การจัดการพลังงานภายในอาคาร สำหรับหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

นายณัชกฤช ธนสรวิชยา
นายณัฐพล ยุกิจภูติ
นางสาวสุภาวดี วงษ์ดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การจัดการพลังงานภายในอาคาร สำหรับหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

นายณัชกฤช ธนสรวิชยา

นายณัฐพล ยุกิจภูติ

นางสาวสุภาวดี วงษ์ดี

b.00266079

TB00267

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

NUTCHAKIT THANASORNWICHAYA

NATTAPOL YUKITPHUTI

SUPAWADEE WONGDEE

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2560

การจัดการพลังงานภายในอาคาร สำหรับหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

นาย ณัชกฤช ธนสรวิชยา

นาย ณัฐพล ยุกิจภูติ

นางสาว สุภาวดี วงษ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ธีรพล โพธิ์พงศ์วิวัฒน์

ดร.วรุตม์ สูอำพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจัดการด้านพลังงานภายในอาคารสำหรับหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้จัดทำ

1. นาย ณัชกฤช ธนสรวิชยา
2. นาย ณัฐพล ยุกิจภูติ
3. นางสาว สุภาวดี วงษ์ดี

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ธีรพล โพธิ์พงศ์วิวัฒน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.วรุตม์ สูอำพัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการพลังงานภายในอาคาร สำหรับหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายณัชกฤช	ธนสรวิชยา	
นายณัฐพล	ยุกิจภูติ	
นางสาวสุภาวดี	วงษ์ดี	
ดร.ธีรพล	โพธิ์พงศ์วิวัฒน์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.วรุตม์	สูอำพัน	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษามาตรการประหยัดพลังงานภายในอาคารที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานประเภทที่พักอาศัยภายในหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยนำแนวคิดของ PDCA model มาใช้ในการวางแผนการจัดการพลังงานเบื้องต้นเพื่อหาแนวทางของมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและจัดทำการทดลองตามแผนการจัดการพลังงานพร้อมกับจำลองสมการการคำนวณพลังงานที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง จากผลการศึกษาการใช้พลังงานภายในห้องทดลอง ซึ่งประกอบด้วยระบบปรับอากาศ แสงสว่าง และ เต้ารับ พบว่าระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการการใช้พลังงานสูงสุด จึงทำการวิเคราะห์มาตรการในการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศและทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองสำหรับ มาตรการที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 องศาเซลเซียส สามารถลดการใช้พลังงานได้ 18.4 % และ มาตรการที่ 2 การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน สามารถลดการใช้พลังงานได้ 31.7 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

Mr. NUTCHAKIT THANASORNWICHAYA
Mr. NATTAPOL YUKITPHUTI
Ms. SUPAWADEE WONGDEE
Dr. TEERAPHON PHOPHONGVIWAT Advisor
Dr. WARUT SUAMPUN Co-advisor
Year 2017

ABSTRACT

This thesis is a study of energy saving measures in buildings that are suitable for residential energy use in dormitories of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Used the PDCA model in a primary energy managed planning to find out how to improve energy efficiency and reduce energy consumption. Experimented with the energy management plan and created the estimated energy consumed equation to which is suitable for the actual energy consumption. Considered energy consumption of a testing room that consists of air conditioning, lighting and sockets. The air conditioning system has the highest proportion of energy consumption. So analyzed scenarios to save energy of the air conditioning system and experimented for 2 scenarios; increasing 1°C of setting temperature of air conditioning system could reduce energy consumption of air conditioners 18.4 %.and cleaning condensing units could reduce energy consumption of air conditioners 31.7 %.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ธีรพล โพธิ์พงศ์วิวัฒน์ และดร.วรุตม์ สูอำพัน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และแนะแนวทางการปฏิบัติต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย รวมถึงการให้คำปรึกษาต่าง ๆ เมื่อเกิดปัญหาระหว่างดำเนินโครงงานวิจัยและที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้ความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนอาจารย์ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้คำสั่งสอนและให้ความรู้ซึ่งนั่นเป็นทรัพย์ที่มีค่าที่สุดในการประกอบอาชีพ

ขอขอบพระคุณ บริษัท เมเดนชา จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนตลอดจนปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อุปการะเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาจนสามารถสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในครั้งนี้ได้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้แก่ทุกท่านที่สนใจสามารถนำไปศึกษาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและใช้ในงานวิจัยด้านอื่น ๆ ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	X
สัญลักษณ์	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงา	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความหมายการจัดการพลังงานภายในอาคาร	5
2.2 การอนุรักษ์พลังงาน	5
2.3 มาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน	6
2.4 อัตราค่าไฟฟ้า	7
2.4.1. อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน	7
2.4.2. อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้	8
2.4.3. ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า	10
2.5 หลักการทำความเย็น	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)	11
2.6.1 การนำความร้อน (Conduction)	11
2.6.2 การพาความร้อน (Convection)	12
2.6.3 การแผ่รังสี (Radiation)	12
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ (Comfort zone)	12
2.7.1 อุณหภูมิ	12
2.7.2 ความชื้นในอากาศ	12
2.7.3 การหมุนเวียนของอากาศ	12
2.7.4 ความสะอาดของอากาศ	12
2.8 ภาระการปรับอากาศ (Air conditioning load)	13
2.8.1 ภาระความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศ	13
2.8.2 ความร้อนที่เข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศผ่านผนังทึบ	13
2.8.3 ความร้อนจากคนภายในพื้นที่ปรับอากาศ	14
2.8.4 ความร้อนจากอุปกรณ์ในพื้นที่ปรับอากาศ	15
2.10 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ	15
2.11 การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร	15
2.12 การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร	16
2.13 การคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร	17
2.14 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์	18
2.15 การประยุกต์จีเนติกอัลกอริธึมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด	18
2.15.1 ความหมายของจีเนติกอัลกอริธึม	18
2.15.2 การทำงานของเจนเนติกอัลกอริทึม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	20
3.1 ข้อมูลทั่วไป	20
3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานภายในอาคาร	20
3.2.1 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	20
3.2.2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น	23
3.3 ข้อมูลห้องทดลอง	25
3.4 อุปกรณ์ในการทดลอง	25
3.4.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	25
3.4.2 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า (Power Quality Analyzer)	26
3.5 ขั้นตอนการทดลอง	26
3.5.1 การทดลองที่ 1 เพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้น 1 °C	26
3.5.2 การทดลองล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน	27
3.5.3 คำนวณหาค่าพลังงานโดยโปรแกรม	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 สัดส่วนการทำงานของโหลดภายในห้องทดลอง	29
4.2 การทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ	30
4.2.1 การทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลอง	30
4.2.2 ค่าพลังงานเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C	31
4.2.3 ค่าพลังงานเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน	31
4.3 จำลองโดยการใช้ MATLAB/Simulink	32
4.3.1 การทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลอง	32
4.3.2 ค่าพลังงานเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C	33
4.3.3 ค่าพลังงานเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ผลการคำนวณหาค่า OTTV, RTTV ของอาคารโดยใช้จีเนติกอัลกอลิธึม 34

4.5 คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 34

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 35

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 35

5.1.1 สรุปมาตรการที่เหมาะสมสำหรับอาคารหอพักนักศึกษา สจล. 36

5.2 ปัญหาข้อเสนอแนะ 36

5.3 แนวทางการพัฒนา 37

5.3.1 การคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 37

5.3.2 แบบจำลอง RC Model 38

ภาคผนวก 41

ภาคผนวก ก บทความทางวิชาการ ก-1

ภาคผนวก ข การสำรวจแปลนอาคาร ข-1

ภาคผนวก ค ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ค-1

ภาคผนวก ง MATLAB Simulink ง-1

ประวัติผู้เขียน 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	PDCA model	7
2.2	วัฏจักรการทำความเย็น	11
3.1	ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน หอพักนักศึกษา (หญิง) ปี 2558 และปี 2559	20
3.2	ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน หอพักนักศึกษา (ชาย) ปี 2558 และปี 2559	21
3.3	ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อนรายเดือน หอพักนักศึกษา (หญิง) ปี 2558 และปี 2559	21
3.4	ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อนรายเดือน หอพักนักศึกษา (ชาย) ปี 2558 และปี 2559	22
3.5	ข้อมูลเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน	22
3.6	ข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์หลัก	23
3.8	แบบจำลองห้องทดลอง	25
3.9	Temperature Humidity USB Datalogger (TM-305U) ของบริษัท TENMARS ELECTRONICS	25
3.10	เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้ารุ่น C.A.8335 ของบริษัท CHAUVIN ARNOUX GROUP	26
3.11	การทดลองเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้น 1 °C	27
3.12	การทดลองล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน	27
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิ ของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C	30
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน	31
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลองจาก MATLAB/Simulink	32
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C จาก MATLAB/Simulink	33
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตันจาก MATLAB/Simulink	33
5.1	เปรียบเทียบค่าพลังงานระหว่างกรณีเครื่องปรับอากาศทำงานสภาวะปกติกับปรับตั้งอุณหภูมิเพิ่ม 1 °C	35
5.2	เปรียบเทียบค่าพลังงานระหว่างกรณีเครื่องปรับอากาศทำงานสภาวะปกติกับกรณีคอยล์ร้อนตัน	36
5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ		38
5.4 แบบจำลอง RC Modal ของห้องในหอพัก		38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินโครงงานการจัดการด้านพลังงานภายในหอพักนักศึกษาใหม่ของ สจล.	3
2.1	อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of day :TOD)	8
2.2	อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use :TOU)	10
2.3	ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น สำหรับผนังด้านที่สัมผัสแดด	14
3.1	ข้อมูลการใช้พื้นที่ภายในอาคารหอพักนักศึกษาใน สจล.	20
3.2	เป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานโดยกำหนดให้มีการใช้ปริมาณพลังงาน	23
3.3	ตารางผลการประเมินสภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น	24
4.1	สัดส่วนการใช้พลังงานของโหลดภายในห้องพัก	29
4.2	คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อห้องในแต่ละมาตรการ	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

ตัวแปร	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่ผิวของผนัง	m^2
A_i	พื้นที่ส่วนปรับอากาศ i	m^2
A_{ri}	พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง	m^2
COP_i	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็กหรือระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้งานสำหรับพื้นที่ i	
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	(Btu/hr)/W
EQD_i	กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต่อหน่วยพื้นที่ i	W/m^2
ESR	ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและผนังทึบ	W/m^2
LPD_i	กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ i	W/m^2
n_k	จำนวนชั่วโมงการใช้งานของอาคาร	
$OCCU_i$	ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารในพื้นที่ i	$people/m^2$
$OTTV$	การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร	
PVE	ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์	kWh
Q	ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ	W
$RTTV$	การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร	
SC	สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด	
$SHGC$	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสง	
SRR	อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

ตัวแปร	ความหมาย	หน่วย
TD_{eq}	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent temperature difference) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของ ผนังทึบ	°C
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	W/m^2 °C
U_f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง	W/(m^2·°C)
Ur	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา	W/m^2·°C
Us	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง	W/m^2·°C
U_w	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ	W/(m^2·°C)
$VENT$	อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ สำหรับพื้นที่ i	l/s
ΔT	ผลต่างอุณหภูมิระหว่างภายในกับภายนอกของพื้นที่ปรับอากาศ	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาโลกร้อนและปัญหาทางด้านพลังงานมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทางสังคมเศรษฐกิจและด้านต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้จากหลายหน่วยงานให้ความสำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงาน เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานเพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นและให้มีการจัดหาพลังงานทั้งในและนอกประเทศเพื่อสนองความต้องการมากขึ้นไปด้วย ซึ่งการจัดการพลังงานเป็นสิ่งสำคัญและเป็นหน้าที่ที่ทุกคนต้องร่วมมือกันใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้พลังงานคงอยู่ต่อไป ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้วิธีการใช้พลังงานและมีการวางแผนการจัดการพลังงานในอนาคต โดยเริ่มจากสถาบันการศึกษาคือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาด้านพลังงานซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญ การประหยัดพลังงานเป็นการประหยัดจากการใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีการวางแผนการจัดการพลังงานโดยPDCA model ควบคู่กับการกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานบริเวณนั้นๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาระบบการจัดการพลังงานภายในอาคาร
2. เพื่อศึกษามาตรการและแนวทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม
3. เพื่อคาดเดาแนวทางการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคาร
4. เพื่อศึกษาสมการการคาดการค่าการใช้พลังงานภายในอาคารเมื่อมีพารามิเตอร์ ไม่ทราบค่า

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาภายในหอพักนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งเป็นลักษณะการใช้พลังงานประเภทที่อยู่อาศัย เฉพาะกรณีกลางวันเท่านั้น เนื่องจากพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศในตอนกลางวัน เพราะตอนกลางวันมีอุณหภูมิสูงทำให้ความต้องการการใช้เครื่องปรับอากาศสูง โดยศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ 25 ℃ 26 ℃ และ 27 ℃ ใน และศึกษาการล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. สำรวจแบบแปลนอาคารสถานที่จริงและแก้ไขแบบแปลน
2. ตรวจสอบการใช้พลังงานภายในอาคารย้อนหลัง 2 ถึง 3 ปี
3. ประเมินสถานการณ์ในปัจจุบันพร้อมทั้งวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน
4. ดำเนินการตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน
5. ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน
6. วิเคราะห์ผลประหยัดพลังงานจากมาตรการที่กำหนด
7. ทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน
8. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงานการจัดการด้านพลังงานภายในหอพักนักศึกษาใหม่ สจล.

วิธีการดำเนินการ	ระยะเวลา									
	ปี 2560					ปี 2561				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. สำรวจแบบแปลนอาคารสถานที่จริงและแก้ไขแบบแปลน		⇠⇢								
2. ตรวจสอบการใช้พลังงานภายในอาคารย้อนหลัง 2 ถึง 3 ปี		⇠⇢								
3. ประเมินสถานการณ์ในปัจจุบันพร้อมทั้งวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน			⇠⇢	⇠⇢	⇠⇢					
4. ดำเนินการตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน				⇠⇢	⇠⇢	⇠⇢	⇠⇢			
5. ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน							⇠⇢	⇠⇢		
6. วิเคราะห์ผลประหยัดพลังงานจากมาตรการที่กำหนด								⇠⇢	⇠⇢	
7. ทบทวน แก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน								⇠⇢	⇠⇢	
8. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ									⇠⇢	⇠⇢

⇠⇢ วางแผน ⇠⇢ ดำเนินงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำรายงานการจัดการพลังงานเพื่อส่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
2. ทราบแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
3. สามารถวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจากข้อมูลที่ได้จาก MATLAB simulation
4. ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการพลังงานภายในอาคารและพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันไฟฟ้าถือเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ประเทศหลาย ๆ ประเทศต่างก็มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงรวมถึงประเทศไทยด้วย สภาวะปัจจุบันของประเทศที่กำลังประสบปัญหาด้านพลังงานซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและการดำรงชีวิตของประชาชนเป็นอย่างมาก ดังนั้นการจัดการพลังงานเป็นสิ่งสำคัญและเป็นหน้าที่ที่ทุกคนต้องร่วมมือกันใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดอย่างต่อเนื่องเพื่อให้พลังงานคงอยู่ต่อไป

2.1 ความหมายการจัดการพลังงานภายในอาคาร

การจัดการพลังงานภายในอาคารคือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นรูปธรรมและเป็นไปอย่างต่อเนื่องภายในองค์กรซึ่งประกอบด้วย บุคลากร ทรัพยากร นโยบายและขั้นตอนการดำเนินงาน โดยมีการประสานงานอย่างเป็นระบบ ดังนั้น จึงมีการจัดทำนโยบายให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมดำเนินการจัดการพลังงานขึ้นภายในองค์กรตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานควบคุมและอาคารควบคุม มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2.2 การอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงาน คือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในกิจการแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากแหล่งผลิตและใช้พลังงานด้วย การอนุรักษ์สามารถนำไปใช้ได้กับการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง[1] การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความร้อนด้วยไฟฟ้าและการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์ เป็นต้น การสร้างนโยบายด้านพลังงานของรัฐบาลเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

แนวทางในการอนุรักษ์พลังงานหรือการใช้พลังงานเชิงอนุรักษ์ที่สำคัญ ได้แก่

1. การใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่าโดยการสร้างค่านิยมและจิตใต้สำนึกการใช้พลังงาน

2. การใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่าจะต้องมีการวางแผนและควบคุมการใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดมีการลดการสูญเสียพลังงานทุกขั้นตอน มีการตรวจสอบและดูแลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าตลอดเวลาเพื่อลดการรั่วไหลของพลังงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้พลังงานทดแทนโดยเฉพาะพลังงานที่ได้จากธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำและอื่น ๆ

4. การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าเบอร์5 หลอดผอมประหยัดไฟ เป็นต้น

5. การเพิ่มประสิทธิภาพเชื้อเพลิง เช่นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้เชื้อเพลิงให้พลังงานมากขึ้น

6. การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่โดยการนำวัสดุที่ชำรุดนำมาซ่อมใช้ใหม่ การลดการทิ้งขยะที่ไม่จำเป็นหรือการหมุนเวียนกลับมาผลิตใหม่ (Recycle)

2.3 มาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน(International Organization for Standardization หรือ ISO) เป็นองค์การที่มีวัตถุประสงค์ส่งเสริมให้องค์กรดำเนินการปรับปรุงสมรรถนะพลังงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดกรปล่อยก๊าซเรือนกระจกและอื่น ๆ รวมถึงการลดระดับต้นทุนด้านพลังงานซึ่งระบบการจัดการพลังงานมีการนำ ISO 50001 มาใช้[2] สำหรับมาตรฐาน ISO 50001 คือมาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 8 ประการดังนี้

