

การจัดการพลังงานในอาคารของอาคารเจ้าคุณทหารฯ  
BUILDING ENERGY MANAGEMENT OF CHAO KHUN THAHAN BUILDING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพียงการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปีการศึกษา 2563

การจัดการพลังงานในอาคารของอาคารเจ้าคุณทหารฯ

BUILDING ENERGY MANAGEMENT OF CHAO KHUN THAHAN BUILDING



อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ธีรพล โปธิพงษ์วิวัฒน์

ดร.วรุฒม์ สุอำพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง การจัดการพลังงานในอาคาร

ผู้จัดทำ

1. นายธีรวิทธิ ปิติพิพัฒน์
2. นางสาวนันท์ อรุณมกล
3. นายภัควัต ธีรนนท์
4. นายศุภกร ดอนชัย



..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ดร.ธีรพล โพธิ์พงษ์วิวัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## การจัดการพลังงานในอาคารของอาคารเจ้าคุณทหารฯ

นายธีรวิทธิ์	ปิติพัฒน์
นางสาวนันทน์	อรุณกมล
นายภักวัต	ธีรนนท์
นายศุภกร	ดอนชัย

ดร.ธีรพล	โพธิ์พงษ์วิวัฒน์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.วรุตม์	สุอำพัน	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2563		

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์เล่มนี้ แสดงข้อมูลพลังงานและค่าใช้จ่ายเมื่อปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตรเริ่มจากการสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในอาคารแล้วทำการสุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศจำนวน 33 ตัว เพื่อทำการทดสอบหาค่าความชื้น, อุณหภูมิ, กำลังไฟฟ้าเป็นต้น เพื่อคำนวณ Energy Efficiency Ratio (EER) แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เพื่อให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องยังคงมีประสิทธิภาพมากเพียงพตรงตามมาตรฐานในการใช้งานหรือไม่ แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของปฏิญานิพนธ์เล่มนี้ต้องการรวบรวมข้อมูลให้แก่ทางสถาบันฯ ด้วย เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นดังนั้นทางผู้จัดทำจึงแสดงผลการทดสอบเป็นค่าพลังงานและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ โดยคำนวณหาขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละห้องและได้เลือกยี่ห้อเครื่องปรับอากาศใหม่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใหม่จำนวน 2 ยี่ห้อที่มีเครื่องปรับอากาศหลากหลายขนาดได้แก่ Trane และ Carrier เมื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบเป็นที่เรียบร้อย ทางคณะผู้จัดทำจะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้แก่ทางสถาบันฯ เพื่อนำข้อมูลในปฏิญานิพนธ์นี้ไปใช้ต่อยอดในการพัฒนาในด้านการใช้พลังงานของอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# BUILDING ENERGY MANAGEMENT OF CHAO KHUN THAHAN BUILDING

Mr. Thirawarit Pitiphiphat  
Mrs. Nuntanut Aroonkamon  
Mr. Pakawat Teranan  
Mr. Supakorn Donchai

Dr. Teerapon Phopongviwat Advisor  
Dr. Warut Suampun Co-Advisor  
Year 2020

## ABSTRACT

This thesis presents comparison of cost before and after replacing the air conditioners inside Chao Khun Thahan building. To study performance of existing air conditioners, first the 33 air conditioners were tested for Energy Efficiency Ratio (EER) by measure humidity temperature, active power etc. which is compared with a table of the label standard No. 5 to get whether each air conditioner is still efficient enough to the standard. However, the purpose of this thesis is researched information for the institute in order to reduce the usage of electrical energy and reduce unnecessary expenses, therefore, the author has shown the results of the test as energy and cost incurred to replace the new air conditioner. By calculating the capacity of the air conditioner that is most suitable for each room. Two brands were selected for new installations with various sizes of air conditioners, namely Trane and Carrier. Once analyzing and concluding the test results are completed. The author will present an alternative suitable solution to the institute. To use the information in this thesis to further develop the energy use of Chao Khun Thahan building.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยเหลือจากหลายท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ดร.ธีรพล โปธิพงษ์วิวัฒน์ และ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมาด้วยดีตลอดและได้กรุณาตรวจแก้ไขปริญญา นิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี

นอกจากนี้

ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ คุณทวีศักดิ์ จันทสร เจ้าหน้าที่วิศวกรรมสถานที่คณะอุตสาหกรรม การเกษตรที่เปิดห้องภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

และผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ คุณวรรณรัตน์ อยู่ทอง เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคงานสถานที่คณะ อุตสาหกรรมเกษตรที่เปิดห้องภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุน ด้านการเงินและให้กำลังใจ อีกทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการ ทำโครงการครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ

บทคัดย่อ .....	I
ABSTRACT .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญรูป .....	VI
สารบัญตาราง .....	VIII
สัญลักษณ์ .....	IX
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1.    ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2.    วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3.    ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4.    วิธีดำเนินการวิจัย .....	2
1.5.    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1.    คู่มือการกำหนดรหัสครุภัณฑ์ .....	4
2.1.1.    คำหมายของรหัสครุภัณฑ์ .....	4
2.1.2.    การให้หมายเลขตามพัสดุตามระบบ .....	4
2.2.    ประเภทของเครื่องปรับอากาศ .....	5
2.3.    ระบบของเครื่องปรับอากาศ .....	8
2.4.    ฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้า .....	8
2.4.1.    ตัวเลขบอกประสิทธิภาพการประหยัดไฟ .....	8
2.4.2.    ระบุของรุ่นสินค้า .....	9
2.4.3.    ระบุหน่วยงานที่ดูแล .....	9
2.4.4.    ระบุประเภท .....	9
2.4.5.    ค่า EER/SEER .....	9
2.4.6.    ค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี .....	9
2.5.    มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศและมาตรฐานการทดสอบของเครื่องปรับอากาศ .....	10
2.5.1.    มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศ .....	10
2.5.2.    มาตรฐานการทดสอบของเครื่องปรับอากาศ .....	10
2.6.    การทดสอบเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ห้า .....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

<b>บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง</b>	13
3.1. การทดสอบประสิทธิภาพของแอร์แบบ Energy Efficiency Ratio (EER)	13
3.1.1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ	13
3.1.2. เครื่องมือวัด และอุปกรณ์ที่ใช้	13
3.1.3. สิ่งที่ต้องทราบก่อนทดสอบ	15
3.1.4. ขั้นตอนการทดสอบ	15
3.1.5. วิธีการคำนวณเพื่อหาค่า EER	16
3.2. การทดสอบประสิทธิภาพของแอร์แบบ Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)	17
3.2.1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ	17
3.2.2. วิธีการคำนวณเพื่อหาค่า SEER	17
3.3. การคำนวณเพื่อหาเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์อย่างง่าย	18
3.3.1. การคำนวณเพื่อหาเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศใหม่	17
3.3.2. การคำนวณเพื่อหาเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเก่า	17
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง</b>	31
4.1. บทนำ	31
4.2. การจำลองผลการทดลอง	31
4.3. การทดสอบ	40
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>	121
5.1. สรุปผลการทดลอง	121
5.1.1. สรุปผลวิเคราะห์ของการทดสอบเครื่องปรับอากาศ	121
5.1.2. สรุปด้านพลังงานของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	124
5.1.3. สรุปด้านค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	124
5.2. ข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบ	126
5.3. แนวทางการพัฒนา	126
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	128
<b>ภาคผนวก</b>	130
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	เครื่องปรับอากาศประเภทติดผนัง (wall type) .....	5
รูปที่ 2.2	เครื่องปรับอากาศประเภทแบบตั้งหรือแขวน (ceiling/floor type) .....	6
รูปที่ 2.3	เครื่องปรับอากาศแบบตู้ตั้ง (package type) .....	6
รูปที่ 2.4	เครื่องปรับอากาศแบบฝังเพดาน (built-in type) .....	7
รูปที่ 2.5	เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (window type) .....	7
รูปที่ 2.6	เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ (movable type) .....	8
รูปที่ 2.7	ข้อแตกต่างระหว่างฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 รูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ .....	9
รูปที่ 2.8	ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 รูปแบบใหม่ .....	10
รูปที่ 2.9	สัญลักษณ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .....	11
รูปที่ 3.1	เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) รุ่น VICTOR 816 .....	13
รูปที่ 3.2	เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TENMARS TM-305U .....	14
รูปที่ 3.3	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (power meter) Hioki รุ่น CM3286-01 AC .....	14
รูปที่ 3.4	ตลับเมตร Tylon ยาว 5 เมตร STANLEY รุ่น 30-696N .....	15
รูปที่ 3.5	ลักษณะรูปตัดของกล่องทดสอบและตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ .....	19
รูปที่ 3.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่คอมเพลสเซอร์ทำงานในช่วงเวลา 13.00 น. ถึง 13.30 น. ที่อุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 34°C .....	25
รูปที่ 3.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในกับช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. ....	29
รูปที่ 4.1	การวัดพื้นที่ช่องลม .....	32
รูปที่ 4.2	การวัดค่าความเร็วลมที่ระยะห่างจากจุดอ้างอิง 27,56.5,91 เซนติเมตร .....	33
รูปที่ 4.3	การวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่าย .....	34
รูปที่ 4.4	แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric Chart) .....	35
รูปที่ 4.5	การวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของคอมเพลสเซอร์ .....	35
รูปที่ 4.6	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน A ชั้นที่ 1 .....	41
รูปที่ 4.7	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน A ชั้นที่ 2 .....	41
รูปที่ 4.8	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน A ชั้นที่ 3 .....	42
รูปที่ 4.9	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน A ชั้นที่ 4 .....	42
รูปที่ 4.10	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน B ชั้นที่ 1 .....	43
รูปที่ 4.11	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน B ชั้นที่ 2 .....	43
รูปที่ 4.12	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน B ชั้นที่ 3 .....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นใบใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.13	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน B ชั้นที่ 4	45
รูปที่ 4.14	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน C ชั้นที่ 1	45
รูปที่ 4.15	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน C ชั้นที่ 2	46
รูปที่ 4.16	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน C ชั้นที่ 3	47
รูปที่ 4.17	ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดห้องส่วน C ชั้นที่ 4	47
รูปที่ 4.18	ค่าพลังงานตารางจาก Smart Meter	119
รูปที่ 4.19	กราฟแสดงค่าพลังงานของตัว Smart Meter	120



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 เวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์และอัตราส่วนการทำงานคอมเพรสเซอร์ต่อการ ทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่ .....	27
ตารางที่ 3.2 เวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์และอัตราส่วนการทำงานคอมเพรสเซอร์ต่อการ ทำงานของเครื่องปรับอากาศเก่า .....	26
ตารางที่ 4.1 ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 6 ครั้งในเวลาทุก ๆ 10 นาที โดยมีระยะอ้างอิง โดย อุปกรณ์วัดค่าความเร็วลม .....	32
ตารางที่ 4.2 ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 3 ครั้งในเวลาทุก ๆ 10 นาที โดยมีระยะอ้างอิง โดย อุปกรณ์วัดค่าความเร็วลม .....	33
ตารางที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ โดยใช้เครื่องวัดค่า ยี่ห้อ TENMARS TM-305U .....	34
ตารางที่ 4.4 ค่าการทดสอบตัวอย่างเครื่องปรับอากาศ และผลคำนวณตัวอย่างจากสมการการ จำลองการทดลองเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร .....	36
ตารางที่ 4.5 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ.2554) .....	36
ตารางที่ 4.6 ตารางเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Trane และ Carrier .....	38
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ .....	48
ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ .....	78
ตารางที่ 4.9 ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าพารามิเตอร์และแสดงค่า EER .....	86
ตารางที่ 4.10 ขนาด BTU ของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับห้อง .....	93
ตารางที่ 4.11 พลังงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง .....	97
ตารางที่ 4.12 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานใน ช่วงเวลาเช้า .....	107
ตารางที่ 4.13 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานใน ช่วงเวลากลาง .....	111
ตารางที่ 4.14 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานใน ช่วงเวลาเย็น.....	115
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศฉลากประหยัดพลังงานเบอร์5 ถึง เบอร์5 3ดาว ตามค่า SEER .....	122
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศฉลากประหยัดพลังงานเบอร์3 ถึง เบอร์5 ตามค่า EER.....	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้หรือเผยแพร่  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 5.3 ระยะเวลาคุ้มทุนเมื่ออัตราส่วนเวลาการทำงานของคอมพิวเตอร์กับเวลาการใช้ของ A/C เปลี่ยนแปลง.....125



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ตัวแปร	หน่วย	สัญลักษณ์หน่วย
A	พื้นที่ช่องลมกลับ	ตารางเมตร	$m^2$
CMM	ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ	ลูกบาศก์เมตรต่อนาที	$m^3/min$
COP	ค่าสัมประสิทธิ์ที่สมรรถนะ		
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์	BTU/hr/W
$h_r$	เอนทัลปีของลมกลับของเครื่องปรับอากาศ	กิโลจูลต่อกิโลกรัม	kJ/kg
$h_s$	เอนทัลปีของลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ	กิโลจูลต่อกิโลกรัม	kJ/kg
$qc(T_j)$	อัตราส่วนความเย็นในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก $T_j$	บีทียูต่อชั่วโมง	BTU/hr
$ec(T_j)$	อัตราส่วนพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก $T_j$	วัตต์	W
$T_j$	อุณหภูมินอกกลุ่มหน่วย F ช่วงอุณหภูมิในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5 F แบ่งเป็น 8 กลุ่มตั้งแต่ 67, 72, 77, 82, 87, 92, 97, 102 F	ฟาเรนไฮต์	$^{\circ}F$
j	จำนวนกลุ่ม กรณีนี้เริ่มตั้งแต่กลุ่มที่ 1 จนถึง 8		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน อาคารพาณิชย์ภายในประเทศไทยมีการใช้พลังงานต่าง ๆ ในอาคาร อาทิเช่น ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้ถูกใช้ไปในเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวัน ซึ่งผู้ใช้งานมีความต้องการที่จะใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในวัตถุประสงค์ที่ผู้ใช้งานต้องการที่แตกต่างกันไปตามการใช้งาน แต่ผู้ใช้อาจไม่ทราบถึง “ระบบบริหารจัดการพลังงาน” ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะรวมถึงการงดใช้และการใช้น้อยที่สุด เท่าที่จะไม่ทำให้ความสามารถในการทำงาน/ผลิตภาพ(Productivity) ในอาคารต้องเสียหายลง หรือก่อให้เกิดผลเสียทางสุขภาพใด ๆ กับผู้ใช้ภายใน<sup>[1]</sup>

ระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System : EMS) ความหมายของระบบบริหารจัดการพลังงานมีหลากหลายบริบท ในที่นี้กล่าวถึงบริบทของระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น หมายถึง การผลิตพลังงาน การส่งจ่ายพลังงาน และการใช้พลังงาน โดยการควบคุมผ่านระบบอัตโนมัติเพื่อให้เป็นไปอย่างเหมาะสมในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งระบบบริหารจัดการพลังงานในด้านของผู้ใช้งานทางด้านไฟฟ้า มี 3 ประเภท ได้แก่ ระบบบริหารจัดการพลังงานในบ้านเรือน(Home Energy Management System : HEMS) ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management : BEMS) และระบบบริหารจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Energy Management : FEMS)

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำโครงการวิจัยภายในขอบเขต ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (BEMS) โดยสำรวจและทดสอบระบบปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศของอาคารแห่งหนึ่งภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากว่า โดยทั่วไปแล้ว อาคารพาณิชย์ในประเทศไทยมักใช้พลังงานส่วนมากไปกับระบบปรับอากาศ<sup>[2]</sup> จากที่กล่าวมาการสำรวจการใช้พลังงาน ค้นหาจากข้อมูลในเว็บไซต์ระบบส่วนกลางที่รวบรวมมาจากสมาร์ทมิเตอร์(Smart Meter) ด้วยระบบอินเทอร์เน็ต(Internet-System) และการทดสอบรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่เหมือนหรือใช้งานในอาคารที่เลือกนำมาทำโครงการวิจัยอย่างที่กำลังมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำโครงการวิจัยไปต่อยอดทางความคิดและกระบวนการทางความรู้ในการบริหารจัดการพลังงานต่อไป
2. เพื่อลดการใช้ทรัพยากรหรือใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน หรือ สร้างความเสียหายให้แก่ระบบภายในอาคาร
3. เพื่อเสนอแนวคิดในการปรับปรุงอุปกรณ์หรือระบบการจัดการ ให้แก่สถาบันฯ
4. เพื่อให้ผู้ใช้งานทางไฟฟ้า รับรู้ และตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรไฟฟ้าที่จำกัดอย่างสูงสุดให้คุ้มค่าที่สุด และการแก้ไขนั้นจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำส่วนต่างของค่าใช้จ่าย ที่ประหยัดได้ ไปพัฒนาและต่อยอดต่อไป

## 1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องปรับอากาศในอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 33 เครื่อง โดยการสุ่มเลือกจากวิธีการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานสูงสุด
2. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 2.1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของเครื่องปรับอากาศ วิธีการอ่านข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริงกับเวลา
  - 2.2. ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของเครื่องปรับอากาศ พลังงานที่สูญเสียไป ค่าไฟที่ต้องชำระ
3. ระยะเวลา การทำโครงการของคณะผู้วิจัยในครั้งนี้เริ่ม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เป็นระยะเวลา 40 สัปดาห์ ใช้เวลาทำโครงการสัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 3 ชั่วโมง
4. เนื้อหาที่ใช้ในการทำโครงการวิจัย ได้แก่ วิชาภายในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2560
5. สถานที่ที่ใช้ในการทำโครงการวิจัย ได้แก่ อาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 1.4. วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยในครั้งนี้ เป็นโครงการเชิงปฏิบัติการ โดยการทดลอง สังเกตการณ์ และเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อให้โครงการเป็นไปอย่างสมบูรณ์แบบมากขึ้น คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการปรึกษาปรึกษาและต่อยอดความรู้จากการประชุมกับอาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมกับการค้นคว้า เพื่อให้บทความและการทดลองเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้จัดทำแบ่งรายละเอียดไว้ ดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประกอบด้วยชั้นของอาคาร 4 ชั้นไม่นับรวมคاعاتฟ้าของอาคาร และฝั่งอาคารทั้งหมด 4 ฝั่ง ได้แก่ พื้นที่โซน A, พื้นที่โซน B, พื้นที่โซน C, และพื้นที่โซน D ในแต่ละโซนมีการปรับปรุงพื้นที่ใช้สอยเปลี่ยนแปลงจนมาถึงปัจจุบัน ต้องทำการระบุพื้นที่ใช้สอยของแต่ละห้อง หรือประสานงานกับฝ่ายควบคุมดูแลอาคาร

## 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องปรับอากาศในอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 33 เครื่อง โดยการสุ่มทดสอบโดยเลือกจากวิธีการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานสูงที่สุด

## 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้จัดทำกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.2 เรียกประชุมปรึกษาหาแนวทางกับอาจารย์ที่ปรึกษา

3.3 ออกแบบการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

3.4 จำลองการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

3.5 สุ่มทดสอบเครื่องปรับอากาศตามจำนวนที่ระบุเอาไว้

3.6 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศและเปรียบเทียบกับตาราง Energy Efficiency Ratio (EER)

3.7 คำนวณค่าการประหยัดพลังงาน

3.8 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โครงการวิจัยนี้จะสามารถต่อยอดได้และเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการบริหารจัดการให้ผู้ที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายและลดทรัพยากรต่อไป

2. สามารถเสนองานวิจัยนี้แก่สถาบันฯ เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์และระบบจัดการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ผู้ใช้งานทั่วไป ตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามากที่สุด และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงการ building energy management system ทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาเนื้อหาเอกสารและข้อมูลจากทางเว็บไซต์และหนังสือดังต่อไปนี้

- 1 คู่มือการกำหนดรหัสครุภัณฑ์
- 2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ
- 3 ระบบของเครื่องปรับอากาศ
- 4 ฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้า
- 5 มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศ และมาตรฐานการทดสอบของเครื่องปรับอากาศ
- 6 การทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐานฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้า
- 7 การคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราปกติและอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (กิจการขนาดเล็ก)

#### 2.1. คู่มือการกำหนดรหัสครุภัณฑ์

สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีเลขครุภัณฑ์แสดงอยู่ โดยคณะผู้จัดทำกล่าวเจาะจงที่เครื่องปรับอากาศ เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาหาข้อมูล พบว่าเครื่องปรับอากาศมีการอ้างถึงการสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด

##### 1. คำหมายของรหัสครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์ คือ สิ่งของที่มีสภาพคงทนถาวรมีอายุการใช้งานที่นาน เมื่อชำรุดสามารถซ่อมแซมได้ สำหรับเลขครุภัณฑ์ในประเทศไทยที่ใช้งานอยู่ เป็นระบบที่นำมาจากอเมริกา

##### 2. การให้หมายเลขตามพัสดุตามระบบ (Federal Stock Number : FSN)

ในตัวเลขจำนวนนี้จะมีทั้งหมด 3 ชุด 11 ตำแหน่ง แบ่งได้เป็น

- 2.1. ชุดที่หนึ่งมี 4 ตำแหน่ง โดยสองตัวแรกจะบอก Group และสองตัวหลังจะบอก Class ทางคณะผู้จัดทำ เรียก จำนวนตัวเลขชุดนี้ว่า กลุ่มประเภท
- 2.2. ชุดที่สองมี 3 ตำแหน่ง โดยจะบอก Type ของพัสดุ ทางคณะผู้จัดทำเรียกชุดที่สองนี้ว่า ชนิด
- 2.3. ชุดที่สามมี 4 ตำแหน่ง โดยจะบอก Description ของพัสดุ ตัวเลขนี้จะไม่กำหนดตายตัว ทางคณะผู้จัดทำเรียกชุดที่สามนี้ว่า รายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



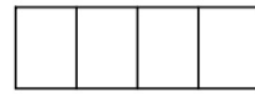
Group Class

กลุ่ม ประเภท



Type

ชนิด



Description

รายละเอียด

รหัสศรภูมัทธ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีชุดข้อมูลเพิ่มเติมจาก เลขรหัสศรภูมัทธ์สากล โดยชุดข้อมูลที่เพิ่มเติมสี่ตำแหน่งแรก สองตำแหน่งแรกแสดงปีที่ติดตั้ง สองตำแหน่งหลังแสดงคณะที่จัดตั้งและดูแล ยกตัวอย่างเช่น 39กษ-4120-01-02-001

## 2.2. ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศนั้นมีอยู่ 6 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องปรับอากาศประเภทติดผนัง (wall type) แสดงดังรูปที่ 2.1 เหมาะสำหรับทำงานในห้องขนาดเล็ก ซ่อมบำรุงง่าย เป็นที่นิยม มีหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นแบบอินเวอร์เตอร์คอมเพรสเซอร์คู่ หรือ แบบประหยัดพลังงานก็มีด้วยเช่นกัน แต่เครื่องปรับอากาศประเภทนี้ไม่เหมาะสำหรับการทำงานที่ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน

รูปที่ 2.1 เครื่องปรับอากาศประเภทติดผนัง (wall type)

2. เครื่องปรับอากาศประเภทแบบตั้งหรือแขวน (ceiling/floor type) แสดงดังรูปที่ 2.2 ใช้ตั้งแต่ห้องขนาดเล็กจนถึงห้องขนาดใหญ่ เครื่องปรับอากาศประเภทแบบตั้งหรือแขวนสามารถให้ความเย็นได้เร็ว ง่ายต่อการติดตั้ง แต่รูปแบบของตัวเครื่องไม่ค่อยมีความหลากหลาย ไม่ควรวางไว้ในพื้นที่อับ เนื่องจากการถ่ายเทความเย็นไม่เท่าเครื่องปรับอากาศประเภทติดผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

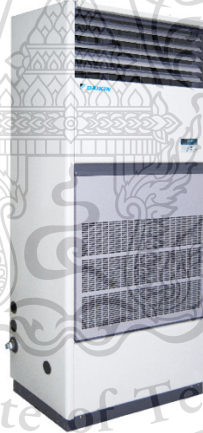
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.2 เครื่องปรับอากาศประเภทแบบตั้งหรือแขวน (ceiling/floor type)

3. เครื่องปรับอากาศแบบตู้ตั้ง (package type) แสดงดังรูปที่ 2.3 เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีคนสัญจรไปมาหรือเข้าออกอยู่ตลอดเวลา สามารถกระจายความเย็นได้ทั่วถึง ใช้กับสถานที่ใหญ่ๆ แต่ เครื่องปรับอากาศแบบนี้จำเป็นต้องใช้พื้นที่ใช้สอยเยอะ



รูปที่ 2.3 เครื่องปรับอากาศแบบตู้ตั้ง (package type)

4. เครื่องปรับอากาศแบบฝังเพดาน (Built-in type) แสดงดังรูปที่ 2.4 ส่วนใหญ่ที่ใช้เพื่อเน้นความสวยงาม แต่ข้อเสียของเครื่องปรับอากาศแบบนี้จะอยู่ที่การดูแลซ่อมแซมตัวเครื่อง และนอกจากนั้นยังมีราคาที่สูงสำหรับตัวเครื่องและการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.4 เครื่องปรับอากาศแบบฝังเพดาน (Built-in type)

5. เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (window type) แสดงดังรูปที่ 2.5 ติดอยู่ตรงช่องหน้าต่างขนาดเล็กมี คอนเดนซิ่งและแฟนคอยล์อยู่ในเครื่องเดียวกัน พื้นที่ใช้สอยน้อย ติดตั้งง่าย แต่การกระจายความเย็นไม่ค่อยดีนัก มีเสียงดังและเครื่องสั่น ปัจจุบันหาพบได้ค่อนข้างยากในประเทศไทย



รูปที่ 2.5 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (window type)

6. เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ (movable type) แสดงดังรูปที่ 2.6 เสียบบปลั๊กสามารถใช้ได้ในทุกพื้นที่ ไม่ต้องติดตั้ง แต่ BTUต่ำ ใช้ได้แต่ห้องเล็กมาก ส่วนใหญ่เน้นเป็นตัวเสริมความเย็นให้กับห้องตามการใช้งานนั้น ๆ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 เครื่องปรับอากาศแบบเคลื่อนที่ (movable type)

### 2.3. ระบบของเครื่องปรับอากาศ

ระบบเครื่องปรับอากาศที่คนส่วนใหญ่ใช้ทั่วไปนั้นมีอยู่ 2 ประเภท นั่นคือระบบ fixed speed และ inverter

1. ระบบธรรมดา (Fixed speed) การทำงานของระบบนี้ ตัวของคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศจะทำงานจนถึงอุณหภูมิที่เราตั้งไว้และจะหยุดการทำงาน แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการทำงานขึ้นใหม่อีกรอบหนึ่ง ซึ่งอาจจะเกิดกระแสไฟฟ้ากระชากได้ โดยข้อดีของระบบนี้จะอยู่ที่อุปกรณ์ถูก และ ง่ายต่อการติดตั้ง แต่ข้อเสียก็คือไฟกระชากที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

2. ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) การทำงานของระบบนี้ ตัวของคอมเพรสเซอร์จะทำงานจนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้แต่จะไม่มีการหยุดการทำงาน ดังนั้นเมื่อเราเปิดเป็นเวลานาน ๆ จึงจะสามารถช่วยประหยัดไฟเพิ่มขึ้นได้ เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้ากระชาก ข้อดีของระบบนี้คือ ประหยัดพลังงาน แต่ข้อเสียคือ ค่าอุปกรณ์การติดตั้งซ่อมแซมที่แพงมากขึ้น

### 2.4. ฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้า

ฉลากประหยัดไฟ คือ ฉลากที่มีไว้บอกค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ทางคณะผู้จัดทำได้วิเคราะห์ข้อมูลของฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้าของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งรายละเอียดของฉลากประหยัดไฟ มีดังนี้

#### 2.4.1 ตัวเลขบอกประสิทธิภาพการประหยัดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงแหล่งข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าตัวเลขที่บอกค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าว่ามีประสิทธิภาพอยู่ที่ชั้นไหนไล่ระดับจาก ต่ำ พอใช้ ปานกลาง ดี จนกระทั่งถึง ดีมาก

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.





