาศในพื้นที่ส่วนกลางลดลงไป 2,823 บาท/เดือน คิดเป็นปีอยู่ที่ 33,876 บาท/ปี และในส่วนค่าใช้จ่ายในกลุ่มเครื่องจักรงานระบบ (Transfer pump) ลดลงไป 11,987.59 บาท/เดือน คิดเป็นปีอยู่ที่ 143,851.08 บาท/ปี เมื่อรวมค่าใช้จ่ายที่ลดลงมารวมกันจะได้ยอดรวมอยู่ที่ 213,895.08 บาท/ปี ซึ่งถ้าหากควบคุมการใช้งานได้ตามแผนก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อปีอยู่ที่ประมาณ 1,313,518.55 บาท/ปี และหากนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น Smart Building System เข้ามาควบคุมการทำงานของโหลดต่าง ๆ ก็อาจทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงได้อีก

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของอาคาร Aeras Beachfront Condominium Pattaya ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการจัดทําโครงการ รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ ข้อมูลต่างๆ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2554) คู่มือฝึกอบรมโครงการพัฒนาผู้ตรวจสอบการจัดการพลังงาน, กรุงเทพมหานคร : สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านพลังงาน
- [2] กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. “คู่มือพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม.” กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552.
- [3] อรรถพงษ์ โกชนเกษ และชินันท์ ลิ้มศิริ (2562). กลยุทธ์การบูรณาการที่เหมาะสมสำหรับระบบจ่ายน้ำไฟฟ้า, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรายเรืออากาศ โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช, ปีที่ 15 มกราคม – ธันวาคม 2562
- [4] ปรัชพงศ์ นัสนัดตรง และ คุณณิณี หมู่มั่นศรี (2563). การศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัด

พลังงานในวิทยาลัยอาชีวศึกษา มหวิทยาลัยนครพนม จัดทํา ปี 2563, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (2563)

ประวัติผู้เขียนบทความ



นายชกรศักดิ์ เกือบัว

จบการศึกษาปริญญาตรี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์ ปัจจุบันปฏิบัติงานอยู่ที่ บริษัท เอ็นทรัส พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด ต. ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายบำรุงรักษา



นาย วินัย เสาโบน้อย

จบการศึกษาปริญญาตรี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์ ปัจจุบันปฏิบัติงานอยู่ที่ บริษัท โซคอน ซี้ ไฮ-เทค เพอร์ซิง จำกัด ต. ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้า



มศ.ดร.สมศักดิ์ สิริปรมาณนท์

ปัจจุบัน รัต ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์



รศ.ดร. บุญเลิศ สือเคย

ปัจจุบัน รัต ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายขจรศักดิ์ เกิดบัว
 วัน เดือน ปีเกิด 24 เมษายน 2535 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
 ที่อยู่ปัจจุบัน 68/255 หมู่บ้านเซนโทร เพชรเกษม 69 ถนนเลียบคลองภาษีเจริญ
 แขวงหนองแขม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160
 โทร. 080-2161099

ประวัติการศึกษา 2553 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2559 – 2562 เซ็นจูรี ทเวนตีวัน พร็อพเพอร์ตี้ เอ็มส์ จำกัด
 พ.ศ. 2562 – ปัจจุบัน เอ็นทรัส พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด

ความชำนาญเฉพาะด้าน

1. การบริหารอาคารและกฎหมายพรบ.อาคารชุด
2. การติดตั้งและดูแลระบบอาคาร

ผลงานทางวิชาการขณะศึกษา

1. ขจรศักดิ์ เกิดบัว, วินัย และไบน้อย, ผศ.ดร.สมศักดิ์ สิริโพรานนท์, และ รศ.ดร.บุญเลิศ สือเฉย, “การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทอาคารชุด,” *การประชุมวิชาการระดับชาติ สหวิชาการเอเชียอาคเนย์ 2566 ครั้งที่ 10 (SAUNIC 2023)* วันที่ 1-2 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566 ณ โรงแรมริชมอนด์ สไตลิช คอนเวนชั่น รัตนาธิเบศร์ นนทบุรี