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพลังงานขององค์กร

2. องค์กรต้องการดำเนินการด้านการจัดการพลังงานที่ออกมาเป็นรูปธรรม สามารถนำมาปฏิบัติได้จริงและมีการปรับปรุงด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง

3. องค์กรต้องมีการปรับปรุงการใช้ทรัพยากรด้านพลังงานให้คุ้มค่ากับการลงทุนเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

4. สนับสนุนให้เกิดการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในด้านประสิทธิภาพพลังงาน

5. องค์กรต้องควบคุมผู้ส่งมอบที่เกี่ยวข้องตลอดการผลิตเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

6. มีการใช้มาตรฐานนี้เพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบ การวัด การจัดทำระบบเอกสารและการรายงานผลการปรับปรุงด้านพลังงานและการจัดการในโครงการที่เกี่ยงข้องเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกไป

7. สำหรับองค์กรที่มีสาขามากกว่า 1 ประเทศควรมีการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานที่เป็นรูปแบบเดียวกันทุกสาขา

8. จัดการส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดพฤติกรรมที่ดีและมีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการด้านพลังงาน

ISO 50001 คือองค์กรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและพลังงานโดยกำหนดมาตรการเพื่อควบคุมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยนำขั้นตอนการจัดการพลังงานทั้ง 8 ขั้นตอนและข้อกำหนดในมาตรฐานนี้สามารถแบ่งข้อกำหนดออกเป็น 4 ส่วนหลักตาม PDCA model ดังต่อไปนี้

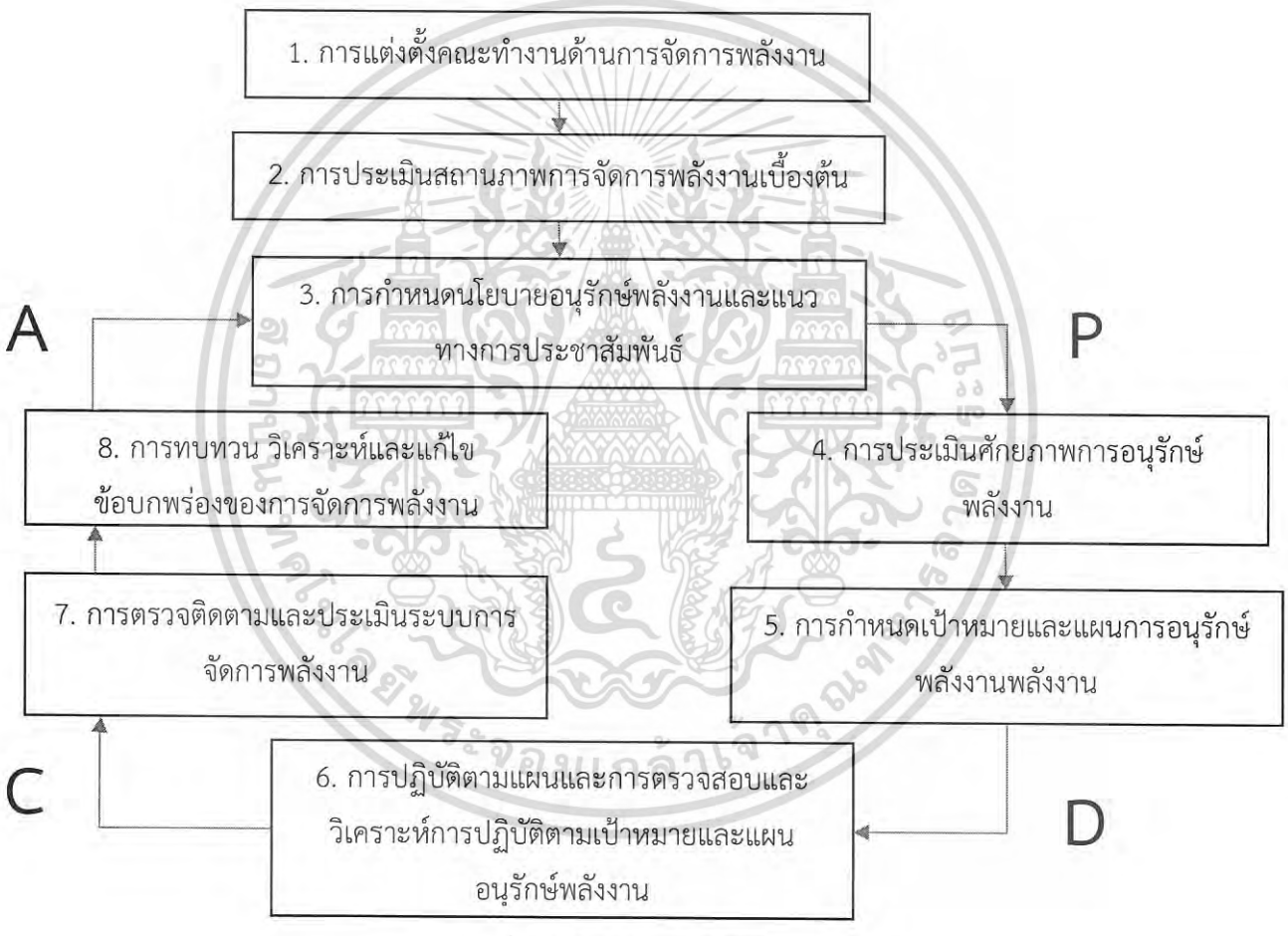
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P (Plan) การวางแผนพลังงาน โดยทบทวนการใช้พลังงานและจัดทำดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กรเพื่อชี้โอกาสในการปรับปรุงสมรรถนะพลังงานขององค์กร

D (Do) การปฏิบัติ องค์กรการดำเนินการตามแผนปฏิบัติด้านพลังงาน ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินการด้านอื่น ๆ ที่จะทำให้ระบบการจัดการพลังงานมีความยั่งยืน

C (Check) การตรวจสอบองค์กรมีการเฝ้าติดตาม ตรวจสอบการดำเนินงานและการตรวจประเมินภายในองค์กรเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่าระบบการจัดการพลังงานขององค์กรยังคงอยู่

A (Act) การแก้ไขปรับปรุงองค์กรมีการดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบเพื่อปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.1 PDCA model

2.4 อัตราค่าไฟฟ้า

2.4.1. อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate, TOD)

มีการกำหนดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าบริการดังตารางอัตราตามช่วงเวลาของการใช้[3] แสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of day :TOD)

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Baht/unit)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/unit)
	On Peak	Partial Peak	Off Peak	
1. แรงดันตั้งแต่ 69 kVขึ้นไป	224.3	29.91	0	1.666
2. แรงดัน 22-33 kVขึ้นไป	285.05	58.88	0	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 22 kVขึ้นไป	332.71	68.22	0	1.7314

หมายเหตุ: On Peak คิดที่ช่วงเวลา: เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน

Partial Peak คิดที่ช่วงเวลา: เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน

Off Peak คิดที่ช่วงเวลา: เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD = On Peak + Partial Peak + ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด

จะเห็นว่าราคาบาท/หน่วย มีความแตกต่างกันที่ค่า Peak ซึ่งถ้าสามารถควบคุมการผลิตไม่ให้ผลิตในช่วงเวลา 18.30-21.30 น. ได้ หรือผลิตน้อยที่สุด จะสามารถลดการจ่ายค่าไฟฟ้าในส่วนของค่า Peak ได้มากขึ้น

2.4.2. อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้

อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate, TOU) คือ อัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง โดยมีการกำหนดช่วงเวลา โดยค่าไฟฟ้าจะแพงในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (Peak) และค่าไฟฟ้าจะถูกในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อย (Off Peak) ในการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/unit) และค่าบริการ (Baht/month)[4] โดยอัตราค่าไฟฟ้ามีหลายอัตราแบ่งตามขนาด 8 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 บ้านที่อยู่อาศัย ซึ่งจะคลอบคลุมไปถึงวัด สถานประกอบศาสนกิจของศาสนาและบริเวณที่เกี่ยวข้องโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่น ๆ ในรัฐ รวมไปถึงบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดต่ำกว่า 30 kV โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียวกัน

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่น ๆ ในรัฐ รัฐวิสาหกิจ สถานทูต และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ รวมไปถึงบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดตั้งแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 kV แต่ไม่ถึง 1,000 kV และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 unit/month โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อธุรกิจ อุตสาหกรรม สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่น ๆ ของรัฐ สถานที่ที่ทำการระหว่างประเทศ รวมไปถึงบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 kV ขึ้นไปหรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าเกิน 250,000 unit/month โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อกิจการให้เช้าอาศัย โรงแรม รวมไปถึงบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดตั้งแต่ 30 kV โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร เป็นการใช้ไฟฟ้าในองค์กรที่ไม่ใช่ราชการแต่วัตถุประสงค์ที่จะให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทนใด ๆ โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร เป็นการใช้ไฟฟ้าให้การเกษตรของหน่วยงานราชการโดยใช้เครื่องสูบน้ำ กลุ่มเกษตรกรที่จดทะเบียนจัดตั้งกลุ่มเกษตรกร กลุ่มเกษตรกรที่หน่วยราชการรับรอง โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียวกัน

ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อการก่อสร้าง สถานที่ที่ไม่มีทะเบียนส่วนท้องถิ่น งานชั่วคราว รวมไปถึงการใช้ไฟฟ้าที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้องตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียวกัน

ข้อกำหนดช่วงเวลาอัตรา TOU

ช่วง Peak : เวลา 09.00 น. – 22.00 น. ; วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล

ช่วง Off Peak : เวลา 22.00 น. – 09.00 น. ; วันจันทร์ – ศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 น. – 24.00 น. ; วันเสาร์ – อาทิตย์, วันแรงงานแห่งชาติ, วันพืชมงคลที่ตรงกับวันเสาร์ – อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

*หากความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงในช่วง On-Peak (ของอัตรา TOU) ของเดือนใด ๆ สูงกว่าความต้องการพลัง ไฟฟ้าสารองตามสัญญานับได้ครบ 6 เดือน การไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค จะนาความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดที่ใช้จริงในช่วงเวลาดังกล่าว มากำหนดเป็นความต้องการพลังไฟฟ้าสารองตามสัญญาในเดือนถัดไป

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จะได้รับประโยชน์จากอัตราค่าไฟฟ้า TOU คือ ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ามากในช่วง Off Peak เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย กิจการเฉพาะอย่าง หรือผู้ใช้ไฟฟ้าที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าให้ไปใช้ไฟฟ้าในช่วง Off Peak มากขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการใช้ TOU ประเภท TOU3.2.2 ประเภทที่3 เป็นลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่น ๆ ของรัฐ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 30 ถึง 999 kV และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน โดยต้องผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว ซึ่งมีการกำหนดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าบริการดังตารางอัตราตามช่วงเวลาของการใช้แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use :TOU)

แรงดัน	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Baht/kV)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (Baht/kV)		ค่าบริการ (Baht/month)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
3.2.1 แรงดัน 69 kVขึ้นไป	74.14	0	4.1283	2.6107	312.24
3.2.2 แรงดัน 12-24 kV	132.93	0	4.2097	2.6295	312.24
3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 kV	210.00	0	4.3555	2.6627	312.24

2.4.3. ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าเป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

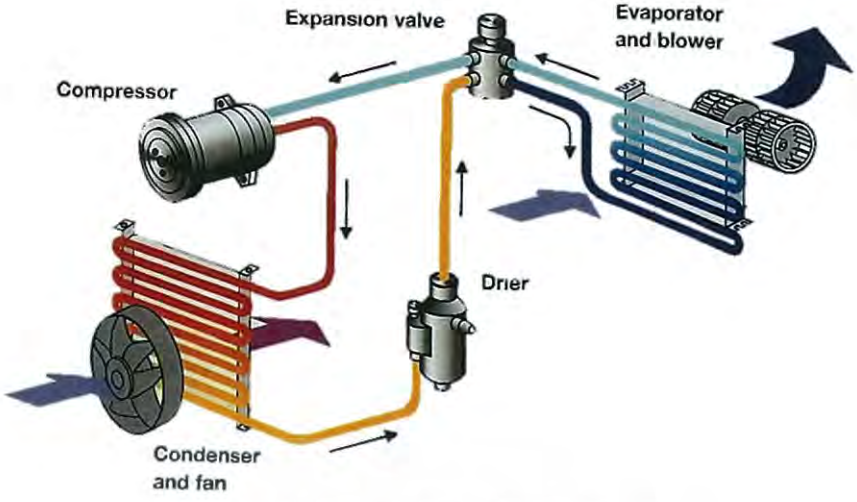
2. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือนประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าพื้นฐานและค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (F_t) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บทุกเดือนโดยแยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุก ๆ 4 เดือนโดยกำหนดให้เป็นอัตราที่/หน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.5 หลักการทำความเย็น

อุปกรณ์หลักในวัฏจักรการทำความเย็นประกอบด้วย

1. เครื่องอัด (Compressor)
2. เครื่องระเหย (Evaporator)
3. วาล์วขยายตัว (Expansion Valve)
4. เครื่องควบแน่น (Condensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วัฏจักรการทำความเย็น

จากรูป สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องทำระเหย (Evaporator) มีสภาวะเป็นไออิ่มตัว จากนั้นสารทำความเย็นจะไหลไปยังเครื่องอัด (Compressor) เพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิให้สูงจนทำให้สารทำความเย็นมีสภาวะเป็นไอร้อนยิ่งยวด สารทำความเย็นจะไหลไปเครื่องควบแน่น (Condenser) เพื่อระบายความร้อนออกโดยใบพัด ทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวจากสภาวะไอเป็นของเหลวที่ความดันคงที่ สารทำความเย็นไหลผ่านวาล์ว (Expansion Valve) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นส่งผลให้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอและควบคุมการไหลของสารทำความเย็น จากนั้นผ่านเข้าไปในเครื่องระเหยซึ่งทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบ ๆ เพื่อให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไออิ่มตัวและทำให้บริเวณใกล้เคียงเย็นขึ้น[5] วัฏจักรการทำความเย็นจะดำเนินวนซ้ำต่อไป

2.6 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น เมื่ออุณหภูมิระหว่างตำแหน่งสองตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่างกัน**[6]** โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า กลไกการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.6.1 การนำความร้อน (Conduction)

ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การพาความร้อน (Convection)

การพาความร้อน เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของของไหล โดยของไหลเมื่อถูกทำให้ร้อน ของไหลที่ถูกบรรจุความร้อนถูกทำให้เคลื่อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ตัวกลางของไหลเคลื่อนที่เวียนไปเนื่องจากโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลงส่วนโมเลกุลที่ร้อนและเบาจะลอยตัวขึ้นก็จะเกิดการไหลเวียนพาความร้อน

2.6.3 การแผ่รังสี (Radiation)

เป็นการถ่ายเทอุณหภูมิโดยที่พลังงานรังสีเดินทางจากแหล่งที่อุณหภูมิสูงกว่าในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปสู่ตำแหน่งที่อุณหภูมิต่ำกว่าและถูกดูดซับไปโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ (Comfort zone)

การปรับอากาศเป็นกระบวนการควบคุมสภาวะของอากาศเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ ซึ่งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นดังนั้นหน้าที่หลักของระบบปรับอากาศคือการทำความเย็นหรือถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่ใช้สอยด้วยวิธีการดึงอากาศออกไปโดยตรงหรือด้วยการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง[7] โดยปัจจัยของอากาศที่ต้องการควบคุมประกอบด้วย

2.7.1 อุณหภูมิ

เป็นสเกลที่จะบอกให้ทราบถึงความร้อนหรือหนาว โดยที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ร้อน อุณหภูมิต่ำจะทำให้หนาว ซึ่งหน่วยที่ใช้วัด อาจจะเป็นองศาเซลเซียส (°C) หรือองศาฟาเรนไฮน์ (°F) อุณหภูมิที่มนุษย์เรารู้สึกสบายจะอยู่ที่ 22-26 °C

2.7.2 ความชื้นในอากาศ

เป็นการบ่งบอกถึงปริมาณของไอน้ำที่อยู่ในอากาศ หากมีไอน้ำอยู่ในอากาศสูงจะเรียกว่าอากาศชื้น ซึ่งทำให้คนเรารู้สึกไม่สบาย อึดอัด แต่ถ้าไอน้ำในอากาศมีต่ำเกินไปจะทำให้เราผิวแห้งแสบได้ การบอกปริมาณของไอน้ำในอากาศมักนิยมบอกในรูปของความชื้นสัมพัทธ์ ปกติความชื้นสัมพัทธ์ที่คนเรารู้สึกสบายจะอยู่ที่ 40-70 %

2.7.3 การหมุนเวียนของอากาศ

อากาศที่หมุนเวียนเบา ๆ จะทำให้เราเกิดความสบาย เช่น เรานั่งอยู่ริมทะเลแต่เรารู้สึกสบายแม้ว่าอุณหภูมิที่ชายทะเลอาจจะสูง แต่ถ้าหากลมแรงเกินไปเราจะรู้สึกรำคาญและเหนียวตัวได้

2.7.4 ความสะอาดของอากาศ

ในปัจจุบันการจราจร โรงงานต่าง ๆ ได้ก่อให้เกิดฝุ่นละอองและควันพิษอย่างมากแก่อากาศ ส่วนหนึ่งของกระบวนการในการปรับอากาศจำเป็นที่จะต้องใช้แผ่นกรองเพื่อดักเอาเศษฝุ่นออกไปจากอากาศ ซึ่งจะทำให้อากาศสะอาดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ภาระการปรับอากาศ (Air conditioning load)

ภาระการปรับอากาศ คือ ปริมาณความร้อนทั้งหมดภายในพื้นที่ปรับอากาศที่เครื่องปรับอากาศจะต้องนำออกไป เพื่อลดและรักษาระดับอุณหภูมิให้ได้ที่ต้องการ[8] ภาระการทำความเย็นของแต่ละอาคารนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของอาคาร ซึ่งแหล่งที่มาของความร้อนภายในส่วนใหญ่ของภาระการปรับอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศ ได้แก่ คน ไฟแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆเช่น คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์