รูปที่ 2.8 ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 รูปแบบใหม่

## 2.5. มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศและมาตรฐานการทดสอบของเครื่องปรับอากาศ

### 2.5.1. มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องไฟฟ้าทุกชนิดต้องมีการตรวจสอบรับรองผ่านการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (EGAT) โดยต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) โดยสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.)จะเป็นหน่วยงานทดสอบค่าประสิทธิภาพเพื่อติดฉลากไฟเบอร์ห้า

1. มอก.2134-2545 (มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ)
  - 1.1. ค่าความสามารถทำความเย็น (Q) มากกว่าหรือเท่ากับ 95% จากฉลาก
  - 1.2. ค่าการใช้พลังงาน (P) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 110% จากฉลาก
  - 1.3. ค่าสมรรถนะการทำความเย็น (COP) ต้องมากกว่า 2.82
2. มอก.1155-2536 (มาตรฐานที่ว่าด้วยความปลอดภัยในการใช้เครื่องปรับอากาศ)
3. มอก.812-2545 (มาตรฐานที่ว่าด้วยการนำเข้าและผลิตคอมเพลสเซอร์)

### 2.5.2. มาตรฐานการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เครื่องปรับอากาศเบอร์ห้า ต้องผ่านการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาล ตาม  
ไม่ว่ากรณีใด มาตรฐานดังนี้ ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. มอก. 2710-2558 เครื่องปรับอากาศและปั๊มความร้อน – แบบไม่มีท่อส่งลม การทดสอบ และการระบุสำหรับสมรรถนะ
2. ISO 5151: 2010 Non - ducted air conditioners and heat pumps - Testing and rating for performance (การทดสอบและการระบุสำหรับสมรรถนะ)
3. มอก. 2714 เล่ม 1-2558 เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและปั๊มความร้อนแบบอากาศสู่อากาศ – วิธีการทดสอบและคำนวณปัจจัยด้านสมรรถนะตาม ฤดูกาล เล่ม 1 ปัจจัยด้านสมรรถนะในการทำความเย็นตามฤดูกาล
4. ISO 16358-1 : 2013 Air-cooled air conditioners and air-to-air heat pumps – Testing and calculating methods for seasonal performance factors – part 1 : Cooling seasonal performance factor (วิธีการทดสอบและคำนวณปัจจัยด้านสมรรถนะ ตาม ฤดูกาล)
5. ข้อกำหนดโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## 2.6. การทดสอบเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ห้า

เครื่องปรับอากาศมีการทดสอบอยู่สองระบบ 2 ระบบ

1. แบบธรรมดา ใช้การทดสอบแบบ EER (Energy Efficiency Ratio) คือ ค่าอัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโดยที่ให้อุณหภูมิภายนอก มีค่าคงที่
2. แบบอินเวอร์เตอร์ ใช้การทดสอบแบบ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) คือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาลของเครื่องปรับอากาศ เป็นการทดสอบ ประสิทธิภาพโดยที่อุณหภูมิมีค่าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

หมายเหตุ : ยิ่งค่า EER และ SEER มีมากจะยิ่งประหยัดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$EER = \left( \frac{\text{ขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ} \left( \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right)}{\text{จำนวนกำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้} (w)} \right) \quad (2.1)$$

$$SEER = \left( \frac{\text{ขีดความสามารถทำความเย็นรวมทั้งหมด} \left( \frac{\text{kBtu}}{\text{hr}} \right)}{\text{พลังงานที่ใช้ทั้งหมด} (kw)} \right) \quad (2.2)$$

โครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ที่กำหนดให้ทดสอบที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่ 27°CDB/19°CWB และอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนซิ่งที่ 35°CDB/ 24°CWB และ SEER ใช้ได้ทั่วไปและอินเวอร์เตอร์ แต่อินเวอร์เตอร์ไม่สามารถคำนวณแบบ EER ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 3

### การออกแบบการทดลอง

โครงการวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้อาคารที่ใช้พลังงานใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ภายในอาคาร หรือสร้างความเสียหายให้แก่ตัวอาคาร โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจากโครงการฉลากเบอร์ 5 หาพลังงานรวมของโหลดทั้งหมด และจำนวนชั่วโมงการใช้งาน เพื่อนำผลทั้งหมดมาวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยจะทำการวัดค่าของอุณหภูมิและค่าของความชื้นทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชม. ทางคณะผู้จัดทำจะกำหนด

#### 3.1. การทดสอบประสิทธิภาพของแอร์แบบ Energy Efficiency Ratio (EER)

การทดสอบแบบ EER ใช้สำหรับทดสอบแอร์ชนิด Fix Speed

##### 3.1.1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ

- มอก. 1155-2557 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน (การทดสอบ)
- มอก. 2134-2553 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง: ประสิทธิภาพพลังงาน

##### 3.1.2. เครื่องมือวัด และอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemo.meter)



รูปที่ 3.1 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) รุ่น VICTOR 816

เครื่องรุ่น VICTOR 816 ที่มีความสามารถในการวัดความเร็วลมช่วงวัดความเร็ว

ลม 0 ถึง 30 เมตร/วินาที(เลือกหน่วยได้ กม/ชม,ฟุต/นาที่)  $\pm 5\%$  อุณหภูมิ -10 ถึง 45 องศา

เซลเซียส ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TENMARS TM-305U

เครื่องที่ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TENMARS TM-305U สามารถวัดในช่วงการวัด 1 ถึง 99%RH, -40 ถึง 85°C

ความแม่นยำในการแสดงผลค่าความชื้นที่

$\pm 3.0\%RH(20\sim 80\%)$

$\pm 5.0\%RH(80\%)$

ความแม่นยำในการแสดงผลค่าอุณหภูมิที่

$\pm 0.6^{\circ}C (\pm 1.2^{\circ}F)$  ช่วง  $-20$  ถึง  $50^{\circ}C (-4$  ถึง  $122^{\circ}F)$

$\pm 1.0^{\circ}C (\pm 1.8^{\circ}F)$  ช่วงย่านที่เหลือ

### 3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (power meter)



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (power meter) Hioki รุ่น CM3286-01 AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปแจ้งประโชชน์ด้านการค้า  
 Hioki รุ่น CM3286-01 AC มีค่าความสามารถในการวัด แรงดันไฟฟ้า 80 ถึง 600 V, Single range ความแม่นยำ  $\pm 0.7\% \text{ rdg.} \pm 3 \text{ dgt.}$  กระแสไฟฟ้า 0.06 ถึง 600 A, Single  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุที่แสดงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

range ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ ค่าความถี่ นอกเหนือจากนี้ยังสามารถ รองรับการดาวน์โหลดผ่านทาง USB ได้อีกด้วย

#### 4. ตลับเมตร



รูปที่ 3.4 ตลับเมตร Tylon ยาว 5 เมตร STANLEY รุ่น 30-696N

ตลับเมตร Tylon ยาว 5 เมตร STANLEY รุ่น 30-696N มีผิวด้าน คุณสมบัติ Tru-zero hook มีความกว้าง 19 มิลลิเมตร สเกลต่ำสุดที่ 0.1 เซนติเมตร ความแม่นยำอยู่ที่ Class 2

##### 3.1.3. สิ่งที่ต้องทราบก่อนทดสอบ

ในการคำนวณค่าของ EER ของเครื่องปรับอากาศนั้น จะต้องมีการหาค่าของตัวแปรที่สำคัญ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าที่นำมาใช้ในการคำนวณ โดยตัวแปรหลักที่จะต้องทราบก่อนการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องคอมเพรสเซอร์ (kW)
2. ขนาดพิกัดการทำงาน (BTU/hr )
3. ยี่ห้อ หรือ รุ่น ของเครื่องปรับอากาศ
4. ชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
5. อายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ
6. สถานที่ทำการทดลองเพื่อทดสอบเครื่องปรับอากาศ

##### 3.1.4. ขั้นตอนการทดสอบ

1. วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับที่ใช้ในการทดสอบ ด้วยตลับเมตร

2. วัดอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศทางด้านลมกลับ ด้วยเครื่องวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. วัดอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศทางด้านลมง่าย ด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
4. ทำการวัดความเร็วลมทางด้านลมกลับ โดยวัดสามจุดของพื้นที่หน้าตัดทุก 10 นาที ด้วยเครื่องวัดความเร็วลม สาเหตุที่ใช้ทางด้านลมกลับ เพราะ การไหลของลมทางด้านนี้เป็นแบบ ราบเรียบ มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมที่น้อยกว่าด้านลมง่าย พร้อมทั้งด้านลมกลับ มีการควบคุมการไหลของอากาศที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่างจากด้านลมง่าย
5. วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของตัวคอมเพรสเซอร์ ในช่วงเวลาที่ตัวเครื่องทำงานอยู่ ด้วยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า
6. หาเปอร์เซ็นต์การทำงานของตัวเครื่องคอมเพรสเซอร์ ในขณะที่ตัวเครื่องทำงานอยู่ และ ไม่ได้ทำงาน
7. นำค่าที่ได้นำไปคำนวณผลเพื่อหาค่า EER

### 3.1.5 วิธีการคำนวณเพื่อหาค่า EER

หลังจากที่ได้ค่าจากการทดลองแล้ว จะนำค่าที่ได้เหล่านั้นมาใช้ในการคำนวณต่อไป เพื่อหาค่าประสิทธิภาพพลังงาน ได้ดังนี้

1. คำนวณหาค่าปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (CMM)

$$CMM = 60 \times V \times A \quad (3.1)$$

โดย  $V$  คือ ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับ หน่วยเป็น m/s

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับ หน่วยเป็น  $m^2$

2. หาเอนทาลปีของด้านลมง่ายและลมกลับ สามารถหาได้สองวิธี ดังต่อไปนี้

- 2.1. เปิดแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) ของอากาศ

- 2.2. หาค่าเอนทาลปีของลมง่ายและลมกลับโดยใช้ Software

3. คำนวณความสามารถของเครื่องปรับอากาศ(TR)

$$TR = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (H_r - H_g) \quad (3.2)$$

โดย  $H_r$  คือ เอนทาลปีของลมกลับ

$H_g$  คือ เอนทาลปีของลมง่าย

4. คำนวณหาค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (EER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\frac{\text{kW}}{\text{TR}} = \frac{12}{\text{EER}} \quad (3.3)$$

$$\text{COP} = \frac{\text{EER}}{3.412} \quad (3.4)$$

### 3.2. การทดสอบประสิทธิภาพของแอร์แบบ Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)

การทดสอบแบบ SEER ใช้สำหรับทดสอบแอร์ชนิด Inverter หรือ Variable Speed

#### 3.2.1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ

- ISO 5151 : 2010 Non – ducted air conditioners and heat pumps – Testing and rating for performance (การทดสอบ)
- ISO 16358-1 : 2013 Air – cooled air conditioners and air-to-air heat pumps – Testing and calculating methods for seasonal performance factors – part 1 : Cooling seasonal performance factor (ขอข่ายการทดสอบและวิธีการคำนวณ)

#### 3.2.2. วิธีการคำนวณเพื่อหาค่า SEER

1. กำหนดอุณหภูมิที่ไม่ต้องความเย็น (Zero-load base temperature) ที่ 65 F และ อุณหภูมิออกแบบ (Outdoor design load temperature) ที่ 95 F
2. แบ่งระดับอุณหภูมิออกเป็น 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มห่างกัน 5 F เพื่อนำไปเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำนวนชั่วโมงของแต่ละกลุ่มในช่วงฤดูกาล แสดงค่าออกมาเป็นการแบ่งกลุ่มและสัดส่วนของเวลาในแต่ละกลุ่ม

จากข้อมูลเบื้องต้น เราสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (Seasonal Energy Efficiency Ratio ) ได้ดังนี้

$$\text{SEER} = \frac{\sum_j^8 q_c(T_j)}{\sum_j^8 e_c(T_j)} = \frac{\sum_j^8 \frac{q_c(T_j)}{N}}{\sum_j^8 \frac{e_c(T_j)}{N}} \quad (3.5)$$

โดย  $\frac{q_c(T_j)}{N}$  คือ อัตราส่วนความเย็นในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก  $T_j$  ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน จำนวนชั่วโมงในช่วงนั้น (N) หน่วยเป็น Btu/h

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$\frac{ec(T_j)}{N}$	คือ อัตราส่วนพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก $T_j$ ต่อจำนวนชั่วโมงในช่วงนั้น (N) หน่วยเป็น W
$T_j$	คือ อุณหภูมินอกกลุ่มหน่วย F ช่วงอุณหภูมิในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5 F แบ่งเป็น 8 กลุ่มตั้งแต่ 67, 72, 77, 82, 87, 92, 97, 102 F
j	คือ จำนวนกลุ่ม กรณีนี้เริ่มตั้งแต่กลุ่มที่ 1 จนถึง 8

### 3.3 การคำนวณเพื่อหาเวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์อย่างง่าย

เนื่องจากโรคระบาดโควิด-19 ทำให้ทางผู้จัดทำไม่สามารถเข้าไปภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ แล้วทำการทดสอบและหาเวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศได้ จึงใช้การคำนวณจากการจำลองห้องอย่างง่ายเพื่อหาค่าที่สอดคล้องกับการทำงานของคอมเพลสเซอร์