2.8.1 ภาระความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศ

ภาระความร้อนจากอากาศภายนอกเข้ามา เรียกว่า "ภาระการระบายอากาศ (Ventilating load)" หรือ "ภาระจากการรั่วไหล (Infiltration load)" คำว่า ภาระการระบายอากาศจะใช้กรณีเมื่ออากาศภายนอกที่เข้ามาเพื่อการหมุนเวียนอากาศ ส่วนภาระจากการรั่วไหลใช้ในกรณีเมื่ออากาศภายนอกที่เข้ามาเกิดจากการรั่วไหลโดยธรรมชาติ ผ่านรอยแตกต่าง ๆ ซึ่งการรั่วซึมแทบจะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นอากาศภายนอกที่เข้ามาจะขึ้นอยู่กับการเปิดปิดประตูเป็นหลัก

2.8.2 ความร้อนที่เข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศผ่านผนังทึบ

อัตราความร้อนที่ไหลผ่านผนังจากภายนอกเข้ามาภายในบริเวณห้องเย็น ถึงแม้ว่าจะมีฉนวนความร้อนหุ้มอยู่ก็ตาม ทั้งนี้การคำนวณภาระความร้อนในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังของห้องเย็น ผลกระทบเนื่องจากรังสีจากดวงอาทิตย์ และสภาวะอากาศรอบๆ ห้องเย็น

2.8.2.1 ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังของห้องเย็น ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังเท่ากับ ผลต่างของอุณหภูมิออกแบบของผนังด้านใน (คือ อุณหภูมิภายในห้องเย็นหรือบริเวณทำความเย็นที่ต้องการรักษาระดับไว้) กับอุณหภูมิด้านนอกของผนัง อุณหภูมิออกแบบโดยปกติขึ้นอยู่กับตัวผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิห้องเย็น ส่วนอุณหภูมิออกแบบภายนอกขึ้นอยู่กับตำแหน่งของห้องเย็น ถ้าผนังห้องเย็นอยู่ภายในอาคาร อุณหภูมิออกแบบภายนอกของห้องเย็นคืออุณหภูมิภายในของอาคาร แต่ถ้าเป็นกรณีผนังห้องเย็นติดกับภายนอกจะใช้อุณหภูมิที่สภาวะบรรยากาศของสถานที่ที่ติดตั้งห้องเย็นนั้น สำหรับประเทศไทยใช้ที่อุณหภูมิ 35˚C

2.8.2.2 ความแตกต่างอุณหภูมิของเพดานและพื้นห้องเย็น ถ้าห้องเย็นอยู่ภายในอาคารและมีช่องว่างระหว่างเพดานห้องเย็นและเพดานของอาคาร จะคิดเพดานห้องเย็น เช่นเดียวกับผนังภายในแต่ถ้าเพดานห้องเย็นติดกับภายนอกจะคิดเพดานห้องเย็นเสมือนผนังภายนอก เช่นเดียวกับพื้นห้องเย็นถ้าไม่ติดพื้นดินโดยตรงคิดเหมือนผนังภายใน แต่ถ้าติดพื้นดินโดยตรงใช้อุณหภูมิของพื้นดินเป็นเกณฑ์สำหรับประเทศไทยใช้ที่อุณหภูมิ 45˚C

2.8.2.3 ผลกระทบเนื่องจากรังสีจากดวงอาทิตย์ ผนังห้องเย็นที่ติดกับบริเวณภายนอกอาคารนั้นจะได้รับความร้อนบางส่วนจากการแผ่รังสี ทั้งโดยดวงอาทิตย์และวัตถุอุณหภูมิสูงอื่นๆ ซึ่งจะมีผลให้อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของผนังสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ ลักษณะจะคล้ายตัวถังด้านนอกของรถยนต์ที่จอดไว้กลางแดดจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมาก ดังนั้นค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่าง (TD) จึงต้องมีการปรับค่ามากขึ้นกว่าผลต่างของอุณหภูมิที่หาได้ ตารางที่ 2.3 แสดงค่าของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น กรณีผนังสัมผัสแดดในทิศทางต่างๆ

ตารางที่ 2.3 ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น สำหรับผนังด้านที่สัมผัสแดด

ชนิดของผิว	ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (°C)				
	ด้านตะวันออก	ด้านตะวันตก	ด้านเหนือ	ด้านใต้	หลังคา
พื้นผิวสีเข้ม	6	7	5	8	20
พื้นผิวสีเข้มกลางๆ	5	6	4	7	16
พื้นผิวสีอ่อน	4	5	3	6	12

(ดัดแปลงจากตารางของ ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1989)

การคำนวณภาระความร้อนที่ผ่านผนัง ในการคำนวณภาระความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาต้องคำนึงถึงความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาทุกๆ ด้าน ซึ่งรวมทั้ง เพดานและพื้นด้วย ถ้าผนังหรือบางส่วนของผนังมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน และมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ต่างกันจะต้องคำนวณแยกเป็นส่วนๆ ไป แต่ถ้าทุกด้านมีค่า U เท่ากัน และผลต่างอุณหภูมิ (T) เท่ากันสามารถรวมการคำนวณเข้าด้วยกันได้ แต่บางครั้ง ถ้าค่า U ต่างกันน้อยมาก หรือพื้นที่มีขนาดเล็ก อาจจะคำนวณรวมกันได้เช่นกัน ดังสมการที่ 2.1 ดังนี้

$$Q = A \times U \times \Delta T \qquad (2.1)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ผิวของผนัง หน่วย m^2

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม หน่วย $W/m^2 \cdot °C$

ΔT คือ ผลต่างอุณหภูมิระหว่างภายในกับภายนอกของพื้นที่ปรับอากาศ หน่วย °C

2.8.3 ความร้อนจากคนภายในพื้นที่ปรับอากาศ

ความร้อนจากคนขึ้นอยู่กับจำนวนคนกับลักษณะการทำกิจกรรมของคนภายในห้อง ถ้ามองในมุมของค่าความสบาย อาจเพิ่มในส่วนของการสวมใส่เสื้อผ้า หากเสื้อผ้าบางๆจะช่วยให้ร่างกายระบายความร้อนได้ดีขึ้นอีกด้วย ทั้ง 2 ปัจจัยที่กล่าวมาแล้วนี้ เป็นปัจจัยที่ยากต่อการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการระบายอากาศเพื่อความปลอดภัยของสุขภาพพนักงาน และเมื่อพิจารณาในส่วนของค่าความร้อนแฝงจากสมการที่ใช้ในการคำนวณ พบว่าไม่เกี่ยวข้องกับค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ

2.8.4 ความร้อนจากอุปกรณ์ในพื้นที่ปรับอากาศ

ความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่างจะขึ้นกับความจุของความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่าง รวมถึงจำนวนของหลอดความสว่างของหลอดไฟในแต่ละพื้นที่ เกี่ยวข้องกับลักษณะงานที่ทำและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการการใช้ไฟ ถูกกำหนดโดยกฎกระทรวงเรื่องการกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อนแสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2549

2.10 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กใช้ค่าสมรรถนะ (Coefficient of performance, COP) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ และพิกัดกำลังไฟฟ้า[9] โดยสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.2 ดังนี้

$$COP = \frac{Q}{W} \tag{2.2}$$

เมื่อ Q คือ ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น W

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น W

ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น คือประสิทธิภาพการใช้ความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยกำหนดในรูปของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งใช้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficient ratio, EER) หรืออัตราส่วนระหว่างขีดความสามรถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศและพิกัดกำลังไฟฟ้า โดยสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.3 ดังนี้

$$EER = 3.412(COP) \tag{2.3}$$

เมื่อ EER คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน มีหน่วยเป็น (Btu/h)/W

2.11 การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (Overall thermal transfer value, OTTV)

ค่าเฉลี่ยของความร้อนที่ผ่านเข้ามาต่อ 1 m^2 โดยมีหน่วยเป็น W/m^2 ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.4

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \tag{2.4}$$

เมื่อ U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ มีหน่วยเป็น $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent temperature difference) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของ ผนังทึบ มีหน่วยเป็น °C

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง มีหน่วยเป็น W/(m^2·°C)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็น °C

$SHGC$ คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและผนังทึบ มีหน่วยเป็น W/m^2

2.12 การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (Roof Thermal Transfer Value, RTTV)

การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร คือค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ผ่านหลังคาเข้ามาต่อ 1 m^2 ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.5

$$RTTVi = (Ur)(1-SRR)(TDeq) + (Us)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.5)$$

เมื่อ Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา มีหน่วยเป็น W/m^2·°C

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

$TDeq$ คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ของผนังทึบ มีหน่วยเป็น °C

Us คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง มีหน่วยเป็น W/m^2·°C

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

$SHGC$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน หรือปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ ผนังโปร่งแสง และ/หรือ ผนังทึบแสง มีหน่วยเป็น W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารให้คำนวณจากสมการที่ 2.6

$$E_p = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{A_i(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri}(RTTV_i)}{COP_i} + A_i \left\{ \frac{C_l(LPD_i) + C_e(EQD_i) + 130C_0(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] n_k + \sum_{i+1}^{n} A_i(LPD_i + EQD_i)n_h - PVE \quad (2.6)$$

เมื่อ LPD_i คือ กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ i มีหน่วยเป็น W/m^2

EQD_i คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต่อหน่วยพื้นที่i มีหน่วยเป็น W/m^2

$OCCU_i$ คือ ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารในพื้นที่ i มีหน่วยเป็น people/m^2

$VENT$ คือ อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ สำหรับพื้นที่ i มีหน่วยเป็น l/s

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

PVE คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น kWh และสำหรับการคำนวณการใช้พลังงานโดยรวมในอาคารอ้างอิงจะไม่มีค่า PVE ในสมการ

COP_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็ก หรือ ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้งานสำหรับพื้นที่ i

A_i คือ พื้นที่ส่วนปรับอากาศ i มีหน่วยเป็น m^2

A_{ri} คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง มีหน่วยเป็น m^2

n_k คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งานของอาคาร

2.14 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การเลือกระบบทางวิศวกรรม ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจโดยพิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่า โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การหาสภาพที่เหมาะสมในการทำงานของระบบมักจะเลือกสภาพการทำงานหรือระบบที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยน้อยที่สุด การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากคือ คิดระยะคืนทุน (Payback Period) วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้คำนวณประจำปีที่คุ้มทุนของโครงการที่กำลังพิจารณา[10] ซึ่งโครงการที่ใช้ระยะคืนทุนสั้นที่สุดจะเป็นโครงการที่ควรนำมาใช้ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 2.7

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเบื้องต้น (บาท)}}{\text{รายได้สุทธิเฉลี่ยตลอดปี (บาท/ปี)}} \tag{2.7}$$

2.15 การประยุกต์จีเนติกอัลกอริธึมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

2.15.1 ความหมายของจีเนติกอัลกอริธึม

จีเนติกอัลกอริธึม (Genetic Algorithm: GAs) เป็นวิธีการค้นหาคำตอบโดยมีพื้นฐานมาจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural Selection) และ กระบวนการคัดเลือกทางพันธุศาสตร์ (Natural Genetics Selection) โดยการคัดเลือก สตริง (String) ที่มีความเหมาะสมของกลุ่มสตริงทั้งหมดด้วยวิธีการสุ่ม จากการนำสตริงเหล่านี้ไปผ่าน กระบวนการคัดเลือกสตริงที่มีความเหมาะสม ซึ่งสตริงที่มีความเหมาะสมนี้ คือ คำตอบที่ดีที่สุดหรือ ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด GAs ไม่ใช่การสุมแบบง่ายๆ แต่มันเป็นการใช้ข้อมูลในรูปอดีตอย่างมี ประสิทธิภาพ เพื่อพิจารณาจุดทีบจะต้องค้นหาใหม่โดยการคาดหวังว่าสมรรถนะของการค้นพบจะดีขึ้น GAs ถูกพัฒนาขึ้นโดย Hcolland (1975) และคณะ [11] โดยมีป้าหมายในการวิจัย 2 อย่าง คือ เพื่อสรุปและ ดัดแปลงการใช้กระบวนการทางธรรมชาติให้ถูกต้องมากที่สุด และเพื่อออกแบบและสร้างซอฟแวร์ที่รักษากลไกที่สำคัญของธรรมชาติ ซึ่ง GAs แตกต่างกับวิธีการค้นหาและการทำ Optimization แบบอื่นๆ

2.15.2 การทำงานของจีเนติกอัลกอริธึม

การทำงานของจีเนติกอัลกอริธึมเริ่มต้นด้วย

1. สร้างประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) จากการสุ่มสร้างค่าแต่ละบิทของแต่ละโครโมโซม 12

2. แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซม โดยถอดรหัสค่าตัวแปรพารามิเตอร์ต่างๆ ของแต่ละบิทในโครโมโซมและคำนวณค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่กำหนดไว้

3. หลังจากนั้นทำการสร้างชุดโครโมโซมต้นแบบ (Mating Pool) หรือชุดโครโมโซมพ่อแม่ที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบ โดยใช้วิธีการคัดเลือกทางธรรมชาติที่พิจารณาจากค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม ถ้าโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมมากก็จะมีโอกาสถูกคัดเลือกเป็นต้นแบบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สุดท้ายก็ดำเนินการทางพันธุศาสตร์โดยการสุ่มจับคู่โครโมโซมต้นแบบเพื่อสร้างประชากรรุ่นใหม่ซึ่งกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.1 ข้อมูลทั่วไป

หอพักนักศึกษาใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เป็นอาคารประเภทพักอาศัย ความสูง 5 ชั้น เปิดใช้งานปี พ.ศ. 2550 ซึ่งลักษณะการใช้พื้นที่ในอาคารหอพักนักศึกษาใน สจล. แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลการใช้พื้นที่ภายในอาคารหอพักนักศึกษาใน สจล.

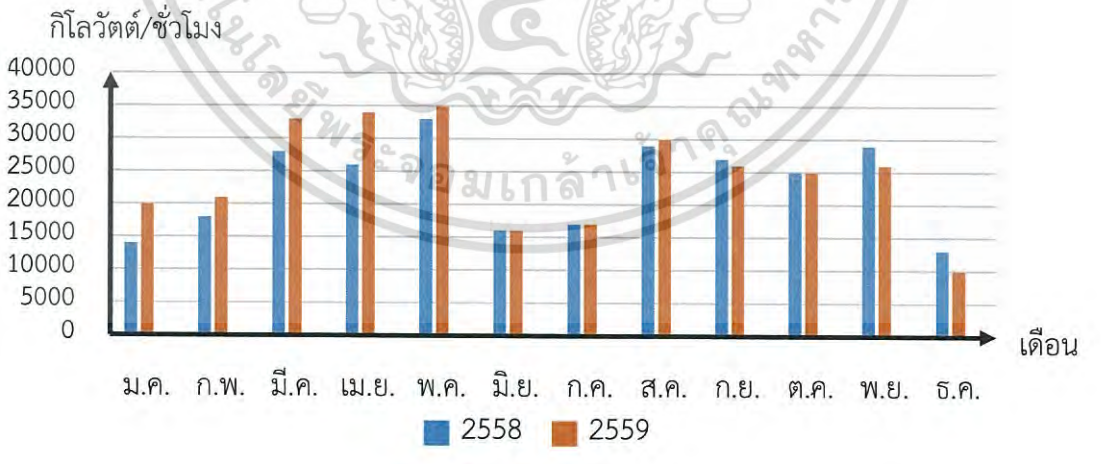
ชั้น	ลักษณะการใช้พื้นที่
1	ห้องพักนักศึกษา (โรงเรียนสาธิตนานาชาติพระจอมเกล้า)
2 - 5	ห้องพักนักศึกษา
ดาดฟ้า	ห้องปั๊ม

3.2 ข้อมูลการใช้พลังงานภายในอาคาร

3.2.1 การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

3.2.1.1 การประเมินระดับองค์กร

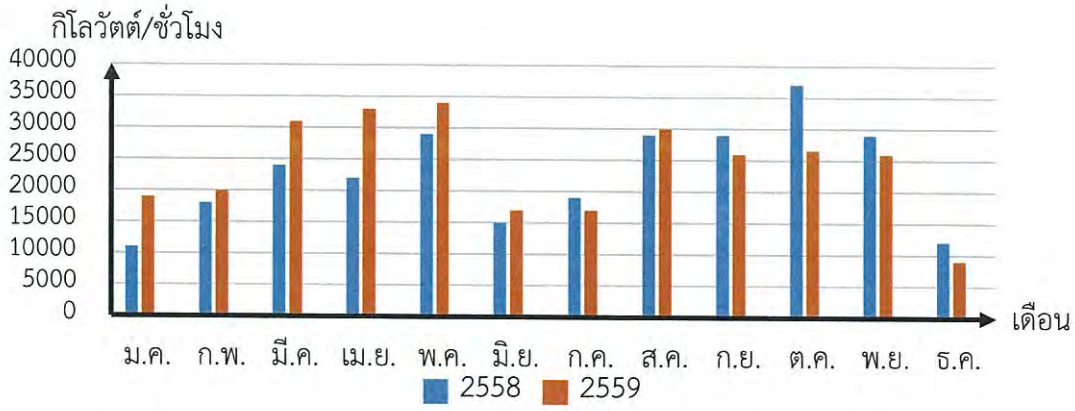
-เปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนหอพักนักศึกษา (หญิง) ปี 2558 และปี 2559

หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนหอพักนักศึกษา (ชาย)
ปี 2558 และปี 2559

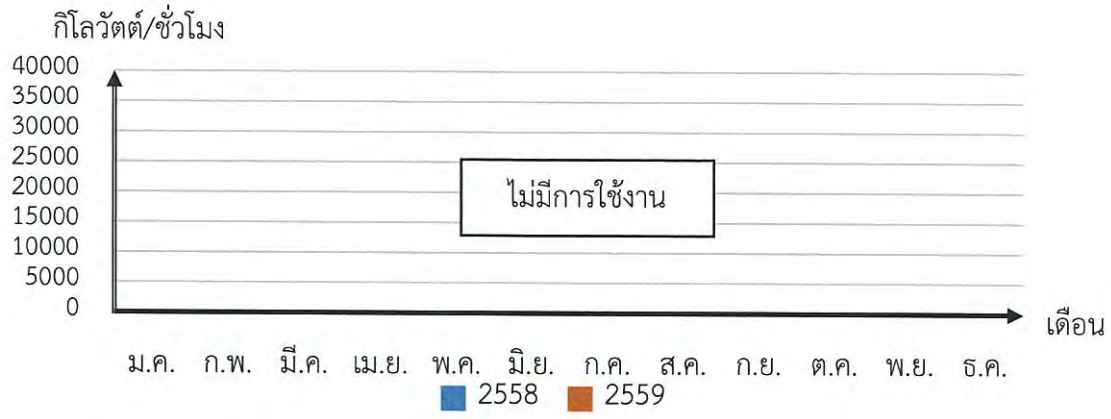
หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

-เปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานความร้อน

รูปที่ 3.3 ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อนรายเดือนหอพักนักศึกษา (หญิง)
ปี 2558 และปี 2559

หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

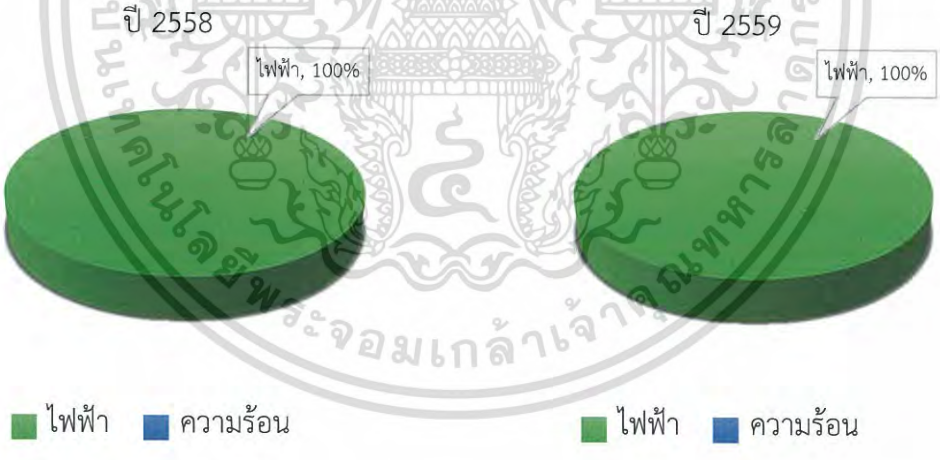


รูปที่ 3.4 ข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อนรายเดือนหอพักนักศึกษา (ชาย) ปี 2558 และปี 2559

หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

3.2.1.2 การประเมินระดับการบริการ

ค่าการใช้พลังงานจำเพาะของพื้นที่ใช้สอย โดยเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยที่ใช้จริงในรอบเดือน

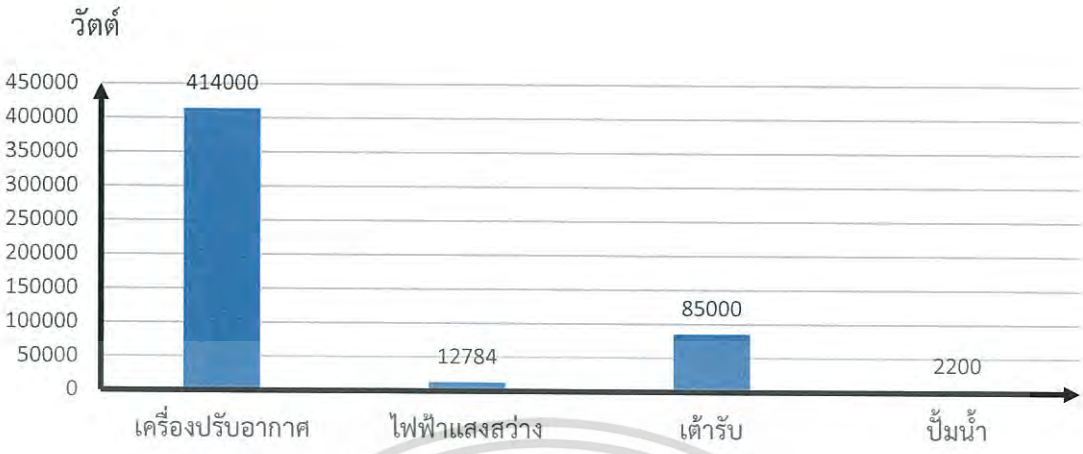


รูปที่ 3.5 ข้อมูลเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน

หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 การประเมินระดับเครื่องจักร/อุปกรณ์หลัก



รูปที่ 3.6 ข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์หลัก

หมายเหตุ : รายละเอียดการใช้พลังงานอ้างอิงอยู่ในภาคผนวก ค

จากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานข้างต้นพบว่า หอพักนักศึกษาใน สจล. มีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทุกปี ผู้จัดทำจึงมีการศึกษามาตรการและแนวทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของอาคารในโครงการฯ ที่เหมาะสม โดยมีเป้าหมายลดการใช้พลังงานลงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานโดยกำหนดให้มีการใช้ปริมาณพลังงาน

การกำหนดเป้าหมาย	ค่าเป้าหมาย
☑ ร้อยละที่ลดลงของปริมาณพลังงานที่ใช้เดิม	ร้อยละ 10
☐ ระดับของค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยบริการ	

3.2.2 การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

การประเมินพลังงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนที่จะมีการจัดการพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดการพลังงานในองค์กร และจัดสรรมาตรการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับอาคารในองค์กรซึ่งผลการประเมินสภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้นแสดงดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางผลการประเมินสภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

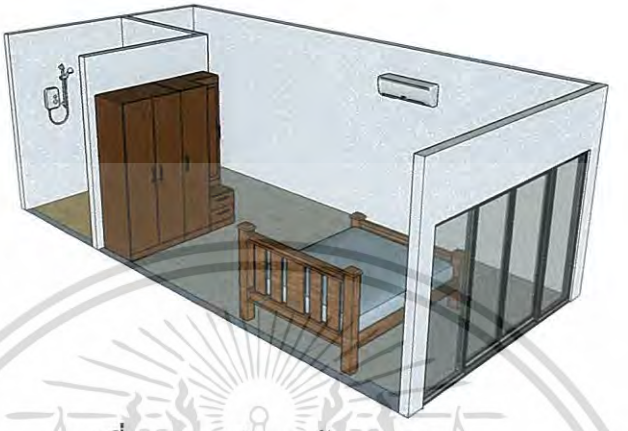
ระดับคะแนน	นโยบายอนุรักษ์พลังงาน	การจัดองค์กร	การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ	ระบบข้อมูลข่าวสาร	ประชาสัมพันธ์	การลงทุน
4	มีนโยบายการจัดการพลังงานจากฝ่ายบริหารและถือเป็นส่วนหนึ่งของนโยบายของบริษัท	มีการจัดองค์กรและเป็นโครงสร้างส่วนหนึ่งของฝ่ายบริหารกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบไว้ชัดเจน	มีการประสานงานระหว่างผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและทีมงานทุกระดับอย่างสม่ำเสมอ	กำหนดเป้าหมายที่ครอบคลุม ติดตามผลหาข้อผิดพลาด ประเมินผลและควบคุมการใช้ประมาณ	ประชาสัมพันธ์คุณค่าของการประหยัดพลังงานและผลการดำเนินงานของการจัดการพลังงาน	จัดสรรงบประมาณโดยละเอียดโดยพิจารณาถึงความสำคัญของโครงการ
3	มีนโยบายและมีการสนับสนุนเป็นครั้งคราวจากฝ่ายบริหาร	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานรายงานโดยตรงต่อคณะกรรมการจัดการพลังงานจึงประกอบด้วยหัวหน้าฝ่ายต่าง ๆ	คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานเป็นช่องทางหลักในการดำเนินงาน	แจ้งผลการใช้พลังงานจากมิเตอร์ย่อยให้แต่ละฝ่ายทราบแต่ไม่มีการแจ้งถึงผลการประหยัด	ให้พนักงานรับทราบโครงการอนุรักษ์พลังงานและให้มีการประชาสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ	ใช้ระยะเวลาคุ้มทุนเป็นหลักในการพิจารณาการลงทุน
2	ไม่มีการกำหนดนโยบายที่ชัดเจนโดยผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานรายงานต่อคณะกรรมการเฉพาะกิจ แต่สายงานบังคับบัญชาไม่ชัดเจน	คณะกรรมการเฉพาะกิจเป็นผู้ดำเนินการ	ทำรายงานติดตามประเมินผลโดยดูจากมิเตอร์ให้คณะกรรมการเฉพาะกิจเข้ามาเกี่ยวข้องกับการตั้งงบประมาณ	จัดฝึกอบรมให้พนักงานรับทราบเป็นครั้งคราว	ลงทุนโดยดูมาตรการที่มีระยะเวลาคุ้มทุนเร็ว
1	ไม่มีแนวทางปฏิบัติที่ทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร	ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบจำกัด	มีการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการระหว่างวิศวกรกับผู้ใช้พลังงาน (พนักงาน)	มีการสรุปรายงานด้านค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานเพื่อใช้กันภายในฝ่ายวิศวกรรม	แจ้งให้พนักงานทราบอย่างไม่เป็นทางการเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	พิจารณาเฉพาะมาตรการที่ลงทุนต่ำ
0	ไม่มีนโยบายที่ชัดเจน	ไม่มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน	ไม่มีการติดต่อกับผู้ใช้พลังงาน	ไม่มีระบบรวบรวมข้อมูลและบัญชีการใช้พลังงาน	ไม่มีการสนับสนุนการประหยัดพลังงาน	ไม่มีการลงทุนใดๆ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

หมายเหตุ : การประเมินการจัดการพลังงานทั้ง 6 ส่วน เมื่อได้คะแนนจากการประเมินจากคำถามในทุกองค์ประกอบให้ทำการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดตามคะแนนที่ได้ โดยเปรียบเทียบรูปร่างของลักษณะเส้นที่ได้จากการประเมินกับรูปร่างแบบต่างๆจากข้อมูล“ลักษณะเส้นแบบต่าง ๆ และการวิเคราะห์เพื่อประเมินสถานภาพการจัดการพลังงาน” (คู่มือฝึกอบรมการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน หน้า 1-16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ข้อมูลห้องทดลอง

การจำลองห้องทดลองเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานต่อห้อง โดยมีรายละเอียดของห้องมีพื้นที่ใช้สอยรวม 21.76 m^2 อุปกรณ์ภายในห้องประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศขนาด 12,451.41 Btu/hr, กำลังไฟฟ้า 1050 W และหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W จำนวน 2 หลอด



รูปที่ 3.8 แบบจำลองห้องทดลอง

3.4 อุปกรณ์ในการทดลอง

ผู้จัดทำได้ศึกษามาตรการการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและจัดทำการทดลองที่มีความเหมาะสมลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในหอพักนักศึกษาใน สจล. โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

3.4.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

อุปกรณ์ รุ่น TM-305U วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องเดียว สามารถวัดอุณหภูมิที่ -40 °C ถึง 85 °C วัดความชื้นสัมพัทธ์ที่ 1% ถึง 99%

รูปที่ 3.9 Temperature Humidity USB Datalogger (TM-305U)
ของบริษัท TENMARS ELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า (Power Quality Analyzer)

อุปกรณ์รุ่น C.A 8335 Qualistar นำมาใช้วิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ทำให้ทราบค่าทางไฟฟ้าและปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ไป

รูปที่ 3.10 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้ารุ่น C.A.8335 ของบริษัท CHAUVIN ARNOUX GROUP

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองแบ่งออกได้เป็น 2 การทดลองดังนี้

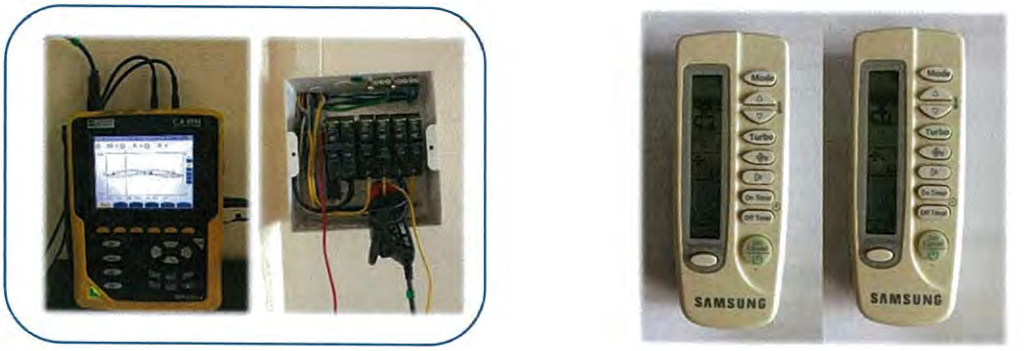
3.5.1 การทดลองที่ 1 เพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้น 1 °C

3.5.1.1 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 2 เครื่อง โดยแบ่งเป็นภายในห้องทดลอง 1 เครื่อง ติดตั้งบริเวณกลางห้องทดลอง และภายนอกห้องทดลอง 1 เครื่อง ติดตั้งบริเวณใต้คอมเพรสเซอร์ เพื่อให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยของบริเวณนั้น ๆ โดยจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิเพื่อนำมาเปรียบเทียบผลของการปรับอุณหภูมิต่อค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

3.5.1.2 ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า เชื่อมกับเบรกเกอร์เครื่องปรับอากาศซึ่งใช้ในการบันทึกค่ากระแส (Current), แรงดัน (Voltage), กำลังไฟฟ้า (Active power), กำลังไฟฟ้าเสมือน (Apparent power), กำลังไฟฟ้าจริง (Reactive power), ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) และตัวประกอบกำลังมูลฐาน (Displacement power factor) จากการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าพลังงาน

3.5.1.3 ปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศจากอุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การทดลองเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้น 1 °C

3.5.2 การทดลองล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

3.5.2.1 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า ดังการทดลองที่ 1

3.5.2.2 จำลองสถานการณ์โดยนำกระดาษเจาะจากนั้นนำไปปิดบริเวณคอยล์ร้อนเสมือนว่าคอยล์ร้อนมีสิ่งสกปรกอุดตันจึงเป็นสาเหตุให้คอยล์ร้อนทำงานหนักและต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการทำงานและวัดค่าพลังงานโดยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า

3.5.2.3 ล้างคอยล์ร้อนและวัดค่าพลังงานเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานเมื่อคอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

รูปที่ 3.12 การทดลองล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

3.5.3 คำนวณหาค่าพลังงานโดยโปรแกรม

3.5.3.1 เนื่องจากคณะผู้จัดทำไม่ทราบถึงวัสดุต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าพลังงานภายในห้องทดลองทำให้ต้องหาค่าพารามิเตอร์ก่อนนำมาคำนวณหาค่าพลังงาน ซึ่งการคำนวณหาค่าพลังงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 การหาค่าพารามิเตอร์โดยนำข้อมูลจากผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองมาใส่ในสมการที่ 3.1 และใช้โปรแกรม MATLAB มาช่วยในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเงื่อนไขต่าง ๆ ออกมา

$$Y = \left| 1 - \frac{E}{\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{A_i (OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri} (RTTV_i)}{COP_i} \right] n_k} \right|^2 \qquad (3.1)$$

เมื่อ E คือ ค่าพลังงานที่ได้จากการทดลอง

A_i คือ พื้นที่ส่วนปรับอากาศ มีหน่วย m^2

A_{ri} คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง มีหน่วย m^2

COP_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้งาน

n_k คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งานของห้องทดลอง

3.5.3.2 นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้หาค่าพลังงานจากสมการ 3.2 ดังนี้

$$E_p = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{A_i (OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri} (RTTV_i)}{COP_i} \right] n_k \qquad (3.2)$$

เมื่อ $OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การศึกษาแนวทางการจัดทำมาตรการที่เหมาะสมกับการใช้งาน ควรคำนึงถึงสัดส่วนการทำงานของโหลดภายในพื้นที่นั้นเพื่อเป็นตัวบ่งบอกว่าโหลดใดควรมีการควบคุมและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานมากที่สุดพบว่า เครื่องปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุด จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์หาแนวทาวทางการจัดทำมาตรการขึ้น ผู้จัดทำได้กำหนดเป้าหมายและมาตรการการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับอาคารที่มีการพักอาศัย นั่นคือการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแบบไม่ลงทุน (House Keeping) มาตรการรองรับคือ ลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และมาตรการล้างเครื่องปรับอากาศ โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิ, ความชื้นในอากาศ, การหมุนเวียนของอากาศ และความสะอาดของอากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สัดส่วนการทำงานของโหลดภายในห้องทดลอง

สัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามระบบไฟฟ้าเพื่อเป็นตัวบ่งบอกว่าโหลดใดมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดเพื่อจัดการควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ตารางที่ 4.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของโหลดภายในห้องพัก

อุปกรณ์ภายในห้อง / ข้อมูลการใช้งาน	ระบบปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,451.41 Btu/hr)	ระบบแสงสว่าง (หลอดไฟ)
สัดส่วนการทำงาน	0.5	1
กำลังไฟฟ้า (W)	1050	36
จำนวน	1	2
รวมกำลังไฟฟ้า(W)	525	72
จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน (hr/day)	8	6
จำนวนวันใช้งานต่อเดือน	12	30
จำนวนหน่วยไฟฟ้า	50.4	12.96
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)	79.55	20.45