#### 3.3.1. การจำลองเพื่อหาเวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศใหม่

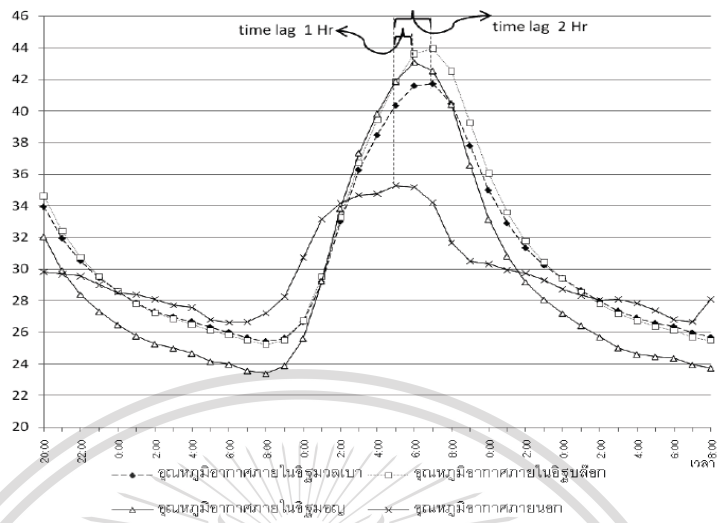
**การจำลองที่ 1** การคำนวณหาเวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์จากการจำลองห้องทดสอบ

สมมติให้ห้องมีขนาดกว้าง 4 m ยาว 6 m สูง 3 m เครื่องปรับอากาศ 18000 BTU ติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยมีกำแพงเป็นอิฐหนา 4 นิ้วและพื้นเป็น Foamglas 8 นิ้ว Slab6Finish4 ของ Concrete ต้องการทราบเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนอากาศในห้องเป็น 25°C กำหนดให้ อุณหภูมิผิวดินเท่ากับอุณหภูมิภายนอกและทิศตะวันออกกับทิศเหนือของตึกโดนแดด ให้ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงของมนุษย์เท่ากับ 345 BTU/hr และ 435 BTU/hr ตามลำดับ พร้อมทั้งให้มีจำนวนคนในห้อง 5 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะรูปตัดของกล่องทดสอบและตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ

จากกราฟข้างต้น จะได้อุณหภูมิอากาศภายในมีค่าเท่ากับ  $30^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าเท่ากับ  $34^{\circ}\text{C}$  เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้จะมีตัวหน่วงเวลา ณ อุณหภูมินั้นประมาณ 3 นาที

ซึ่งเนื่องจากในห้องไม่มีการไหลของอากาศ และไม่มีการอื่นที่เข้ามานอกจากตัวเครื่องปรับอากาศ

ปริมาณความร้อนอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของห้อง ( $Q_{\Delta t}$ )

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของห้อง}(V) &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\ &= 4 \times 6 \times 3 \\ &= 72 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

และ  $\rho = \frac{m_{\text{อากาศ}}}{V}$  ; ความหนาแน่นของอากาศที่ 1 atm  $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} m_{\text{อากาศ}} &= 1.2 \times 72 \\ &= 86.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 $Q_{(30 \rightarrow 25)} = mc\Delta t$ ; ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ  $C = 1.02 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$   
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$= 86.4 \times 1.02 \times (25 - 30)$$

$$= -440.64 \text{ kJ}$$

ปริมาณความร้อนที่มาจากมนุษย์

$$Q_{(s)} = q_{(s)} \times n \times (\text{CLF}) \quad (3.6)$$

$$= 345 \times 5 \times 1$$

$$= 1,725 \text{ BTU/hr}$$

$$Q_{(L)} = q_{(L)} \times n$$

$$= 435 \times 5$$

$$= 2,175 \text{ BTU/hr}$$

$$Q_{(p)} = 1,725 + 2,175 \text{ BTU/hr}$$

$$= 3,900 \text{ BTU/hr}$$

$$= 4,114.5 \text{ kJ/hr}$$

ปริมาณความร้อนที่ใส่ลดความร้อนจากกำแพง ( $Q_{\text{wall}}$ )

1) กรณีอุณหภูมิภายใน  $30^{\circ}\text{C}$

$$\text{Wall gain load} = Q_{(\text{BTU/hr})} = A \times U \times D \quad (3.7)$$

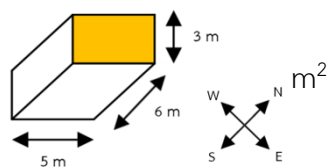
Q = the quantity of heat transferred in BTU per hour

A = the outside surface area of wall (square feet)

U = the overall coefficient of heat transmission in Btu per square feet per degree Fahrenheit

D = the temperature differential across the wall in degree Fahrenheit

หา A พื้นที่ห้องแต่ละด้าน



ทิศเหนือ :  $4 \times 3 = 12 \text{ m}^2$

ทิศใต้ :  $4 \times 3 = 12$

$\text{m}^2$

ทิศตะวันออก :  $6 \times 3 = 18 \text{ m}^2$

ทิศตะวันตก :  $6 \times 3$

$= 18 \text{ m}^2$

เพดาน :  $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$

พื้น :  $6 \times 4$

$= 24 \text{ m}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หาค่า U (Thermal Conductance) เมื่อทุกส่วนใช้วัสดุเหมือนกัน

กำแพง ใช้วัสดุ Cement Plaster 4 นิ้ว

$$\frac{1}{U} = \frac{X}{K}$$
$$U = 1.25 \text{ Btu/hrft}^2\text{°F}$$

เพดาน ได้ค่าเหมือนกับกำแพง

$$U = 1.25 \text{ Btu/hrft}^2\text{°F}$$

พื้นเป็น Foamglas 8 นิ้ว Slab6Finish4 ของ Concrete

$$U = 0.045 \text{ Btu/hrft}^2\text{°F}$$

หาค่า D แต่ละด้าน

เมื่อ Outside Design Temp = 34°C = 93.2°F

Inside Design Temp = 30°C = 86°F

Correction factor ดูจาก ตาราง 10.7

ทิศเหนือ : 93.2 - 86 + 0 = 7.2°F

ทิศใต้ : 93.2 - 86 + 4 = 11.2°F

ทิศตะวันออก : 93.2 - 86 + 6 = 13.2°F

ทิศตะวันตก : 93.2 - 86 + 0 = 7.2°F

เพดาน : 93.2 - 86 + 0 = 7.2°F

พื้น : 93.2 - 86 + 0 = 7.2°F

ดังนั้น Wall gain load =  $Q_{\text{(BTU/hr)}} = A \times U \times D$

ทิศเหนือ : 12 × 1.25 × 7.2 = 108

ทิศใต้ : 12 × 1.25 × 11.2 = 168

ทิศตะวันออก : 18 × 1.25 × 13.2 = 297

ทิศตะวันตก : 18 × 1.25 × 7.2 = 162

เพดาน : 24 × 1.25 × 7.2 = 216

พื้น : 24 × 0.045 × 7.2 = 7.78

รวมทั้งหมด เท่ากับ 958.78 Btu/hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2) กรณีอุณหภูมิกายใน 25°C สำหรับการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากพื้นที่วัสดุโครงสร้าง และอุณหภูมิภายนอกเท่ากัน  
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้นค่า A กับ U เท่ากัน

หาค่า D แต่ละด้าน

เมื่อ Outside Design Temp = 34°C = 93.2°F

Inside Design Temp = 25°C = 77°F

Correction factor ดูจาก ตาราง 10.4

ทิศเหนือ : 93.2 - 77 + 0 = 16.2°F

ทิศใต้ : 93.2 - 77 + 4 = 20.2°F

ทิศตะวันออก : 93.2 - 77 + 6 = 22.2°F

ทิศตะวันตก : 93.2 - 77 + 0 = 16.2°F

เพดาน : 93.2 - 77 + 0 = 16.2°F

พื้น : 93.2 - 77 + 0 = 16.2°F

ดังนั้น Wall gain load =  $Q_{(Btu/hr)} = A \times U \times D$

ทิศเหนือ :  $12 \times 1.25 \times 16.2 = 243$

ทิศใต้ :  $12 \times 1.25 \times 20.2 = 303$

ทิศตะวันออก :  $18 \times 1.25 \times 22.2 = 499.5$

ทิศตะวันตก :  $18 \times 1.25 \times 16.2 = 364.5$

เพดาน :  $24 \times 1.25 \times 16.2 = 486$

พื้น :  $24 \times 0.045 \times 16.2 = 17.5$

รวมทั้งหมด เท่ากับ 1,913.5 Btu/hr

จากทั้ง 2 กรณี 1) กับ 2) เพื่อหาค่า  $Q_{เฉลี่ย}$

$$\begin{aligned} Q_{เฉลี่ย} &= \frac{Q_1 + Q_2}{2} \\ &= \frac{958.78 + 1,913.5}{2} \\ &= 1,436.14 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

ค่า Btu ของเครื่องปรับอากาศ

ค่า Btu ของเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu คือ เครื่องปรับอากาศนั้นสามารถถ่ายเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ความร้อนออกจากห้อง 18,000 Btu ต่อ 1 ชั่วโมงนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_{Last} = Q_{18,000} - Q_{เฉลี่ย} - Q_p$$

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$= 18,000 - 1,436.14 - 3,900$$

$$= 12,663.86 \text{ Btu/hr}$$

ดังนั้น

$$Q_{\text{Last}} = 12,663.86 \text{ Btu/hr} \quad ; 1 \text{ Btu} = 1.055 \text{ kJ}$$

$$= 13,360.37 \text{ kJ/hr}$$

เวลาที่ใช้จาก 30 °C เปลี่ยนเป็น 25°C

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ (t)} &= \frac{\text{พลังงานของอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป}}{\text{พลังงานที่สามารถกำจัดออกได้ต่อชั่วโมง}} \quad (3.8) \\ &= \frac{440.64 \text{ kJ}}{13,360.37 \text{ kJ/hr}} \\ &= 0.033 \text{ hr} \\ &= 1.98 \text{ min} \end{aligned}$$

เมื่อเปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศตัวคอยด์เย็นในอาคารจะเริ่มทำงาน แต่คอยด์ร้อนที่อยู่นอกอาคารจะต้องรอเวลาหนึ่ง 3 นาที เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการทำงานทันทีของตัวคอมเพรสเซอร์

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้จริง (t)} &= 1.98 + 3 \text{ min} \\ &= 4.98 \text{ min} \end{aligned}$$

เมื่อคอมเพรสเซอร์ตัดการทำงาน จะเริ่มทำงานอีกที่เมื่ออุณหภูมิในห้องสูงขึ้น 1°C แต่ในทางปฏิบัติจะคลาดเคลื่อนไปอีก 1°C

$$\begin{aligned} Q_{\text{อากาศ}} (25^\circ\text{C} \rightarrow 27^\circ\text{C}) &= mc\Delta t; \text{ ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ } C = 1.02 \text{ kJ/kg}^3 \cdot \text{K} \\ &= 86.4 \times 1.02 \times (27 - 25) \\ &= 176.26 \text{ kJ} \end{aligned}$$

และเมื่อคิด Wall gain load =  $Q_{\text{(BTU/hr)}} = A \times U \times D$  ที่ 27°C

$$\begin{aligned} Q_{\text{wall}} &= 1149.72 \text{ Btu/hr} \\ \text{ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้} \\ &= \underline{1,913.5 + 1,531.61} \end{aligned}$$

$Q_{\text{เฉลี่ย } 25^\circ\text{C ถึง } 27^\circ\text{C}}$

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$= 1,722.56 \text{ Btu/hr}$$

$$= 1,817.3 \text{ kJ/hr}$$

เวลาที่ใช้จาก 25 °C เปลี่ยนเป็น 27°C

$$\text{เวลาที่ใช้ (t)} = \frac{\text{พลังงานของอากาศที่เพิ่มขึ้น } 2^{\circ}\text{C}}{\text{พลังงานที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง}}$$

$$= \frac{176.26 \text{ kJ}}{\frac{1,817.3 \text{ kJ}}{\text{hr}} + \frac{4,114.5 \text{ kJ}}{\text{hr}}}$$

$$= 0.03 \text{ hr}$$

$$= 1.8 \text{ min}$$

เมื่อคอมเพรสเซอร์ตัดการทำงาน จะมีการหน่วงเวลาขั้นต่ำ 3 นาที ก่อนจะสามารถทำงานได้อีกครั้ง แต่เวลาที่คำนวณมาได้คือ 1.8 นาที ดังนั้นเวลาที่ใช้จริงจากการเปลี่ยนอุณหภูมิ 25 องศาไป 27 องศา คือ 3 นาที

และเมื่ออุณหภูมิถึง 27 °C คอมเพรสเซอร์จะเริ่มทำงานลดอุณหภูมิลงมาเหลือ 25 °C

$$Q_{\text{ที่ลดลงต่อชั่วโมง}} = 18,000 - 1,722.55 - 3,900 \text{ Btu/hr}$$

$$= 12,377.45 \text{ Btu/hr}$$

$$= 13,058.21 \text{ kJ/hr}$$

เวลาที่ใช้จาก 27°C เปลี่ยนเป็น 25°C

$$\text{เวลาที่ใช้ (t)} = \frac{\text{พลังงานของอากาศที่ลดลง } 2^{\circ}\text{C}}{\text{พลังงานที่ลดลงต่อชั่วโมง}}$$

$$= \frac{176.26 \text{ kJ}}{13,058.21 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}}}$$