หมายเหตุ : ข้อมูลขึ้นกับห้องและลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ

โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

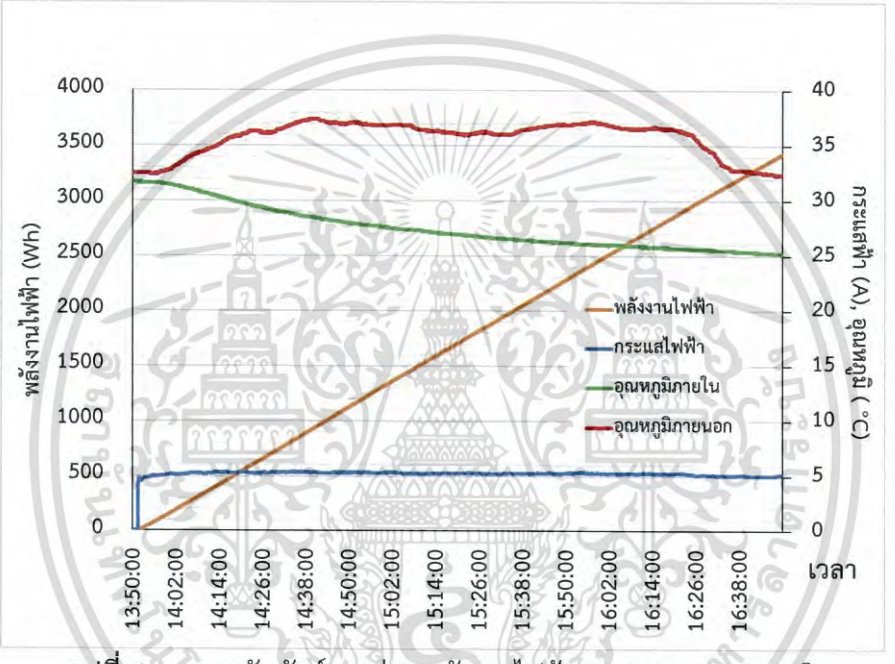
กรณีที่ 1 ทดลองเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานที่อุณหภูมิ 25 °C

กรณีที่ 2 ทดลองเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C

กรณีที่ 3 ทดลองเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

จากแผนการทดลองข้างต้น มีผลการทดลองในแต่ละกรณีดังนี้

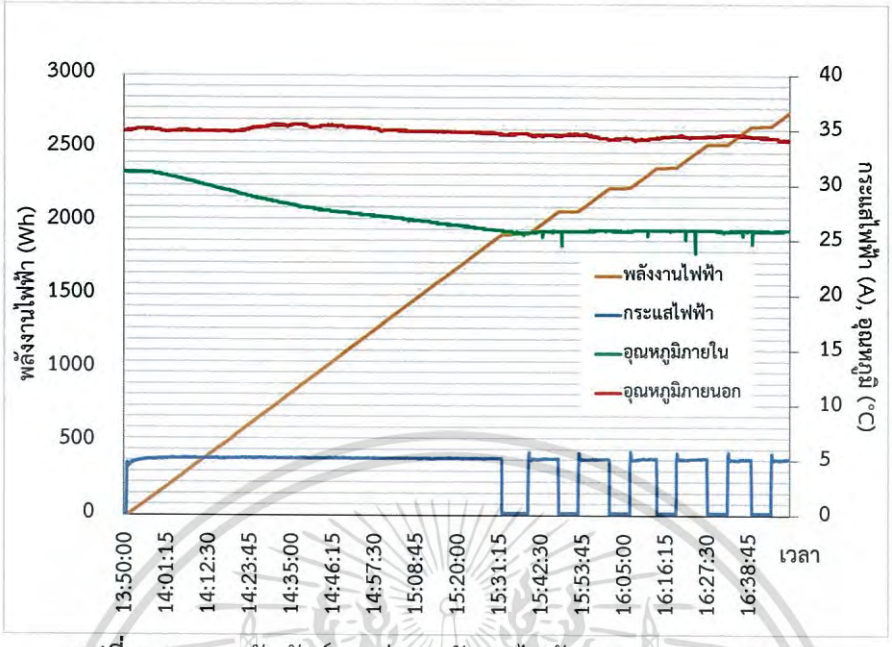
4.2.1 การทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลอง



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C

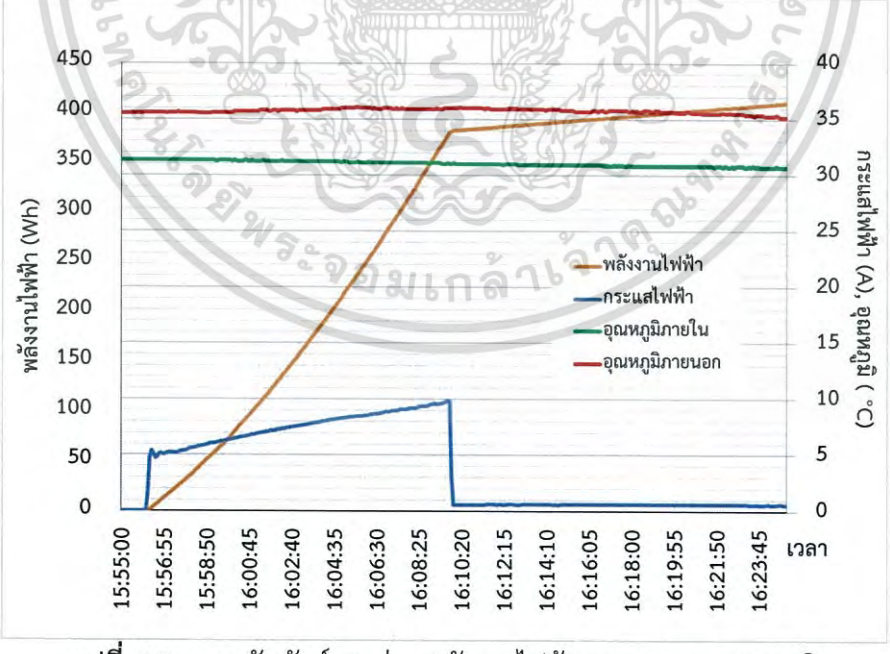
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ค่าพลังงานเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C

4.2.3 ค่าพลังงานเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานไฟฟ้า กระแส และอุณหภูมิ เมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 การทดลองการทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นการทดลองเวลา 13.50-16.45 น.พบว่าช่วง 16.20 น. คอมเพรสมีการตัดหรือต่อการทำงานเนื่องจากเครื่องปรับอากาศทำงานจนอุณหภูมิภายในห้องทดลองถึงจุด set point

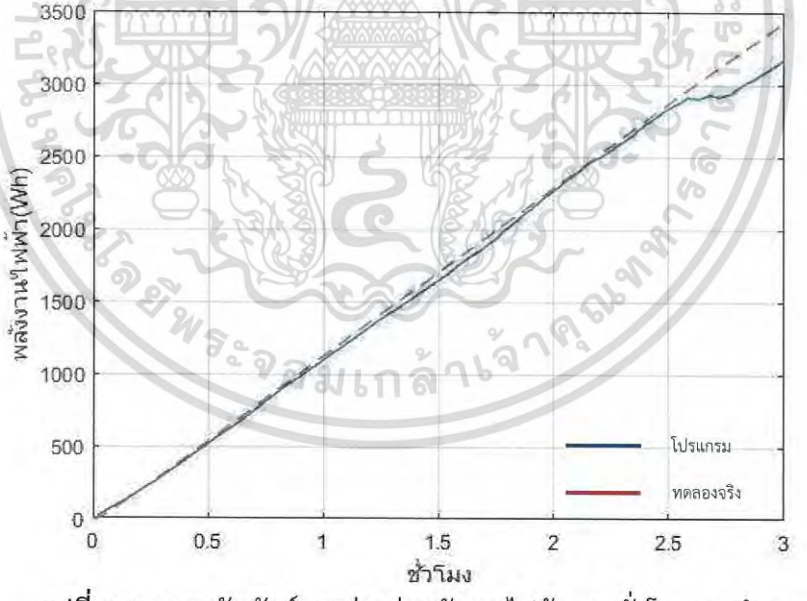
จากรูปที่ 4.2 การทดลองเพิ่มอุณหภูมิจาก25 °C เป็น 26 °C พบว่าค่าการใช้พลังงานลดลงและมีการตัดหรือต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์มากขึ้น

จากรูปที่ 4.3 การทดลองล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน พบว่าระบบมีการทำงานหนักขึ้นเนื่องจากประสิทธิภาพการระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนน้อยลงซึ่งสังเกตได้จากกระแสที่สูงเกินพิกัด ทำให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงานเพื่อความปลอดภัย

4.3 จำลองโดยการใช้ MATLAB/Simulink

การจำลองโดยการใช้ MATLAB/Simulink มาช่วยในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเงื่อนไขที่กำหนดออกมา และคาดการณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในกรณีนั้น ๆ

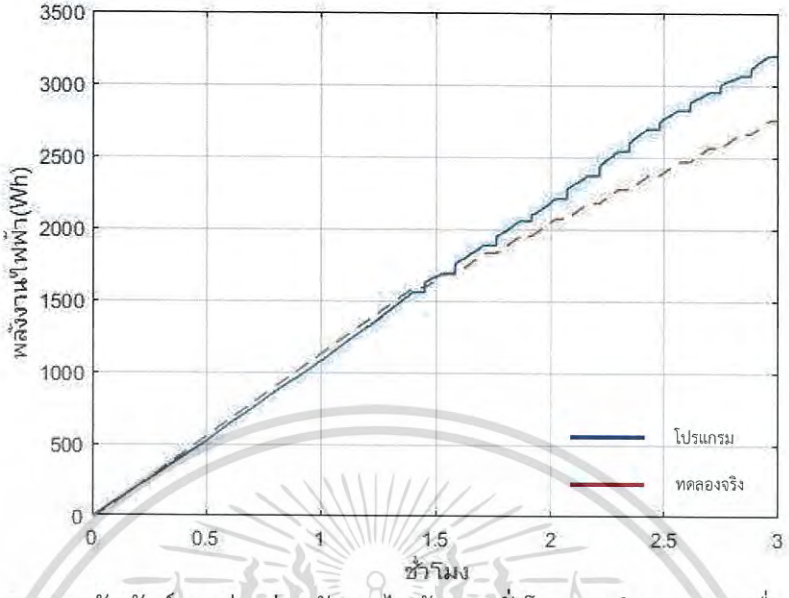
4.3.1 การทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลอง



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลองจาก MATLAB/Simulink

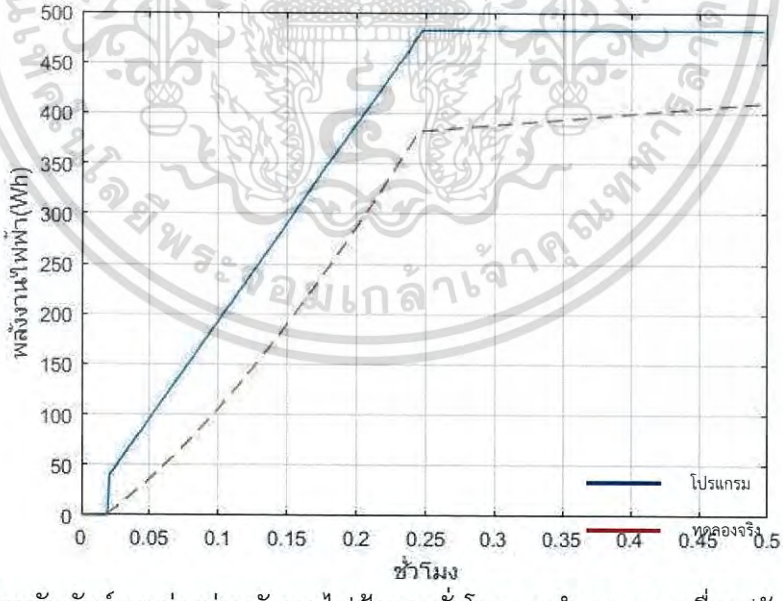
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ค่าพลังงานเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C จาก MATLAB/Simulink

4.3.3 ค่าพลังงานเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าและชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตันจาก MATLAB/Simulink

จากรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 พบว่า ค่าพลังงานมีค่าใกล้เคียงกับค่าการทดลองจริงทำให้สามารถนำสมการมาใช้คำนวณการคาดการการใช้พลังงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 พบว่า ค่าจากการทดลองจริงไม่ใกล้เคียงกับค่าจากการคำนวณ สังเกตได้ว่าค่าจากการคำนวณมีค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอต่างกับค่าจากการทดลอง

4.4 ผลการคำนวณหาค่า OTTV, RTTV ของอาคารโดยใช้จีเนติกอัลกอลิธึม

จากการคำนวณผ่านโปรแกรม MATLAB โดยใช้จีเนติกอัลกอลิธึม (Genetic Algolrithm) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ (วัสดุของผนังอาคาร) และนำมาคำนวณค่าที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้ OTTV =35.3572 W/m^2 และ RTTV 22.5705 W/m^2

4.5 คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การคาดการณ์ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าในกรณีหอพักนักศึกษาใน (ปรับอากาศ) สจล. สามารถคำนวณได้จากโปรแกรม MATLAB/Simulink โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์และค่าตัวแปรต่างๆ ที่ไม่ทราบค่า เช่น วัสดุผนัง OTTV และ RTTV สามารถคำนวณได้จากสมการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ Optimization และ Genetic algorithm

ตารางที่ 4.2 คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อห้องในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ผลการประหยัด			เงินลงทุน (Baht)	ระยะเวลาคืนทุน (year)
	kWh/day	kWh/year	Baht/year		
1. การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C (ชั่วโมงการทำงาน 3 ชั่วโมง)	671	203,984	858,711	-	-
2. การล้าเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน (ชั่วโมงการทำงาน 0.5 ชั่วโมง)	105.8	64,326	270,793	600	0.0093

หมายเหตุ : จำนวนการใช้พลังงาน 304 วัน/ปี

: ใช้ TOU ประเภท 3.2.2 แรงดัน 12-24 kV ค่ากำลังไฟฟ้า 4.2097 Baht/unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

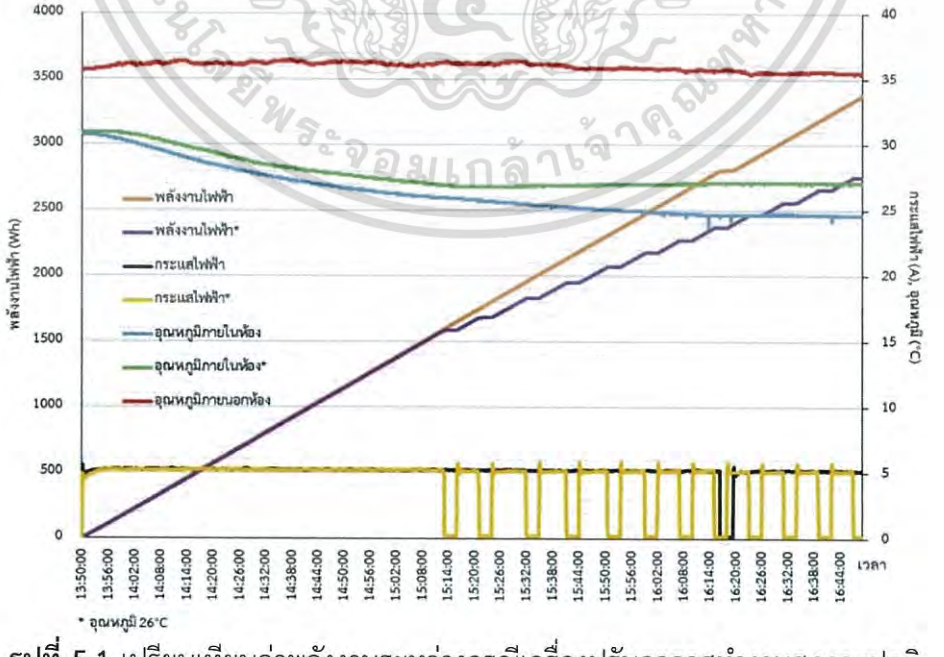
บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการสร้างหอพักนักศึกษาใน (ปรับอากาศ) ในปี 2550 ตั้งอยู่เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ แบ่งเป็นหอพักหญิงทั้งหด 138 ห้องและหอพักชาย 138 ห้อง จากการดำเนินการเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน เมื่อดำเนินการศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยมีการจำลองห้องในการทดลองตามมาตรการต่าง ๆ ดังนี้

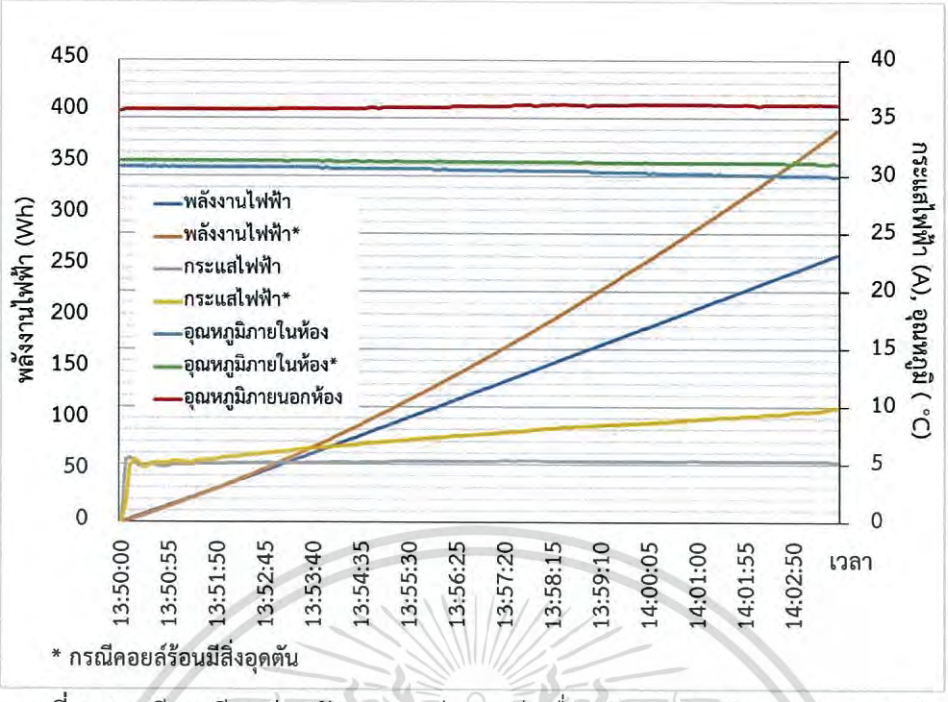
มาตรการที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C โดยปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้นจาก 25 °C เป็น 26 °C เพื่อลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่อาจทำงานหนักเกินไปกรณีที่อุณหภูมิภายนอกกับอุณหภูมิภายในมีความความแตกต่างมาก ซึ่งมาตรการนี้ไม่มีการลงทุน คาดว่าผลการประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 203,984 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 858,711 บาทต่อปีและสามารถลดการใช้พลังงานได้ 18.4 % ดังรูปที่ 5.1

มาตรการที่ 2 การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน จำลองสถานการณ์เมื่อคอยล์ร้อนมีสิ่งสกปรกอุดตันจนทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง พบว่าหากมีการล้างคอยล์ร้อนนอกจากจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นแล้ว ยังสามารถคิดผลการประหยัดไฟฟ้าได้ 64,326 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 270,793 บาทต่อปีและสามารถลดการใช้พลังงานได้ 31.7 % ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าพลังงานระหว่างกรณีเครื่องปรับอากาศทำงานสภาวะปกติกับปรับตั้งอุณหภูมิเพิ่ม 1 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าพลังงานระหว่างกรณีเครื่องปรับอากาศทำงานสภาวะปกติกับกรณีคอยล์ร้อนตัน

5.1.1 สรุปมาตรการที่เหมาะสมสำหรับอาคารหอพักนักศึกษา สจล.