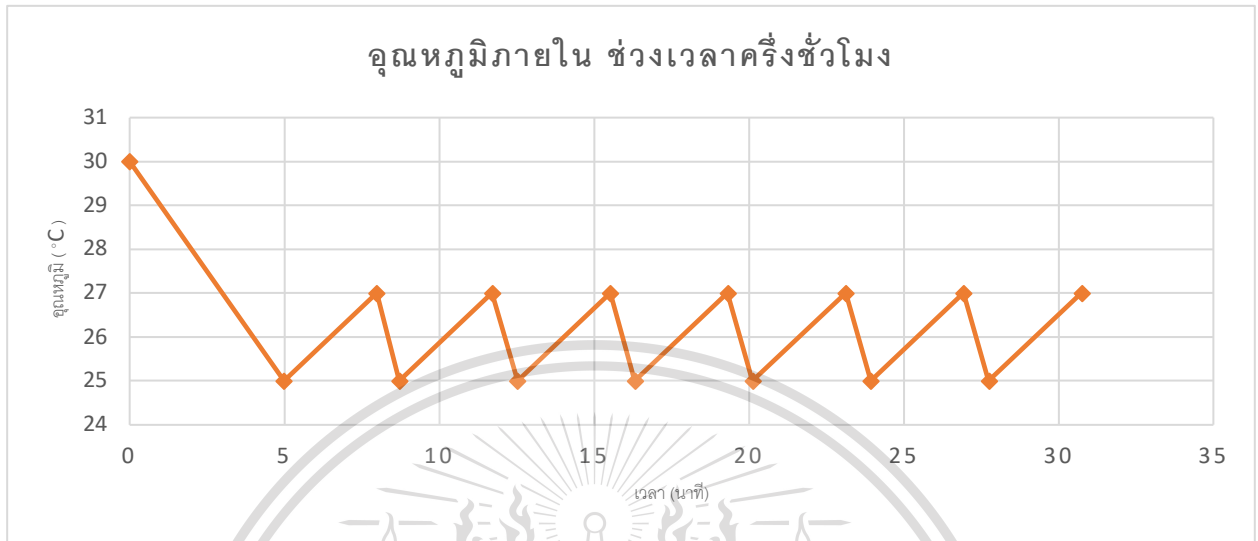
$$= 0.0135 \text{ hr}$$

$$= 0.81 \text{ min}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่คอมเพลสเซอร์ทำงานในช่วงเวลา 13.00น. ถึง 13.30 น. ที่อุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 34°C

ดังนั้นห้องจำลอง เมื่อมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศในช่วง 13.30 น. เวลาที่อุณหภูมิห้องภายนอกเท่ากับ 34°C และภายในเท่ากับ 30°C จะมีอุณหภูมิเท่ากับ 25°C ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งใช้เวลาในการทำงานของคอมเพลสเซอร์เครื่องปรับอากาศเท่ากับ 1.98+3 นาที จึงหยุดการทำงาน, เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที อุณหภูมิภายในห้องเพิ่มขึ้น 2°C หรือเท่ากับ 27°C คอมเพลสเซอร์จึงกลับมาทำงานอีกครั้งเป็นเวลา 0.81 นาที แล้วหยุดการทำงาน ซึ่งการทำงานของคอมเพลสเซอร์จะเป็นลักษณะนี้ไปจนกว่าจะปิดการใช้งานเครื่องปรับอากาศในช่วง 13.30 น.

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

$$= \frac{\text{เวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงาน}}{(\text{เวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงาน} + \text{เวลาที่คอมเพลสเซอร์หยุดการทำงาน})} \quad (3.9)$$

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่ ช่วงเวลา 13.00น. - 13.30น.

$$= \frac{0.81}{(0.81+1.8)} = 0.3103 = 0.31$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 หมายเหตุ: ไม่นำค่าเวลาช่วงการเริ่มทำงานของเครื่องปรับอากาศเพราะมีค่าน้อยมาก  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่เห็นแต่ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การจำลองห้องและการคำนวณเป็นการทำเพื่อหาอัตราส่วนเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เราสามารถหาเวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์ในแต่ละช่วงเวลาและอุณหภูมิภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปตามสมการที่ (3.9)

#### ตัวอย่าง

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่ ช่วงเวลา 8.00น. - 8.30น. อุณหภูมิภายนอก 30°C อุณหภูมิภายนอก 27°C

$$= \frac{0.76}{(3+0.76)} = 0.203$$

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่ ช่วงเวลา 14.30น. - 15.00น. อุณหภูมิภายนอก 38.33°C อุณหภูมิภายนอก 29°C

$$= \frac{0.87}{(3+0.87)} = 0.224$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

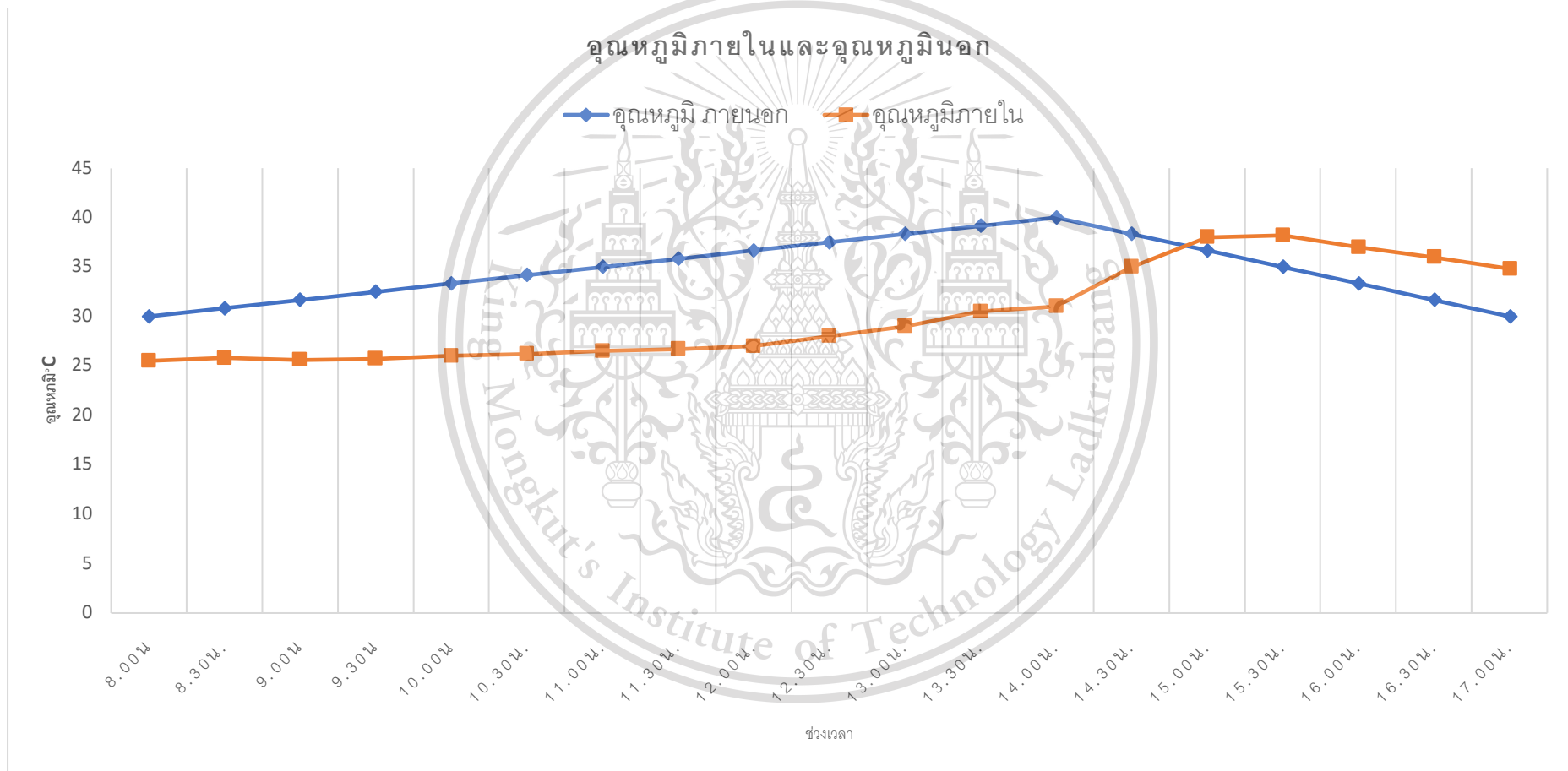
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 เวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์และอัตราส่วนการทำงานคอมเพลสเซอร์ต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่

เวลา	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิภายใน	เวลาจากอุณหภูมิภายในไป 25°C	เวลาจากอุณหภูมิ 25°C ไป 27°C	เวลาจากอุณหภูมิ 27°C ไป 25°C	อัตราส่วนการทำงานคอมเพลสเซอร์
8.00น	30.00	27.00	3.76	3.00	0.76	0.203
8.30น.	30.83	27.20	3.85	3.00	0.77	0.205
9.00น	31.67	27.40	3.94	3.00	0.78	0.207
9.30น	32.50	27.50	3.99	3.00	0.79	0.209
10.00น	33.33	27.80	4.12	3.00	0.80	0.211
10.30น.	34.17	27.90	4.17	3.00	0.81	0.213
11.00น.	35.00	28.00	4.22	3.00	0.82	0.215
11.30น.	35.83	28.20	4.32	3.00	0.83	0.217
12.00น.	36.67	28.50	4.46	3.00	0.84	0.220
12.30น.	37.50	28.70	4.56	3.00	0.86	0.222

ตารางที่ 3.1(ต่อ) เวลาการทำงานของคอมเพลสเซอร์และอัตราส่วนการทำงานคอมเพลสเซอร์ต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่

เวลา	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิ ภายใน	เวลาจากอุณหภูมิ ภายในไป25°C	เวลาจากอุณหภูมิ 25°C ไป26°C	เวลาจากอุณหภูมิ26°C ไป25°C	อัตราส่วนการทำงานคอมเพลสเซอร์ เครื่องปรับอากาศ
13.00น.	38.33	29.00	4.71	3.00	0.87	0.224
13.30น.	39.17	30.50	5.35	3.00	0.88	0.227
14.00น.	40.00	31.00	5.59	3.00	0.89	0.229
14.30น.	38.33	35.00	7.07	3.00	0.87	0.224
15.00น.	36.67	38.00	8.04	3.00	0.84	0.220
15.30น.	35.00	38.20	7.99	3.00	0.82	0.215
16.00น.	33.33	36.00	7.13	3.00	0.80	0.211
16.30น.	31.67	33.00	5.99	3.00	0.78	0.207
17.00น.	30.00	34.80	6.54	3.00	0.76	0.203



รูปที่ 3.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในกับช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น.

ดังนั้น

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่เฉลี่ยในช่วงเวลา 8.00น. – 12.00น. (เช้า)

$$\begin{aligned} &= \frac{0.203+0.205+0.27+0.209+0.211+0.213+0.215+0.217+0.220}{9} \\ &= \frac{1.899}{9} = 0.211 \end{aligned}$$

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่เฉลี่ยในช่วงเวลา 12.00น. – 16.00น. (บ่าย)

$$\begin{aligned} &= \frac{0.220+0.222+0.224+0.227+0.229+0.224+0.220+0.215+0.211}{9} \\ &= \frac{1.992}{9} = 0.221 \end{aligned}$$

อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศใหม่เฉลี่ยในช่วงเวลา 8.00น. – 16.00น. (เช้า-บ่าย)

$$= \frac{1.899+1.773}{17} = \frac{3.671}{17} = 0.215$$

ดังนั้น อัตราส่วนของเวลาที่คอมเพลสเซอร์ทำงานจริงต่อเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศเก่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเช้าคือ 0.211 ช่วงเวลาบ่ายคือ 0.221 ช่วงเวลาเช้าถึงบ่ายคือ 0.215 ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้าในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1. บทนำ

จากบทที่กล่าวมาในก่อนหน้านี ซึ่งกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและการออกแบบการทดลอง ถัดมาในบทนี้ จะเป็นการทดลองกับเครื่องปรับอากาศเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ โดยเริ่มต้นจากเครื่องปรับอากาศที่สุ่มเลือกมาทั้งหมด 33 ตัว ตามการออกแบบ นำมาหาขนาดพื้นที่ของช่องลมกลับของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ ค่าอุณหภูมิของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 3 จุด ทุก ๆ 10 นาที และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของตัวคอมเพรสเซอร์ ในช่วงเวลาที่ตัวเครื่องทำงานเต็มพิกัด เพื่อนำไปหาค่า EER (Energy Efficiency Ratio) หลังจากการคำนวณจะทำการคัดแยกกลุ่มเพื่อนำไปสู่การจัดการพลังงานของอาคารตามวัตถุประสงค์ และยืนยันว่าอาคารที่ทดสอบจำเป็นต้องจัดการพลังงานภายในอาคารหรือไม่

#### 4.2. การจำลองการทดลอง

ในการทดลองจะต้องนำอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบไปหาค่าตามเครื่องปรับอากาศที่เราทำการสุ่มเลือกเอาไว้ ในช่วงระยะเวลาที่กำลังดำเนินการนั้น จำเป็นต้องติดต่อกับฝ่ายสถานที่เพื่อทำการทดสอบตามที่กำหนดไว้ ระหว่างนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษา ผังแปล และจำลองการทดลอง

โดยทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศของอาคารภาควิศวกรรมไฟฟ้าเก่าห้องหนึ่ง เริ่มต้นที่การหาขนาดพื้นที่ของช่องลมกลับ ได้ค่าออกมาดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความกว้าง} &= 18.5 \text{ เซนติเมตร} \quad , \quad \text{ความยาว} = 118 \text{ เซนติเมตร} \\ \text{พื้นที่ของช่องลมกลับ} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \\ &= 18.5 \times 118 = 2,183 \text{ ตารางเซนติเมตร (cm}^2\text{)} \\ \text{พื้นที่ของช่องลมกลับ} &= 0.2183 \text{ ตารางเมตร (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.1 การวัดพื้นที่ช่องลมกลับ

นำเครื่องวัดความเร็วลม มาหาค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 6 จุดทุก ๆ 10 นาที โดยวัดระยะของจุดไว้ดังนี้

- จุดที่ 1 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 16 เซนติเมตร
- จุดที่ 2 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 32 เซนติเมตร
- จุดที่ 3 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 48 เซนติเมตร
- จุดที่ 4 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 64 เซนติเมตร
- จุดที่ 5 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 80 เซนติเมตร
- จุดที่ 6 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 96 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.1 ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 6 ครั้งในเวลาทุก ๆ 10 นาที โดยมีระยะอ้างอิง โดยอุปกรณ์วัดค่าความเร็วลม

	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
ระยะจากจุดอ้างอิง (cm.)	16	32	48	64	80	96
ค่าความเร็วลม (m/s)	2.36	2.4	2.36	2.42	2.37	2.39
ค่าความเร็วลมเฉลี่ย (m/s)	2.38					

นำเครื่องวัดความเร็วลม มาหาค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 3 จุดทุก ๆ 10 นาที โดยวัดเอกสารนี้เป็นระยะของจุดไว้ดังนี้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งจุดที่ 1 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 27 เซนติเมตรซึ่งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จุดที่ 2 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 56.5 เซนติเมตร

จุดที่ 3 ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะห่างในด้านความยาว 91 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.2 ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 3 จุดในเวลาทุก ๆ 10 นาที โดยมีระยะอ้างอิง โดยอุปกรณ์วัดค่าความเร็วลม

	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3
ระยะจากจุดอ้างอิง(cm.)	27	56.5	91
ค่าความเร็วลม(m/s)	2.38	2.41	2.42
ค่าความเร็วลมเฉลี่ย(m/s)	2.4		



รูปที่ 4.2 การวัดค่าความเร็วลมที่ระยะห่างจากจุดอ้างอิง 27, 56.5, 91 เซนติเมตร

จากการวัดค่าความเร็วลมจำนวน 6 จุด พบว่าใช้เวลาในการทดสอบโดยเวลาทั้งหมด 60 นาที เนื่องจากมีเวลาการอนุญาตเข้าอาคารเพื่อทดสอบจำกัด คณะผู้จัดทำตัดสินใจในการเปลี่ยนจำนวนการวัดค่า จาก 6 จุด เป็นจำนวนการวัดค่า 3 จุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 จากการวัดค่าจนถึงตอนนี้จะสามารถหาค่าปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (CMM) จากสมการที่ (3) ได้ในภายหลัง

ถัดไปคือ ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ โดยนำ

เครื่องวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์รุ่น TENMARS TM-305U วัดค่าออกมาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ โดยใช้เครื่องวัดค่า  
ยี่ห้อ TENMARS TM-305U

	ช่องลมจ่าย			ช่องลมกลับ		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เวลา(min.)	10	10	10	10	10	10
ค่าอุณหภูมิ(°C)	17.9	17.2	17.4	25.7	25.4	25.3
ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย(°C)	17.5			25.5		
ค่าความชื้นสัมพัทธ์(%RH)	71.33	71.48	71.39	51.16	51.18	51.22
ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย(% RH)	71.4			51.19		



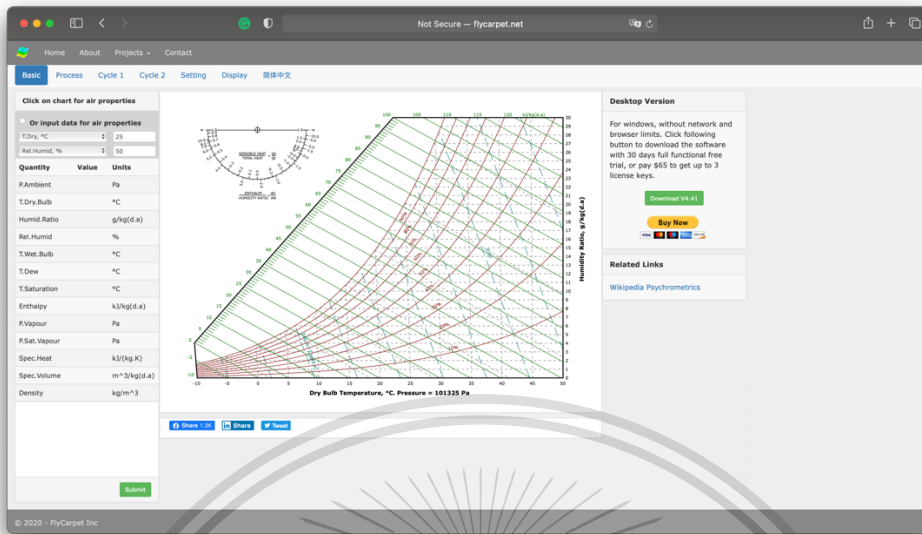
รูปที่ 4.3 การวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่าย

นำไปเทียบกับเปิดแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) เพื่อให้ได้ค่าเอนทาลปีออกมาใช้ในการคำนวณของสมการที่จะกล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.4 : แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

ค่าที่ได้จากแผนภูมิไซโครเมตริก ได้ค่าออกมาดังนี้

• ค่าเอนทาลปีของลมจ่าย ( $H_g$ ) = 40.213 kJ/kg

• ค่าเอนทาลปีของลมกลับ ( $H_r$ ) = 52.325 kJ/kg

วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของคอมเพรสเซอร์ ในช่วงเวลาที่ตัวเครื่องทำงานเต็มพิกัด โดยเครื่องมือวัดค่ากำลังฟ้า

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ 2.21 kW



รูปภาพที่ 4.5 การวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

**ตารางที่ 4.4** ค่าการทดสอบตัวอย่างเครื่องปรับอากาศ และผลการคำนวณตัวอย่างจากสมการจากการจำลองการทดลองเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

	พื้นที่ช่อง จ่ายลม กลับ(m <sup>2</sup> )	ความเร็ว ลม(m/s)	CMM	เอนทาลปี		TR	กำลังไฟฟ้า (kW)	EER
				ลมจ่าย	ลมกลับ			
เครื่อง ทดสอบ	0.2183	2.4	31.4352	40.213	52.325	2.1729	2.21	11.8

เมื่อได้ค่า EER (Energy EFFICIENCY RATIO) จากการคำนวณเหมือนดังตัวอย่างทดสอบ นำค่าไปเปรียบเทียบกับตารางเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

#### เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ

เครื่องปรับอากาศชนิด Fixed speed

- มอก. 1155-2557 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน (ทดสอบ)

- มอก. 2134-2553 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง: ประสิทธิภาพพลังงาน

กฟผ. กำหนดระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิด Fixed speed

กำหนดระดับประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (ENERGY EFFICIENCY RATIO : EER) มีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

**ตารางที่ 4.5** ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ.2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8000 วัตต์ (≤27296 บีทียู/ชั่วโมง)	10.60 - 10.99	11.00 - 11.59	≥11.60
มากกว่า 8000 - 12000 วัตต์ (>27296 - 40944 บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 - 10.59	10.60 - 10.99	≥11.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น เมื่อทราบว่าเครื่องปรับอากาศตัวใดควรที่จะปรับปรุง จากตารางที่ 4.5 จึงคำนวณหาขนาด

เครื่องปรับอากาศใหม่ที่เหมาะสมกับขนาดของห้อง (BTU) จากสมการ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\text{ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)} = [\text{กว้าง(เมตร)} \times \text{ยาว(เมตร)}] \times \text{ตัวแปร} \quad (4.1)$$

ดังนั้น  $\text{ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)} = \text{พื้นที่ห้อง(ตารางเมตร)} \times \text{ตัวแปร} \quad (4.2)$

ค่าตัวแปรตามที่กำหนดไว้ มีดังนี้

750 สำหรับห้องนอนปกติ -ไม่โดนแดดโดยตรง (มีต้นไม้บังหรือระแนง)

800 สำหรับห้องนอนปกติ -โดนแดดมาก

850 สำหรับห้องทำงาน -ไม่โดนแดดโดยตรง (มีต้นไม้บังหรือระแนง)

900 สำหรับห้องทำงาน -โดนแดดมาก

950 - 1,100 สำหรับร้านอาหาร ร้านทำผม มินิมาร์ท ร้านค้า สำนักงาน -ไม่โดนแดด (มีต้นไม้บังหรือระแนง)

1,000 - 1,200 สำหรับร้านอาหาร ร้านทำผม มินิมาร์ท ร้านค้า สำนักงาน -โดนแดดมาก

1,100 - 1,500 ห้องประชุม ห้องสัมมนา ร้านอาหารสุกี้/ชาบู/ปิ้งย่างที่มีหม้อต้มหรือเตาความร้อนเยอะ หรือห้องที่มีจำนวนคนต่อพื้นที่เยอะกว่าปกติหลายเท่า

โดยเราได้เลือกเครื่องปรับอากาศมา 2 ยี่ห้อคือ Trane และ Carrier เพราะเป็นยี่ห้อที่เคยและไม่เคยติดตั้งในอาคารเจ้าคุณทหารฯ มาก่อน ทั้งสองยี่ห้อนี้มีเครื่องปรับอากาศหลากหลายขนาด BTU เพื่อความเหมาะสมจึงแสดงการเปรียบเทียบของราคาและคุณภาพต่าง ๆ เอาไว้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.6 ตารางเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Trane และ Carrier

Model			Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier
Indoor unit			MYWE09	42TEVGB010	MYWE12	42TVBA	MYWE18	42TVAB01	MCXE18	38TEVGB024
			GB5	703	GB5	013	GB5	8-W	KB5	-703
Outdoor unit			TYKE09G	38TEVGB010	TYKE12G	38TVBA	TYKE18G	38TVAB01	TTKE18H	42TEVGB024
			B5	703	B5	013	B5	8	B5	-703
Electrical Data	Power supply	V/ph/Hz	220-240/1/50							
Performance Data	Capacity	Btu/h	9,400	8,500	12,600	12,200	18,200	18,000	19,200	20,400
	SEER	Btu/h/W	19.00	16.45	19.30	19.40	18.49	22.50	17.30	16.50
CFM			300	300	400	400	600	600	600	600
ราคาเครื่อง (Bath)			8,900	8,900	11,000	13,200	17,400	21,900	21,200	20,400

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ตารางเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Trane และ Carrier

Model			Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier
Indoor unit			MYWE24GB 5	42TGV0241C P	MYXA24SB 5	42TVAV028 -B	MYXA30SB 5	42TVAB033 -B	MCXA36HB 5	42TVAB036- W
Outdoor unit			TYKE24GB5	38TGV0241A 1	TYKA24SB5	38TVAB028	TYKA30SB5	38TVAB033 -B	TTKA36KB5	38TGV0361A 1
Electrical Data	Power supply	V/ph/Hz	220-240/1/50							
Performance Data	Capacity	Btu/h	24100	24200	25,200	25,200	30000	30000	37,000	36,000
	SEER	Btu/h/W	18.19	18.50	19.40	20.00	17.77	22.50	19.88	20.88
CFM			800	800	800	800	1000	1000	1200	1200
ราคาเครื่อง (Bath)			24,900	29,500	29,400	27,500	38,600	36,900	41,500	40,400

จากนั้นตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อคำนวณ Energy และค่าใช้จ่ายจากการคิดค่าไฟฟ้าจากขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)

การคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \frac{\text{ขนาด } BTU}{SEER \times 1000} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{ค่าไฟต่อหน่วย} \quad (4.3)$$

ขนาด BTU ; BTU

SEER ; BTU / (Watt x Hour)

ชั่วโมงการใช้งาน ; Hour

จำนวนวันที่ใช้งาน ; Days

ค่าไฟต่อหน่วย ; บาทต่อหน่วย

ดังนั้น Energy โดยประมาณที่ต่อ 1 ชม. =  $\frac{\text{ขนาด } BTU}{SEER}$  ; Watt x Hour

จากนั้นนำ Energy และค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศตัวเก่ามาเทียบกับเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ เพื่อดูความแตกต่าง, การลดพลังงานและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้เมื่อเราปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

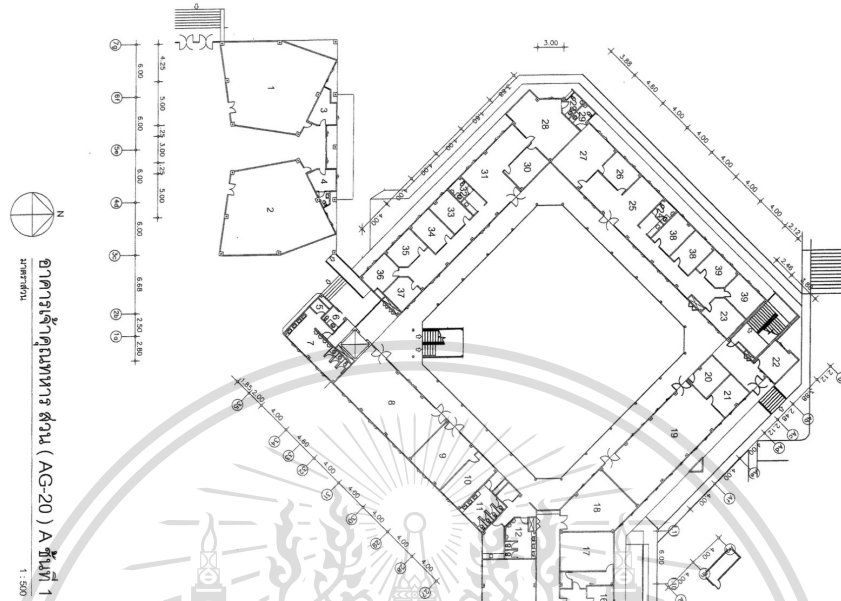
### 4.3. การทดสอบ

ในการทดสอบ เริ่มต้นจากการสุ่มเลือกเครื่องปรับอากาศ จากกำหนด 40 เครื่องในพื้นที่ 4 โซน ได้แก่ A , B , C และ D พบว่าพื้นที่ D ได้มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใหม่ทั้งชั้น จึงเปลี่ยนการสุ่มเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวน 33 เครื่อง ซึ่งจากการสำรวจอาคารได้รับข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.6 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน A ชั้นที่ 1