จากผลการวิเคราะห์และทดลองจะเห็นได้ว่ามาตรการที่ 2 คือ การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน มีการประหยัดพลังงานมากกว่าแต่มีการลงทุน ดังนั้นมาตรการที่เหมาะสมที่สุด ควรเป็นมาตรการที่ 1 คือ การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C โดยปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้นจาก 25 °C เป็น 26 °C ซึ่งไม่มีการลงทุนและมีการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการโครงการวิจัย ผู้จัดทำได้ได้ประสบปัญหาข้อผิดพลาดจากการคำนวณค่าพลังงานโดยสมการ จากการทดลองตามมาตรการที่ได้วางแนวทางไว้นั้น มีความจำเป็นต้องทราบค่า ขนาดห้องทดลอง รวมถึงวัสดุของผนังกำแพงของห้องทดลอง ซึ่งหากไม่ทราบค่าใดค่าหนึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการคำนวณค่าพลังงานคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องมีการศึกษาสมการการคำนวณค่าพารามิเตอรที่ไม่ทราบค่าและการทดลองจริงเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบข้อผิดพลาดจากการคำนวณค่าพลังงานโดยสมการให้ได้ค่าพลังงานที่แม่นยำมากที่สุด และปัญหาสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนในแต่ละวันการทดลอง ซึ่งนั่นส่งผลต่อค่าพลังงานที่ได้ออกมาเป็นอย่างมาก หากในวันทดลองอุณหภูมิภายนอกสูงและมีค่าแตกต่างกับอุณหภูมิภายในมากจะทำให้การใช้พลังงานสูงเพราะเครื่องปรับอากาศมีการทำงานหนักขึ้นเพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องเป็นไปตามที่ปรับตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

แนวทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารหอพักนักศึกษาใน (ปรับอากาศ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นเพียงแนวคิดหนึ่งที่นำมาจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศโดยพิจารณาจากลักษณะการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบที่พักอาศัย ซึ่งนอกจากนี้ยังมีมาตรการประหยัดพลังงานในแนวทางอื่นๆที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอพักนักศึกษาใน สจล. โดยในการศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศพบว่า โหลดและกิจกรรมภายในห้องมีผลต่อการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ จึงเลือกแบบจำลองวงจรตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (Resistance-Capacitance model) เป็นแนวคิดในการคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงและพัฒนาต่อไปในอนาคต

5.3.1 การคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

การทำงานของเครื่องปรับอากาศคือการนำความร้อนภายในห้องออกไปด้านนอก ทำให้อุณหภูมิภายในห้องลดลงจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ โดยปริมาณความร้อนที่ใช้สามารถหาได้จากสมการ 5.1

$$Q = mc\Delta T \tag{5.1}$$

เมื่อ Q คือ พลังงานความร้อนที่ใช้ในการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น J

m คือ มวลของอากาศภายในห้อง มีหน่วยเป็น kg

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ มีหน่วยเป็น kJ/kg·K

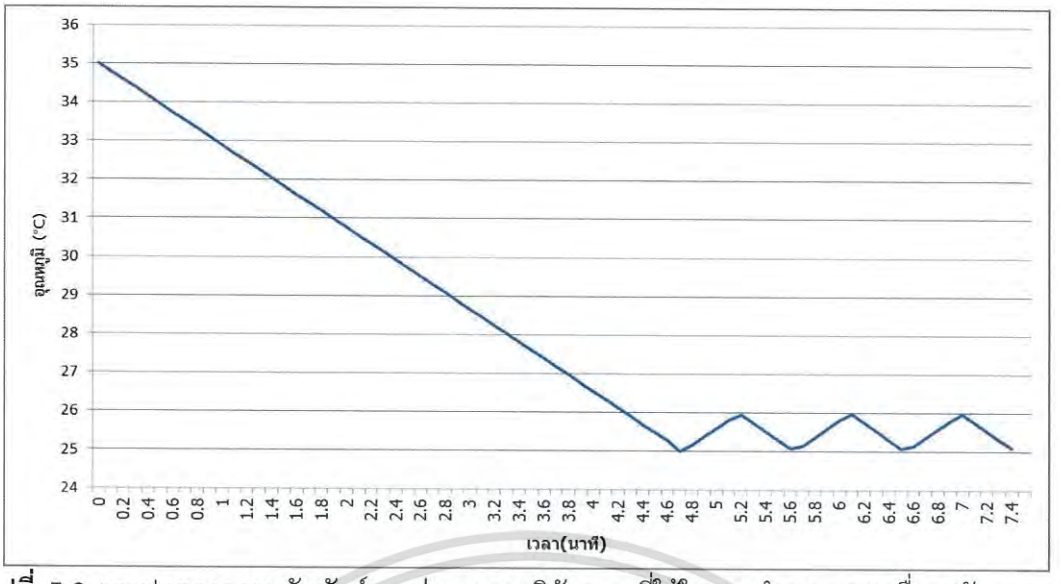
ΔT คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป มีหน่วยเป็น K

5.3.1.1 การคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ระยะเวลาในการนำความร้อนออกจากห้องทดลอง โดยเครื่องปรับอากาศมีขนาด 12,000 Btu/hr โดยไม่คำนึงถึงภาระโหลดอื่นๆ ดังสมการ 5.2

$$T = \frac{\Delta Q}{\text{พิกัดเครื่องปรับอากาศ(Btu/hr)}} \tag{5.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

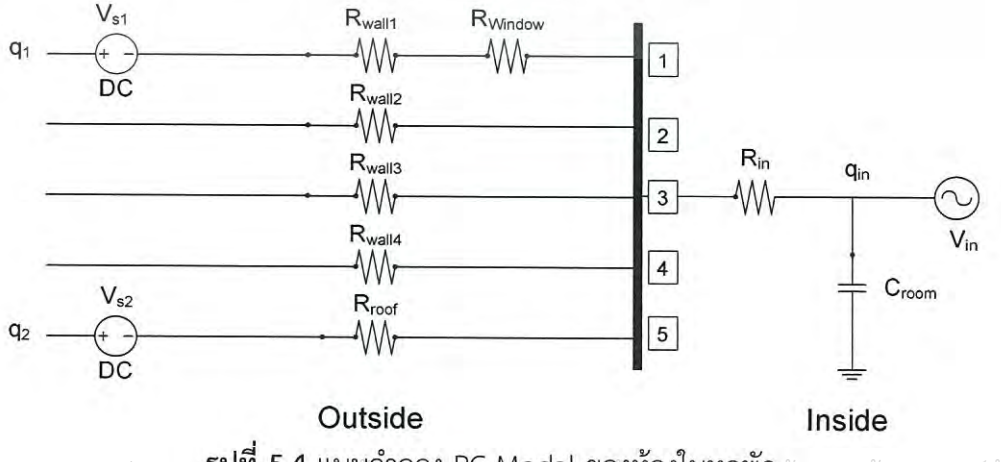
โดยช่วงอุณหภูมิจาก 35°C ถึง 25°C ค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากับ 977.9 kJ ซึ่งใช้เวลาในการทำงานเท่ากับ 4.73 นาที หรือ 284 วินาที

ส่วนช่วงอุณหภูมิจาก 25°C ถึง 26°C ค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากับ 95.339 kJ ซึ่งใช้เวลาในการทำงานเท่ากับ 0.45 นาที หรือ 27 วินาที

ส่วนช่วงอุณหภูมิจาก 26°C ถึง 25°C ค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเท่ากับ 95.339 kJ ซึ่งใช้เวลาในการทำงานเท่ากับ 0.45 นาที หรือ 27 วินาที

5.3.2 แบบจำลอง RC Model

แบบจำลองวงจรตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (Resistance-Capacitance model, RC model) การใช้ RC Modal ในการจำลองระบบการถ่ายเทความร้อนของห้อง โดยที่ผนังของห้องในแต่ละด้านมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนไม่เท่ากัน เนื่องจากมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน จึงได้นำมาสร้างเป็นแบบจำลองดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.4 แบบจำลอง RC Modal ของห้องในหอพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ΔV คือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายใน-นอกห้อง มีหน่วยเป็น V

R คือ ค่าความต้านทานความร้อนของผนังแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น Ω

C คือ ความจุความร้อนภายในห้อง มีหน่วยเป็น F

I คือ พลังงานความร้อนจากนอกห้อง มีหน่วยเป็น A

ซึ่งจากวงจรจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนภายนอกห้องกับภายในห้อง โดยภายนอกห้องจะมีผนังที่รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ สามารถแบ่งออกได้เป็นผนังด้านที่มีกระจก (Line1) กับหลังคา (Line5) โดยกำหนดให้ค่าความต้านทานความร้อนของผนังแต่ละชนิดเป็นตัวต้านทาน (R) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายใน-นอก (ΔT) ห้องเป็นความต่างศักย์ระหว่างแรงดัน (ΔV) ความจุความร้อนภายในห้องเทียบเท่ากับความจุไฟฟ้า (C) และพลังงานความร้อนจากนอกห้องจะเทียบเท่ากับกระแสไฟฟ้า (I) จากการทดลองเมื่อตั้งอุณหภูมิภายในห้องที่ 25°C และอุณหภูมิภายนอกห้องมีค่า 35 °C จึงมีความต่างศักย์เกิดขึ้น เกิดการไหลของความร้อนเข้าสู่ตัวผนังของห้องซึ่งจะไหลผ่านตัวต้านทานที่ผนังและหลังคา ส่วนภายในห้องซึ่งเป็นส่วนของการทำความเย็นจะมีภาระของการทำความเย็นคือพลังงานความร้อนรวมของห้อง เช่น ความร้อนจากผนัง แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่าง มนุษย์และรอยรั่วของอากาศเป็นต้น จากวงจรข้างต้นอาจมีแนวคิดที่เพิ่มขึ้น เช่น มีตัวแปรที่เพิ่มขึ้นหรือมีการต่อวงจรในรูปแบบอื่นเพื่อให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของห้องใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] *การอนุรักษ์พลังงาน*. แหล่งที่มา: http://www.energyvision.co.th/14238322/การอนุรักษ์พลังงาน (7 พฤศจิกายน 2560)

[2] *ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับ ISO50001*. แหล่งที่มา: https://ienergyguru.com/2015/02/ความเข้าใจเบื้องต้น-iso-50001/ (7 พฤศจิกายน 2560)

[3] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, **"โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี 2554-2558 อัตราค่าไฟ"**, กรุงเทพ, 2554.

[4] การไฟฟ้านครหลวง, **"อัตราค่าไฟฟ้าเริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือนพฤศจิกายน 2558"**, กรุงเทพ, 2558.

[5] กัมพล อรนนท์, "หลักการปรับอากาศปละการทำงานของเครื่องปรับอากาศ", **วารสารวิชาการวิชาวิศวกรรมเครื่องกล**, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2560.

[6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, **"หลักการเบื้องต้นของการถ่ายเทความร้อน"**, กรุงเทพ,กระทรวงพลังงาน

[7] สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT), **โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุม "รายงานฉบับสุดท้าย"**, กรุงเทพ, กระทรวงพลังงาน, 2547.

[8] Ass.Prof.Dr.Tul Manewattana, **"การคำนวณภาระในการทำความเย็น"**, TMW-CL1 (AI Edition), 2559, แหล่งที่มา: http://www.tmn.co.th

[9] ป. จันทร์ประภา, **"การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบของการวิเคราะห์และออกแบบระบบปรับสภาวะอากาศ กรณีศึกษาโรงงานประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้า"**, วิศวกรรมสาร มก.,หน้า 76,2553.

[10] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, **"หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์"**,กรุงเทพ, กระทรวงพลังงาน, 2550,แหล่งที่มา: http://www2.dede.go.th/webpage/frame.htm

[11] *บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับจีเนติกอัลกอริทึม*. แหล่งที่มา http://161.246.38.75/download/is/ga_doc.pdf (27 กุมภาพันธ์ 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

บทความทางวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการพลังงานภายในอาคาร สำหรับหอพักนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

BUILDING ENERGY MANAGEMENT FOR DORMITORIES OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

นายณัชกฤช ธนสรวิชยา[1], นายณัฐพล ยุกิจภูติ[2], นางสาวสุภาวดี วงษ์ดี[3], ดร. ธีรพล โพธิ์พงษ์วิวัฒน์[1], ดร. วรุตม์ สูอำพัน[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-Mail: nattapol.yu@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษามาตรการประหยัดพลังงานภายในอาคารที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานประเภทที่พักอาศัยภายในหอพักนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยนำแนวคิดของ PDCA model มาใช้ในการวางแผนการจัดการพลังงานเบื้องต้นเพื่อหาแนวทางของมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและจัดทำการทดลองตามแผนการจัดการพลังงานพร้อมกับจำลองสมการการคำนวณพลังงานที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง จากผลการศึกษาการใช้พลังงานภายในห้องทดลอง ซึ่งประกอบด้วยระบบปรับอากาศ แสงสว่าง และ เต้ารับ พบว่าระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการการใช้พลังงานสูงสุด จึงทำการวิเคราะห์มาตรการในการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศและทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองสำหรับมาตรการที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 องศาเซลเซียส และ มาตรการที่ 2 การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน ซึ่งทั้งสองมาตรการนี้สามารถช่วยลดการใช้พลังงานลดลงได้ อีกทั้งประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 48.71 %

Abstract

This thesis is a study of energy saving measures in buildings that are suitable for residential energy use in dormitories of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Used the PDCA model in a primary energy managed planning to find out how to improve energy efficiency and reduce energy consumption. Experimented with the energy management plan and created the estimated energy consumed equation to which is suitable for the actual energy consumption. Considered energy consumption of a testing room that consists of air conditioning, lighting and sockets. The air conditioning system has the highest proportion of energy consumption. So analyzed scenarios to save energy of the air conditioning system and experimented for 2 scenarios; increasing 1°C of setting temperature of air conditioning system and cleaning condensing units. Both of these scenarios could reduce energy consumption and improve the efficiency of air conditioners 48.71%.

Keyword: building energy management, air condition system, PDCA model

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาโลกร้อนและปัญหาทางด้านพลังงานมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทางสังคมเศรษฐกิจและด้านต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้จากหลายหน่วยงานให้ความสำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงาน เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานเพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นและให้มีการจัดหาพลังงานทั้งในและนอกประเทศเพื่อสนองความต้องการมากขึ้นไปด้วย ซึ่งการจัดการพลังงานเป็นสิ่งสำคัญและเป็นหน้าที่ที่ทุกคนต้องร่วมมือกันใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้พลังงานคงอยู่ต่อไป ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้วิธีการใช้พลังงานและมีการวางแผนการจัดการพลังงานในอนาคต โดยเริ่มจากสถาบันการศึกษาคือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาด้านพลังงานซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญ การประหยัดพลังงานเป็นการประหยัดจากการใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีการวางแผนการจัดการพลังงานโดย PDCA model ควบคู่กับการกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้พลังงานบริเวณนั้นๆ

2.ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานระบบการจัดการด้านพลังงาน

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน(International Organization for Standardization หรือ ISO) ISO 50001 คือองค์กรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและพลังงานโดยกำหนดมาตรการเพื่อควบคุมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งข้อกำหนดออกเป็น 4 ส่วนหลักตาม PDCA model ดังต่อไปนี้

P (Plan) การวางแผนพลังงาน

D (Do) การปฏิบัติองค์กรการดำเนินการตามแผน

C (Check) การตรวจสอบองค์กรมีการเฝ้าติดตาม

A (Act) ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบเพื่อปรับปรุง

2.2 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กใช้ค่าสมรรถนะ (Coefficient of performance, COP) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ และพิกัดกำลังไฟฟ้า โดยสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.1 ดังนี้

$$COP = \frac{Q}{W} \tag{2.1}$$

เมื่อ Q คือ ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น W

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น W

ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น คือประสิทธิภาพการใช้ความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยกำหนดในรูปของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งใช้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficient ratio, EER) หรืออัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศและพิกัดกำลังไฟฟ้า โดยสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.2 ดังนี้

$$EER = 3.412(COP) \tag{2.2}$$

เมื่อ EER คืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน มีหน่วยเป็น (Btu/h)/W

2.3 การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (Overall thermal transfer value, OTTV) ค่าเฉลี่ยของความร้อนที่ผ่านเข้ามาต่อ 1 ตารางเมตร โดยมีหน่วยเป็น Watt/m² ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการที่ 2.3

$$\begin{aligned} OTTV_i = {} & (U_w)(1 - WWR)(TD_{eq}) \\ & + (U_f)(WWR)(\Delta T) \\ & + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \end{aligned} \tag{2.3}$$

2.6 การประยุกต์จีเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด จีเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm: GAs)

เป็นวิธีการค้นหาคำตอบโดยมีพื้นฐานมาจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural Selection) และกระบวนการคัดเลือกทาง พันธุศาสตร์ (Natural Genetics Selection) โดยการคัดเลือก สตริง (String) ที่มีความเหมาะสมของกลุ่มสตริงทั้งหมดด้วยวิธีการสุ่ม จากการนำสตริงเหล่านี้ไปผ่านกระบวนการคัดเลือกสตริงที่มีความเหมาะสม ซึ่งสตริงที่มีความเหมาะสมนี้คือ คำตอบที่ดีที่สุด หรือ ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด GAs ไม่ใช่การสุ่มแบบง่ายๆ แต่มันเป็นการใช้ข้อมูลในรูปอดีตอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพิจารณาจุดที่จะต้องค้นหาใหม่โดยการคาดหวังว่าสมรรถนะของการค้นพบจะดีขึ้น

3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.1 คำนวณหาค่าพลังงานโดยโปรแกรม เนื่องจากคณะผู้จัดทำไม่ทราบถึงวัสดุต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าพลังงานภายในห้องทดลองทำให้ต้องหาค่าพารามิเตอร์ก่อนนำมาคำนวณหาค่าพลังงานซึ่งการคำนวณหาค่าพลังงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 การหาค่าพารามิเตอร์โดยนำข้อมูลจากผลการทดลองมาใส่ในสมการที่ 3.1 และใช้โปรแกรม MATLAB มาช่วยในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเงื่อนไขต่าง ๆ ออกมา

$$Y = \left| 1 - \frac{E}{\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{A_i (OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri} (RTTV_i)}{COP_i} \right] n_k} \right|^2 \tag{3.1}$$

เมื่อ E คือ ค่าพลังงานที่ได้จากการทดลอง

A_i คือ พื้นที่ส่วนปรับอากาศ มีหน่วย m²

A_{ri} คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง มีหน่วย m²

COP_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้งาน

n_k คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งานของห้องทดลอง

นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้หาค่าพลังงานจากสมการ 3.2 ดังนี้

เมื่อ $OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m²

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m²

4.ผลการทดลอง

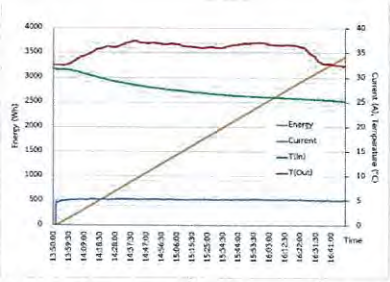
4.1 การทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ

กรณีที่ 1 ทดลองเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานที่อุณหภูมิ 25 °C

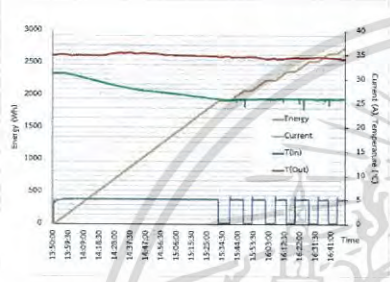
กรณีที่ 2 ทดลองเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

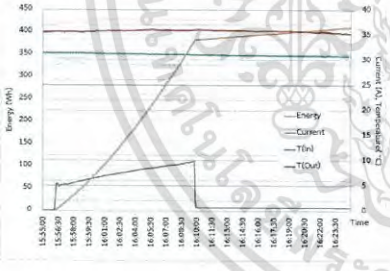
กรณีที่ 3 ทดลองเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน จากแผนการทดลองข้างต้น มีผลการทดลองในแต่ละกรณีดังนี้



รูปที่ 4.1 การทำงานของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °

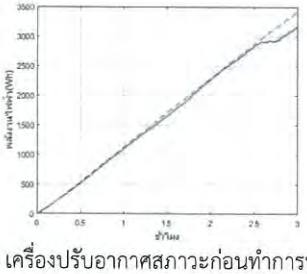


รูปที่ 4.2 ค่าพลังงานเมื่อปรับเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C

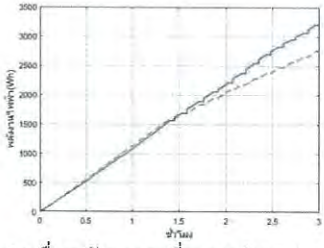


รูปที่ 4.3 ค่าพลังงานเมื่อล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

4.2 โปรแกรม MATLAB/Simulink

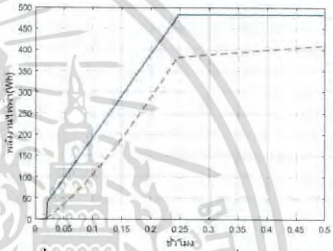


รูปที่ 4.4 เครื่องปรับอากาศสภาวะก่อนทำการทดลองจาก MATLAB/Simulink



รูปที่ 4.5 เครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C เป็น 26 °C จาก MATLAB/Simulink

จากรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 พบว่า ค่าพลังงานมีค่าใกล้เคียงกับค่าการทดลองจริงทำให้สามารถนำสมการมาใช้คำนวณการคาดการการใช้พลังงานได้ จากรูปที่ 4.6 พบว่า ค่าจากการทดลองจริงไม่ไกล้เคียงกับค่าจากการคำนวณ สังเกตได้ว่าค่าจากการคำนวณมีค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอต่างกับค่าจากการทดลอง



รูปที่ 4.6 เครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน จาก MATLAB/Simulink

4.3 ผลการคำนวณหาค่า OTTV, RTTV ของอาคารโดยใช้จีเนติกอัลกอลิทึม (Genetic Algorithm) จากการคำนวณผ่านโปรแกรม MATLAB โดยใช้จีเนติกอัลกอลิทึม (Genetic Algorithm) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ (วัสดุของผนังอาคาร) และนำมาคำนวณค่าที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้ OTTV =35.3572 W/m^2 และ RTTV 22.5705 W/m^2

4.5 คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 4.3 คาดการณ์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อห้องในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ผลการประหยัด			เงินลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน (year)
	kWh/day	kWh/year	Baht/year	(Baht)	
1. การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C (ชั่วโมงการทำงาน 3 ชั่วโมง)	671	203,984	858,711	-	-
2. การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน (ชั่วโมงการทำงาน 0.5 ชั่วโมง)	105.8	64,326	270,793	600	0.0093

หมายเหตุ : จำนวนการใช้พลังงาน 304 วัน/ปี

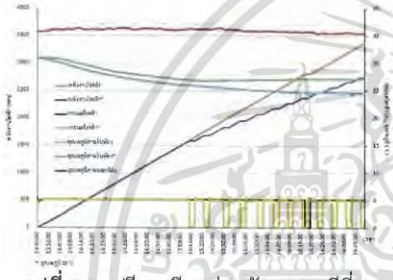
: ใช้ TOU ประเภท 3.2.2 แรงดัน 12-24 kV ค่ากำลังไฟฟ้า 4.2097 Baht/unit

5. สรุปผลการดำเนินงาน

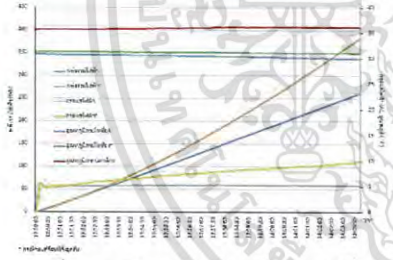
มาตรการที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 1 °C โดยปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศขึ้นจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 ℃ เป็น 26 ℃ เพื่อลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่อาจทำงานหนักเกินไปกรณีที่อุณหภูมิภายนอกกับอุณหภูมิภายในมีความความแตกต่างมาก ซึ่งมาตรการนี้ไม่มีการลงทุน พบว่าผลการประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 203,984 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 858,711 บาทต่อปีและสามารถลดการใช้พลังงานได้ 18.42 % ดังรูปที่ 5.1 มาตรการที่ 2 การล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน จำลองสถานการณ์เมื่อคอยล์ร้อนมีสิ่งสกปรกอุดตันจนทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง พบว่าหากมีการล้างคอยล์ร้อนนอกจากจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นแล้ว ยังสามารถคิดผลการประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 64,326 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 270,793 บาทต่อปีและสามารถลดการใช้พลังงานได้ 31.73 % ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าพลังงานกรณีที่ 1



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าพลังงานกรณีที่2

5.1 ปัญหาข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการโครงการวิจัย ผู้จัดทำได้ได้ประสบปัญหาข้อผิดพลาดจากการคำนวณค่าพลังงานโดยสมการ จากการทดลองตามมาตรการที่ได้วางแนวทางไว้นั้น มีความจำเป็นต้องทราบค่า ค่าสัมประสิทธิทิศทางการส่องของแสงแดด ค่าสัมประสิทธิความร้อนต่าง ๆ ขนาดห้องทดลอง รวมถึงวัสดุของผนังกำแพงของห้องทดลอง ซึ่งหากไม่ทราบค่าใดค่าหนึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการคำนวณค่าพลังงานคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องมีการศึกษาสมการการคำนวณค่าพารามิเตอรที่ไม่ทราบค่าและการทดลองจริงเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบข้อผิดพลาดจากการคำนวณค่าพลังงานโดยสมการให้ได้ค่าพลังงานที่แม่นยำมากที่สุด และปัญหาสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนในแต่ละวันการทดลอง ซึ่งนั่นส่งผลต่อค่าพลังงานที่ได้ออกมาเป็นอย่างมาก หากในวันทดลองอุณหภูมิภายนอกสูงและมีค่าแตกต่างกับอุณหภูมิภายในมากจะทำให้การใช้พลังงานสูงเพราะเครื่องปรับอากาศมีการทำงานหนักขึ้นเพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องเป็นไปตามที่ปรับตั้งไว้

5.2 แนวทางการพัฒนา

แนวทางการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารหอพักนักศึกษาใน (ปรับอากาศ) สจล. เป็นเพียงแนวคิดหนึ่งที่นำมาจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังมีมาตรการประหยัดพลังงานในแนวทางอื่นๆที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานในอาคารหอพักนักศึกษาใน สจล. โดยในการศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศพบว่าความร้อนมีผลต่อการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ทำให้ผู้จัดทำเล็งเห็นว่าควรใช้แบบจำลองวงจรตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (Resistance-Capacitance model) มาเป็นแนวคิดในการคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงและพัฒนาต่อไปในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

[1] *บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับจีเนติกอัลกอริทึม*. แหล่งที่มา http://161.246.38.75/download/is/ga_doc.pdf (27 กุมภาพันธ์ 2561)

[2] Ass.Prof.Dr.Tul Manewattana, "การคำนวณภาระในการทำความเย็น", TMW-CL1 (AI Edition), 2559, แหล่งที่มา: http://www.tmn.co.th

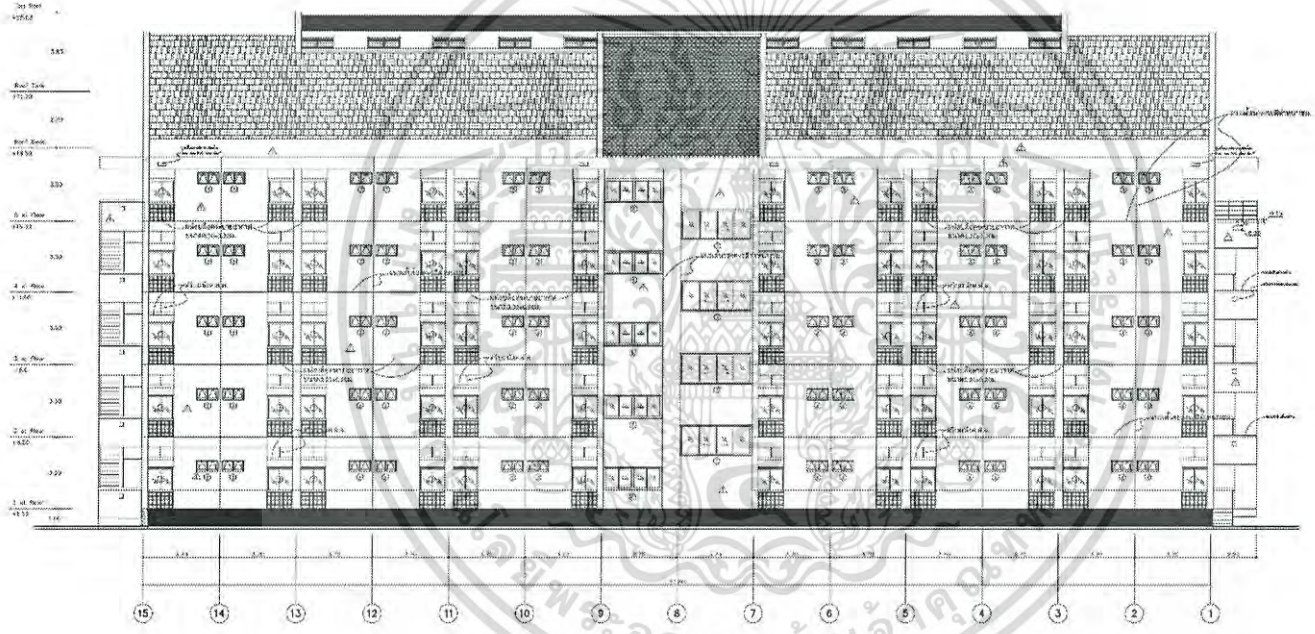
[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "หลักการเบื้องต้นของการถ่ายเทความร้อน", กรุงเทพ, กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การสำรวจแปลนอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปด้าน

PROJECT NAME

หอพักนักศึก

ARCHITECT

STRUCTURAL ENGINEER

ELECTRICAL ENGINEER

MECHANICAL ENGINEER

SANITARY ENGINEER

REVISION

NO.	DESCRIPTION	DATE

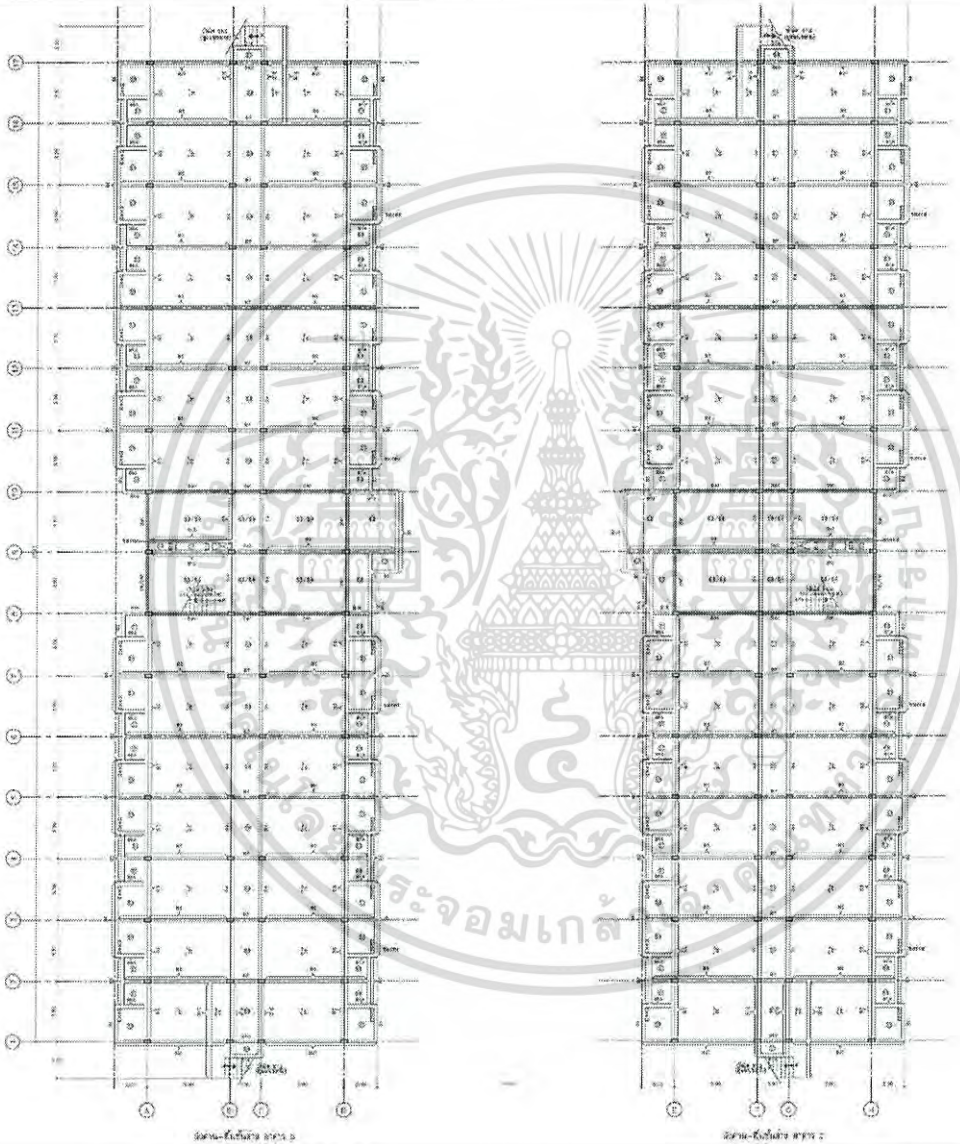
DRAWING TITLE

รูปด้าน
อาคาร B , C

CHECKED BY	DATE
DRAWN BY	DATE
JOB NO.	SHEET NO.