รูปที่ 4.7 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน A ชั้นที่ 2

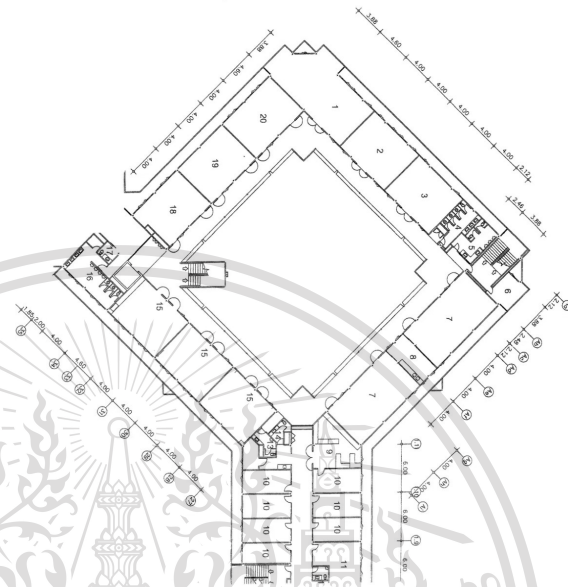
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาและเพื่อวัตถุประสงค์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

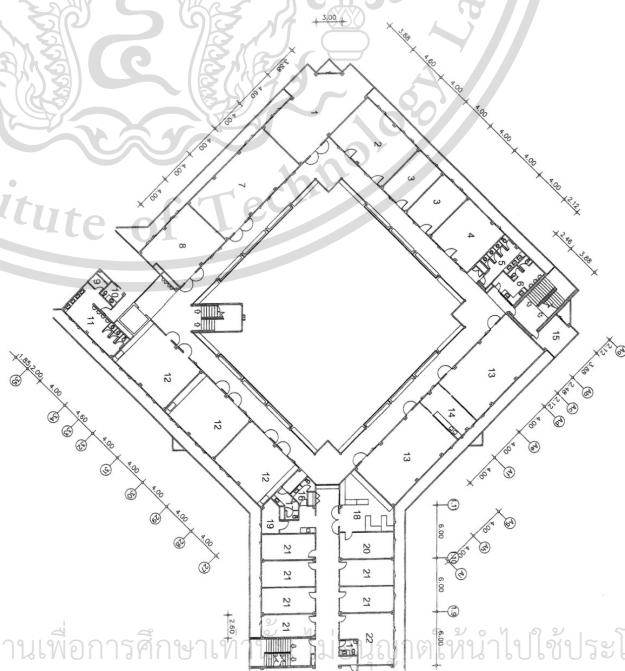
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อาคารเจ้าคุณเทพาร (AG-20) ส่วน A ชั้นที่ 3  
ขนาดพื้นที่  
1:500



รูปที่ 4.8 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน A ชั้นที่ 3

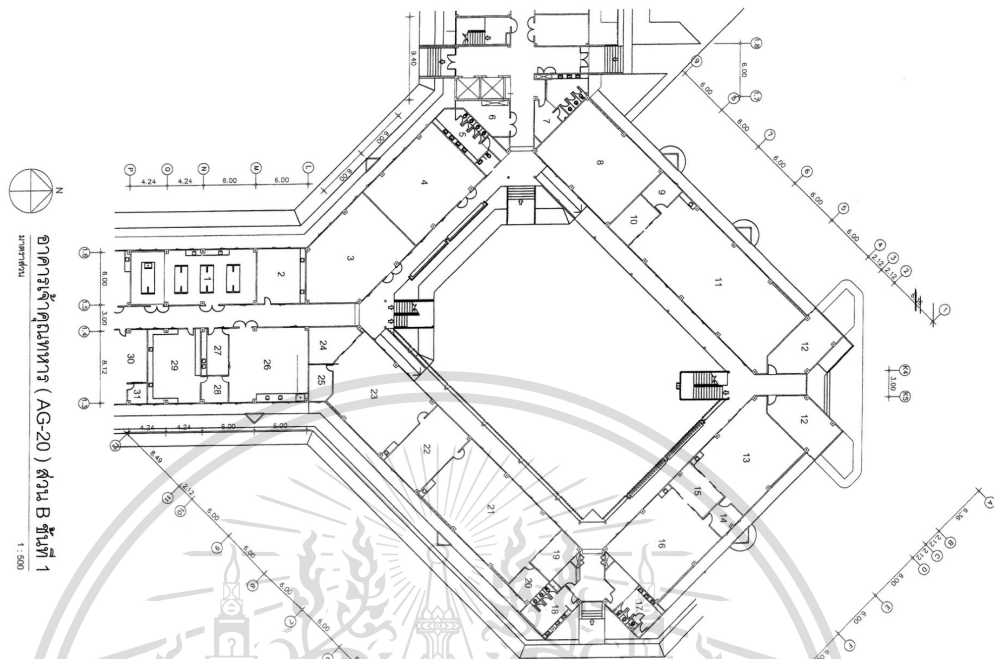
อาคารเจ้าคุณเทพาร (AG-20) ส่วน A ชั้นที่ 4  
ขนาดพื้นที่  
1:500



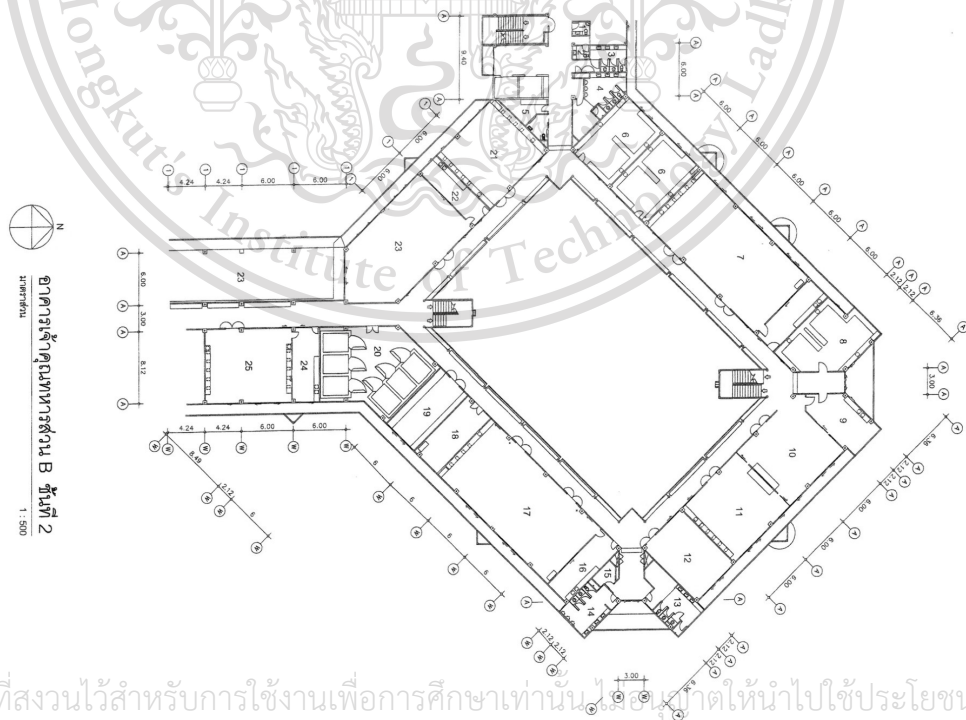
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 4.9 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน A ชั้นที่ 4 ครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.10 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน B ชั้นที่ 1



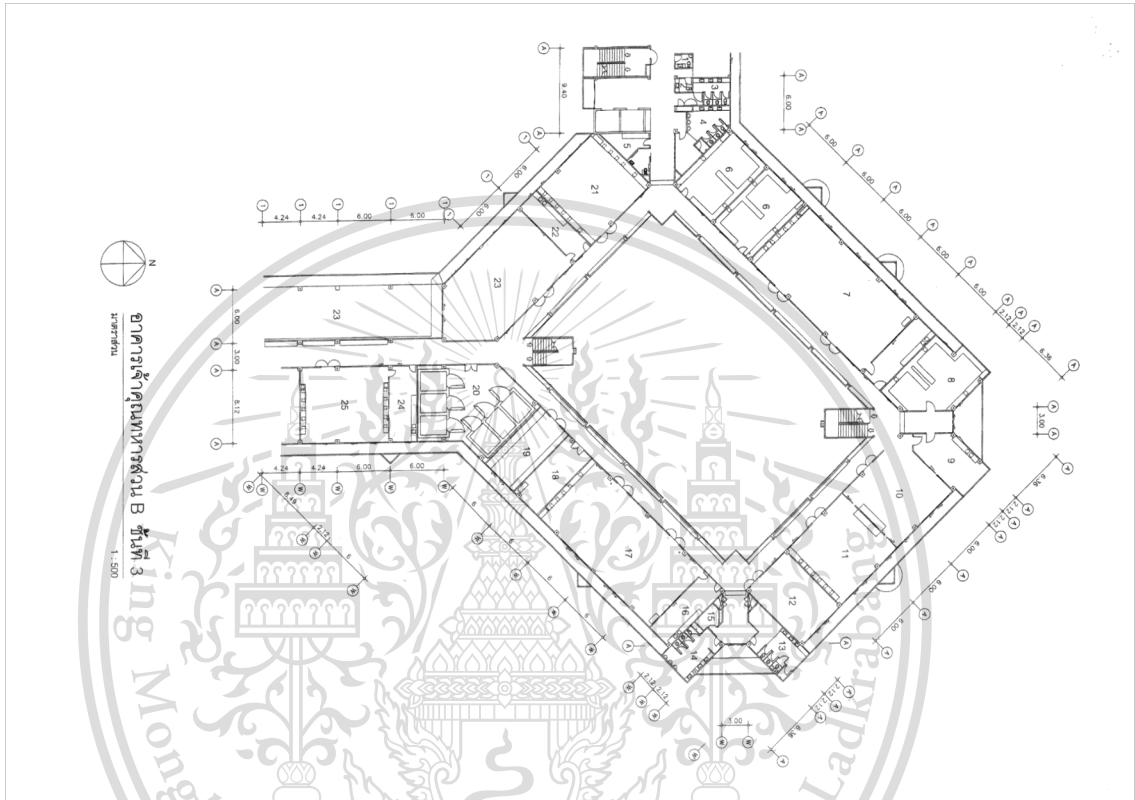
รูปที่ 4.11 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน B ชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

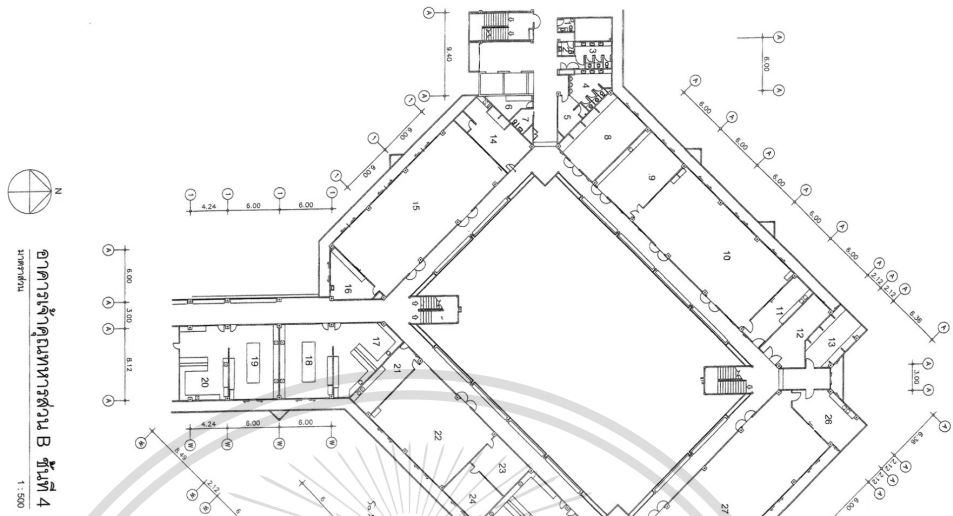


รูปที่ 4.12 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน B ชั้นที่ 3

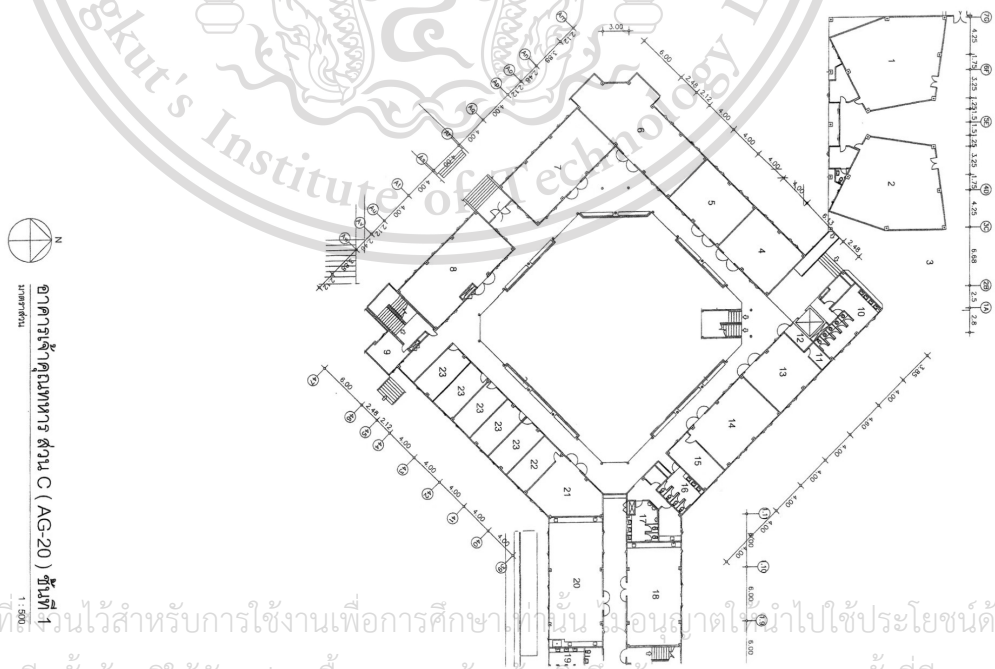
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.13 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน B ชั้นที่ 4