DATE	TOTAL	DRAWING NO.
04/08/2003	26	A-06
SCALE 1:100		

วิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณ



PROJECT NAME

ARCHITECT

STRUCTURAL ENGINEER

ELECTRICAL ENGINEER

MECHANICAL ENGINEER

SANITARY ENGINEER

REVISION

NO.	DESCRIPTION	DATE

DRAWING TITLE

แบบขยายบันไดหนีไฟ ชั้นที่ 1-5

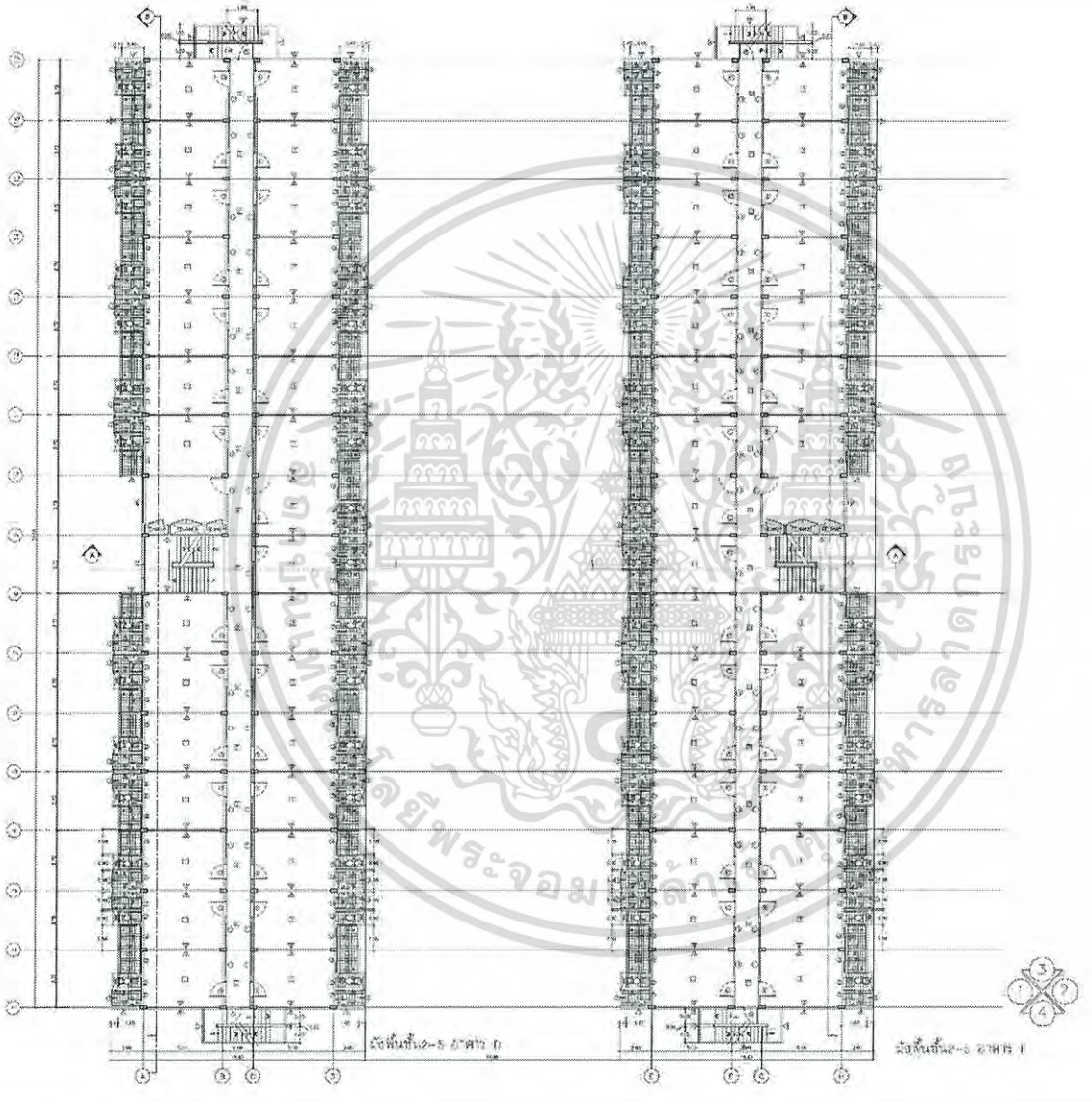
CHECKED BY | DATE

DRAWN BY | DATE

JOB NO. | SHEET NO.

DATE | TOTAL | DRAWING NO.

SCALE



PROJECT NAME

หอพักนักศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

ARCHITECT

STRUCTURAL ENGINEER

ELECTRICAL ENGINEER

MECHANICAL ENGINEER

SANITARY ENGINEER

REVISION

NO.	DESCRIPTION	DATE

DRAWING TITLE

ผังพื้นชั้น2-5

อาคาร D , E

CHECKED BY DATE

DRAWN BY DATE

JOB NO. SHEET NO.

DATE TOTAL DRAWING NO.

SCALE

ภาคผนวก ค
ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2559

อัตราการใช้ไฟฟ้า หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 0 หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า 65020845

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)			
ม.ค.	63	90	0	8,374	20,000	64,624	72,998	-	3.65
ก.พ.	69	90	0	9,172	21,000	67,436	76,608	-	3.65
มี.ค.	85	116	0	11,299	33,000	105,804	117,103	-	3.55
เม.ย.	109	140	0	14,489	34,000	107,099	121,588	-	3.58
พ.ค.	116	143	0	15,419	35,000	102,639	118,058	-	3.37
มิ.ย.	59	60	0	7,842	16,000	48,655	56,497	-	3.53
ก.ค.	63	84	0	8,854	17,000	50,670	59,524	-	3.50
ส.ค.	119	119	0	15,818	30,000	88,689	104,507	-	3.48
ก.ย.	85	88	0	11,299	26,000	78,543	89,842	-	3.46
ต.ค.	76	86	0	10,102	25,000	84,311	94,413	-	3.78
พ.ย.	67	83	0	8,906	26,000	78,375	87,281	-	3.36

ธ.ค.	25	47	0	3,323	10,000	30,213	33,536	-	3.35
รวม				124,897.00	293,000.00	907,058.00	1,031,955.00		
เฉลี่ย				10,408.08	24,416.67	75,588.17	85,996.25	-	3.52

หมายเหตุ กรณีอัตรา ปกติ ให้กรอกค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) ในช่อง P

กรณีอัตรา TOD: P หมายถึง ON Peak / PP หมายถึง Partial Peak / OP หมายถึง Off Peak

กรณีอัตรา TOU: P หมายถึง Peak / OP1 หมายถึง Off Peak1 / OP2 หมายถึง Off Peak2

กรณีอาคารมีเครื่องวัดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่อง ให้เพิ่มจำนวนตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามจำนวนเครื่องวัดไฟฟ้า

$$\text{ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ — ชั่วโมง)}}{\text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)} \times 24(\text{ชม./วัน}) \times \text{จำนวนวันในแต่ละเดือน(วัน)}} \times 100$$

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2559

อัตราการใช้ไฟฟ้า หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 0 หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า 65020845

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)			
ม.ค.	63	90	0	8,374	20,000	64,624	72,998	-	3.65
ก.พ.	69	90	0	9,172	21,000	67,436	76,608	-	3.65
มี.ค.	85	116	0	11,299	33,000	105,804	117,103	-	3.55
เม.ย.	109	140	0	14,489	34,000	107,099	121,588	-	3.58
พ.ค.	116	143	0	15,419	35,000	102,639	118,058	-	3.37
มิ.ย.	59	60	0	7,842	16,000	48,655	56,497	-	3.53
ก.ค.	63	84	0	8,854	17,000	50,670	59,524	-	3.50
ส.ค.	119	119	0	15,818	30,000	88,689	104,507	-	3.48
ก.ย.	85	88	0	11,299	26,000	78,543	89,842	-	3.46
ต.ค.	76	86	0	10,102	25,000	84,311	94,413	-	3.78
พ.ย.	67	83	0	8,906	26,000	78,375	87,281	-	3.36

ธ.ค.	25	47	0	3,323	10,000	30,213	33,536	-	3.35
รวม				124,897.00	293,000.00	907,058.00	1,031,955.00		
เฉลี่ย				10,408.08	24,416.67	75,588.17	85,996.25	-	3.52

หมายเหตุ กรณีอัตรา ปกติ ให้กรอกค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) ในช่อง P

กรณีอัตรา TOD: P หมายถึง ON Peak / PP หมายถึง Partial Peak / OP หมายถึง Off Peak

กรณีอัตรา TOU: P หมายถึง Peak / OP1 หมายถึง Off Peak1 / OP2 หมายถึง Off Peak2

กรณีอาคารมีเครื่องวัดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่อง ให้เพิ่มจำนวนตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามจำนวนเครื่องวัดไฟฟ้า

ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ — ชั่วโมง)}}{\text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)} \times 24(\text{ชม./วัน}) \times \text{จำนวนวันในแต่ละเดือน(วัน)}} \times 100$

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2558

อัตราการใช้ไฟฟ้า หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 0 หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า 65020846

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)			
ม.ค.	41	52	0	5,450	11,000	38,093	43,543	-	3.65
ก.พ.	45	77	0	5,982	18,000	62,063	68,044	-	3.78
มี.ค.	54	83	0	7,178	24,000	81,511	88,689	-	3.70
เม.ย.	60	97	0	7,975	22,000	72,431	80,406	-	3.65
พ.ค.	64	106	0	8,508	29,000	95,107	103,614	-	3.57
มิ.ย.	39	59	0	5,184	15,000	48,411	53,595	-	3.57
ก.ค.	43	60	0	5,716	19,000	63,102	68,818	-	3.62
ส.ค.	90	114	0	11,964	29,000	93,740	105,704	-	3.64
ก.ย.	86	115	0	11,432	29,000	95,918	107,350	-	3.70
ต.ค.	58	86	0	7,710	37,000	88,400	96,110	-	2.60
พ.ย.	65	99	0	8,640	29,000	95,057	103,697	-	3.58

ธ.ค.	57	86	0	7,577	12,000	39,285	46,862	-	3.91
รวม				93,315.38	274,000.00	873,116.48	966,431.86		
เฉลี่ย				7,776.28	22,833.33	72,759.71	80,535.99	-	3.61

หมายเหตุ กรณีอัตรา ปกติ ให้กรอกค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) ในช่อง P

กรณีอัตรา TOD: P หมายถึง ON Peak / PP หมายถึง Partial Peak / OP หมายถึง Off Peak

กรณีอัตรา TOU: P หมายถึง Peak / OP1 หมายถึง Off Peak1 / OP2 หมายถึง Off Peak2

กรณีอาคารมีเครื่องวัดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่อง ให้เพิ่มจำนวนตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามจำนวนเครื่องวัดไฟฟ้า

ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ — ชั่วโมง)}}{\text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)} \times 24(\text{ชม./วัน}) \times \text{จำนวนวันในแต่ละเดือน(วัน)}} \times 100$

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2559

อัตราการใช้ไฟฟ้า หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 0 หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า 65020846

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด				พลังงานไฟฟ้า		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ปริมาณ (กิโลวัตต์)	ค่าใช้จ่าย (บาท)			
ม.ค.	62	84	0	8,241	19,000	61,847	70,088	-	3.69
ก.พ.	55	85	0	7,311	20,000	64,544	71,855	-	3.59
มี.ค.	71	101	0	9,438	31,000	100,149	109,587	-	3.54
เม.ย.	91	134	0	12,096	33,000	104,169	116,265	-	3.52
พ.ค.	92	141	0	12,229	34,000	98,267	110,496	-	3.25
มิ.ย.	46	58	0	6,114	17,000	50,992	57,106	-	3.36
ก.ค.	56	82	0	7,444	17,000	51,142	58,586	-	3.45
ส.ค.	87	119	0	11,564	30,000	88,391	99,955	-	3.33
ก.ย.	67	79	0	8,906	26,000	76,684	85,590	-	3.29
ต.ค.	66	89	0	8,773	26,000	76,675	85,448	-	3.29
พ.ย.	54	80	0	7,178	26,000	78,254	85,432	-	3.29
ธ.ค.	34	45	0	4,519	9,000	27,839	32,358	-	3.60

รวม	103,813.0	288,000.00	878,953.00	982,766.00		
เฉลี่ย	8,651.08	24,000.00	73,246.08	81,897.17	-	3.43

หมายเหตุ กรณีอัตรา ปกติ ให้กรอกค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) ในช่อง P

กรณีอัตรา TOD: P หมายถึง ON Peak / PP หมายถึง Partial Peak / OP หมายถึง Off Peak

กรณีอัตรา TOU: P หมายถึง Peak / OP1 หมายถึง Off Peak1 / OP2 หมายถึง Off Peak2

กรณีอาคารมีเครื่องวัดไฟฟ้ามากกว่า 1 เครื่อง ให้เพิ่มจำนวนตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามจำนวนเครื่องวัดไฟฟ้า

$$\text{ค่าตัวประกอบภาระ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ — ชั่วโมง)}}{\text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด (กิโลวัตต์)} \times 24(\text{ชม./วัน}) \times \text{จำนวนวันในแต่ละเดือน(วัน)}} \times 100$$

ภาคผนวก ง

MATLAB Simulink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดสมการ Optimization แบบ Genetic Algorithm, GAs

```
Objective Function = @simple_fitness2;
nvars = 6;    % Number of variables
LB = [0 0 0 0 0 0];   % Lower bound
UB = [10 20 20 20 20 10];   % Upper bound
Constraint Function = @simple_constraint;
rng(1,'twister') % for reproducibility

 options = optimoptions('ga','PlotFcn',{@gaplotbestf,@gaplotmaxconstr},'Display','iter');

 [x,fval] = ga(ObjectiveFunction,nvars,[],[],[],[],...
              LB,UB,ConstraintFunction,options)
```

Objective function

```
function y = simple_fitness(x)
OTTV1 = x(1)*x(2); %ทึบ
OTTV2 = x(1)*x(3); %ประตู
OTTV3 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(7.7))+(0.769*0.82*80.68);
OTTV4 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(9.7))+(0.769*0.82*80.68);
OTTV5 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(9.7))+(0.769*0.82*80.68);
OTTV6 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(10.7))+(0.769*0.82*80.68);
OTTV7 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(11))+(0.769*0.82*80.68);
OTTV8 = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769*(8.4))+(0.769*0.82*80.68);

RTTV1 = x(1)*x(5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
G(1) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV3/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*0.5;
G(2) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV4/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*1;
G(3) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV5/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*1.5;
G(4) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV6/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*2;
G(5) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV7/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*2.5;
G(6) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV8/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*3;

y = (abs(1-((E1)/(G(1)))))^2 + (abs(1-((E2)/(G(2)))))^2 + (abs(1-((E3)/(G(3)))))^2 + (abs(1-
((E4)/(G(4)))))^2 ...
    +(abs(1-((E5)/(G(5)))))^2 +(abs(1-((E6)/(G(6)))))^2;
```

<u>โค้ดการหาค่าพลังงานกรณีการเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ 25 °C เป็น 26 °C</u>

```
delT = tempout-tempin;
x = [3.8769    9.9555   13.8453   11.1659    5.8218   10.3735] ;
N = (0:5/3600:2159*5/3600);
OTTV1 = x(1)*x(2);
OTTV2 = x(1)*x(3);
RTTV1 = x(1)*x(5);
OTTV = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769.*(delT))+(0.769*0.82*80.68);
En(1)=0;
 for i=2:2160
    if A1RMS(i) < 2
          En(i) = En(i-1);
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        En(i) =
((17.68*2*OTTV1/3.11)+(8.32*OTTV2/3.11)+(8.32*OTTV(i)/3.11)+(21.76*RTTV1/3.11))*N(i
);
    end
 end
plot(N,En);
grid
hold on
```

โค้ดการหาค่าพลังงานกรณีการล้างเครื่องปรับอากาศในกรณีที่คอยล์ร้อนมีสิ่งอุดตัน

```
delT = tempout-tempin;
x = [3.8769    9.9555   13.8453   11.1659    5.8218   10.3735] ;
N = (0:5/3600:358*5/3600);
OTTV1 = x(1)*x(2);
OTTV2 = x(1)*x(3);
RTTV1 = x(1)*x(5);
OTTV = (x(1)*0.231*x(4))+(x(6)*0.769.*(delT))+(0.769*0.82*80.68);
En1(1)=0;
for i=2:359
   if A1RMS(i) < 2
        En1(i) = En1(i-1);
   else
      En1(i) =
((17.68*2*OTTV1/1.61)+(8.32*OTTV2/1.61)+(8.32*OTTV(i)/1.61)+(21.76*RTTV1/1.61))*N(i
);
   end
end
plot(N,En1);
grid
hold on
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นาย ณัชกฤช ธนสรวิชยา

วัน เดือน ปีเกิด 17 พฤษภาคม 2539

ที่อยู่ 600/134 ถนนสาธุประดิษฐ์ เขต ยานนาวา แขวง บางโพงพาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10120

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนวัดสุทธิวราราม

ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐพล ยุกิจภูติ

วัน เดือน ปีเกิด 15 เมษายน 2539

ที่อยู่ 77/83 หมู่บ้านชลลดา ซอยสายไหม34 ถนนสายไหม เขต สายไหม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10220

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย

ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุภาวดี วงษ์ดี

วัน เดือน ปีเกิด 30 มิถุนายน 3538

ที่อยู่ 98 หมู่3 ตำบลกุดเพียขอม อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น 40180

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนบ้านไผ่

ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้