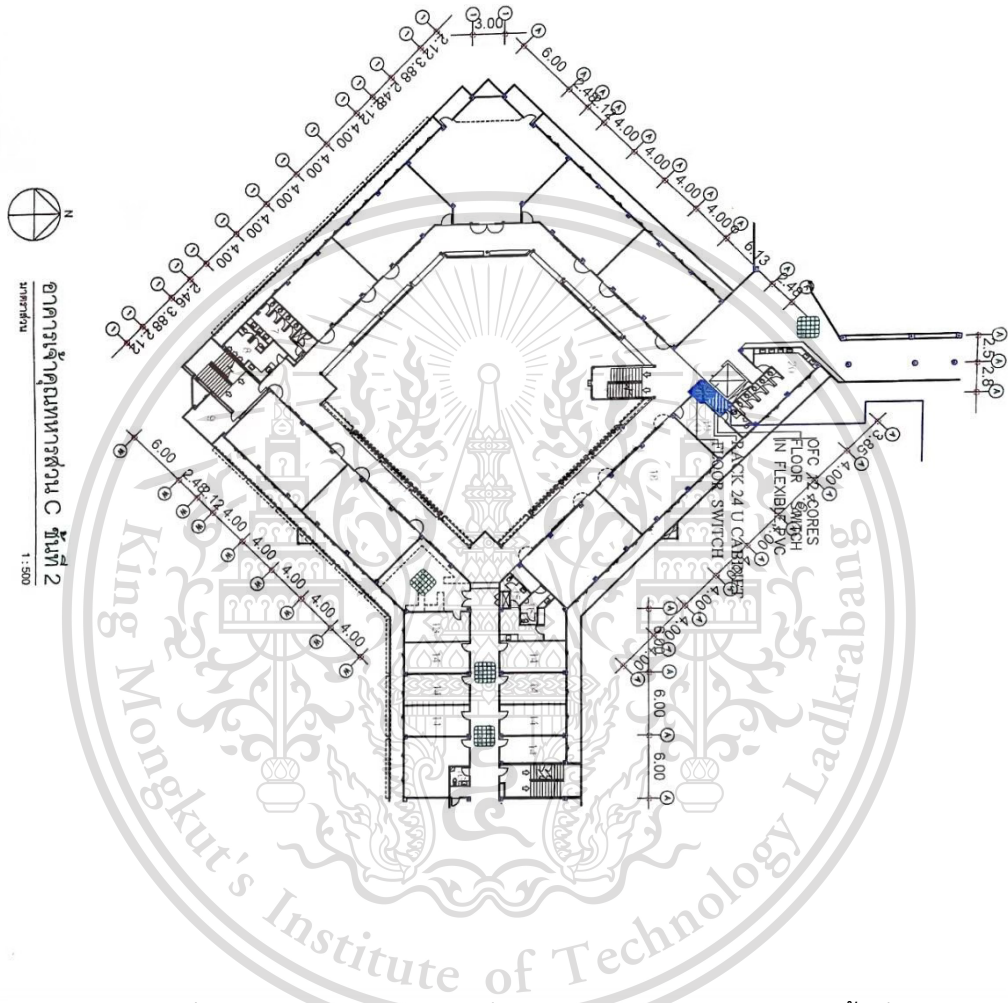


รูปที่ 4.14 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน C ชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

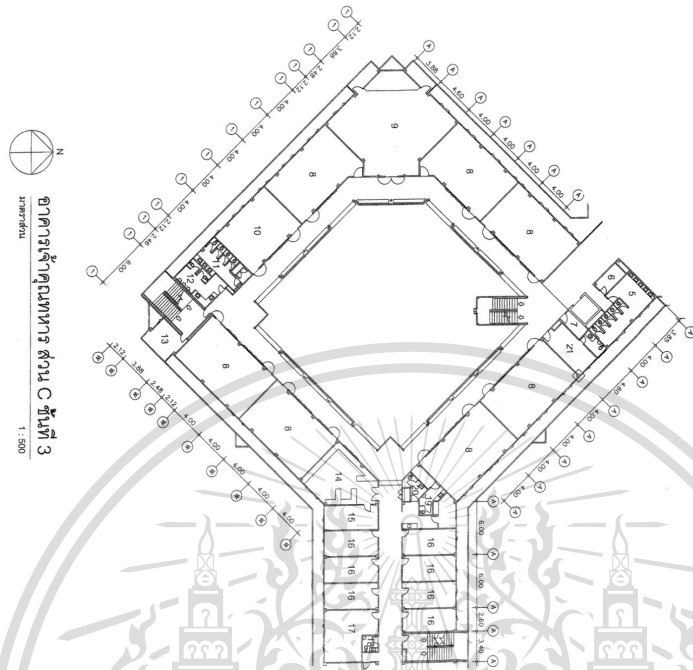


รูปที่ 4.15 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน C ชั้นที่ 2

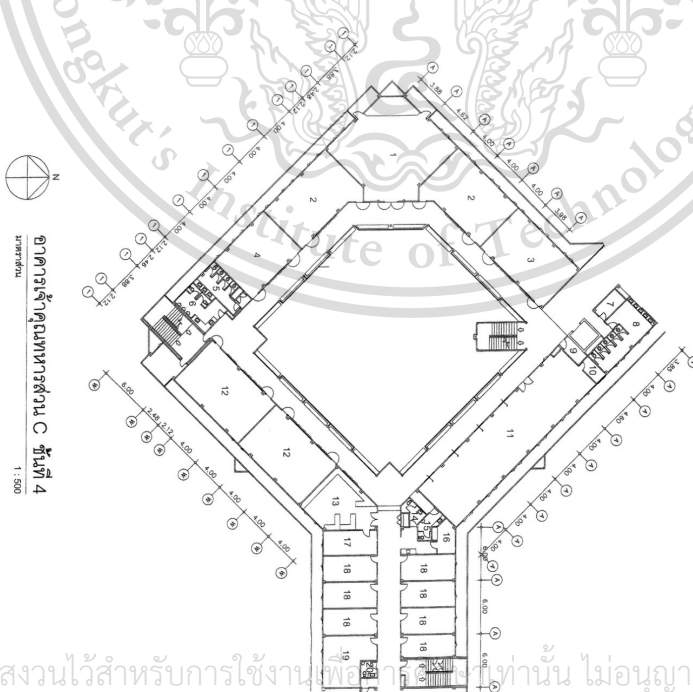
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.16 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน C ชั้นที่ 3



รูปที่ 4.17 ภาพแปลนของตึกเพื่อคำนวณขนาดของห้องส่วน C ชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

รหัสครุภัณฑ์	เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร							จำนวน	
	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		
39กษ-4120-01-02-001	สำนักงานคณบดี	A131/1				ห้องพระ	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-005	สำนักงานคณบดี	A133				ห้องรองคณบดี	Star Air 13000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-006	สำนักงานคณบดี	A134				ห้องรองคณบดี	Star Air 13000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-007	สำนักงานคณบดี	A135				ห้องรองคณบดี	Star Air 13000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-008	สำนักงานคณบดี	A136				ห้องรองคณบดี	Star Air 13000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-006	สำนักงานคณบดี	A137				ห้องควบคุมไฟฟ้า	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-027	สำนักงานคณบดี	A126				ห้องรักษาการ ผอ.	Central 13000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-009	สำนักงานคณบดี	A138/1				ห้องพักรับรอง	Central 13000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-009	สำนักงานคณบดี	A138				ห้องรองคณบดี	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-010	สำนักงานคณบดี	A139				ห้องรองคณบดี	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-011	สำนักงานคณบดี	A139/1				ห้องรองคณบดี	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-012	สำนักงานคณบดี	A421/2				อ.สมเกียรติ	Tran 12000BTU.	2	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-013	สำนักงานคณบดี	A121				ห้องเล็กในสาร บรรณ	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-015	ภาคเทคนิคเกษตร	A116/1				ห้องมืด	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-014	ภาคเทคนิคเกษตร	A116				ห้องมีด	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-016	ภาควิทยาศาสตร์การ ประมง		B127			ห้องควบคุม	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
62กษ-4120-01-02-0001	ภาควิทยาศาสตร์การ ประมง		B129				ยูนิมาสเตอร์ 40000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-010	ภาควิทยาศาสตร์การ ประมง				D103	ห้องควบคุม	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-018	สำนักงานคณบดี	A127				ห้องประชุมเล็ก	Tran 14000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-019	สำนักงานคณบดี			C115		ห้องโสตฯ	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-020	สำนักงานคณบดี	A120				ห้องควบคุมใหญ่ สนง.	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-021	ภาคปฐพีวิทยา	A421				ห้อง อ.กรรณ	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-022	ภาคปฐพีวิทยา	A421/3				ห้อง อ.นุกูล	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-024	ภาคปฐพีวิทยา		B413			ห้องตั้งเครื่องซัง	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-004	ภาคปฐพีวิทยา		B416			ห้องควบคุม (คุณ นารี)	Central Air 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
58กษ-4120-01-02-018			B418				Central Air 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-026	ภาคปฐพีวิทยา		B421			ห้องควบคุม	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-027	ภาคปฐพีวิทยา		B423			ห้องบ่มเชื้อ	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-028	ภาคปฐพีวิทยา		B424			ห้องเขี่ยเชื้อ	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-029	ภาคปฐพีวิทยา		B426			ห้องควบคุม	Tran 18000BTU.	3	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-030	ภาคปฐพีวิทยา				D408	ห้องเก็บอุปกรณ์ การสอน	Tran 18000BTU.	4	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-031	ภาคปฐพีวิทยา				D423	ห้อง อ.พรทิวา	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-032	ภาคปฐพีวิทยา				D425	ห้องควบคุม	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-005	ย้ายจากตึก L มาติด				D427		18000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-026	ย้ายจากตึก L มาติด				D428		18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-033	ภาคปฐพีวิทยา				D428	ห้องควบคุม	Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-035	สำนักงานคณบดี			C114		ห้องโสตฯ	Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-045	ภาคเทคนิคเกษตร		B112			อ.สุรินทร์	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-039	ภาคเทคนิคเกษตร		B112/1			อ.สุรินทร์	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-036	ภาคเทคนิคเกษตร		B113			ห้องประชุมข้าง ห้องน้ำชาย	Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-037	ภาคเทคนิคเกษตร		B113			ห้องประชุม	Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-013	ภาคเทคนิคเกษตร	A117				ห้องมีด	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-053	ภาคเทคนิคเกษตร					ห้องป.โท		1	เครื่อง
54กษ-4120-01-02-0003	ส่วนบริหารงานทั่วไป	A128					Central Air ขนาด 30915 BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-019	สำนักงานคณบดี	A119				งานอาคารฯ	Central Air30000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-012	สำนักงานคณบดี	A119				งานอาคารฯ	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-042	สำนักงานคณบดี	A119/1				งานสารบรรณ	Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-043	สำนักงานคณบดี			C106		งานอบรม+วิจัย+ บัณฑิต	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-044	สำนักงานคณบดี			C106		งานกิจการนศ.+ งานวารสาร	Tran 36000BTU.	4	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-045	สำนักงานคณบดี			C113		งานทะเบียน	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-048	ภาคปฐพีวิทยา	A418				ห้องธุรการ	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-049	ภาคปฐพีวิทยา		B434			ห้องตั้งเครื่อง AA	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-050	ภาคปฐพีวิทยา		B427			ห้องวิจัยไอโซโทป	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-051	ภาคปฐพีวิทยา		B427			ห้องแปลภาพถ่ายทางอากาศ	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-052	ภาคปฐพีวิทยา		B427		Tran 36000BTU.		1	เครื่อง	
39กษ-4120-01-02-053	ภาคปฐพีวิทยา		B427		Tran 36000BTU.		1	เครื่อง	
59กษ-4120-01-02-022	ประมง		B101/1				Star air 30000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-023	ประมง		B101/1				Star air 30000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-016	ภาคเทคนิคเกษตร		B103			ห้องเรียน	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-055	ภาคเทคนิคเกษตร		B103			ห้องเรียน	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-056	ภาคเทคนิคเกษตร		B104			ห้องเรียน	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-014	ภาคเทคนิคเกษตร		B104			ห้องเรียน	Central Air 36000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-029	ภาคเทคนิคเกษตร		B109			อ.สุรินทร์ ทองฟูก			
39กษ-4120-01-02-058	ภาควิทยาศาสตร์การประมง		B126			ห้องแล็บโรคสัตว์น้ำ	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-059	ภาคประมง		B126			แล็บโรคสัตว์น้ำ	Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-061	สำนักงานคณบดี	A101				ห้องบรรยาย	Tran 48000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-063	สำนักงานคณบดี	A101				ห้องบรรยาย	Tran 60000BTU.	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-008	สำนักงานคณบดี			C101		ห้องบรรยาย	Tasaki	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-009	สำนักงานคณบดี			C101		ห้องบรรยาย	75000BTU.Duct	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-065	สำนักงานคณบดี	A102				ห้องบรรยาย	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-066	สำนักงานคณบดี			C324		ห้องเรียน ชสีชมพู่	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-067	สำนักงานคณบดี			C324		ห้องเรียน สีชมพู่	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0001	ภาคผลิตสัตว์ อ.จำลอง	A309				อ.จำลอง	Central Air24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-068	สำนักงานคณบดี	A327				ห้องเรียนสีฟ้า	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-069	สำนักงานคณบดี	A327				ห้องเรียนสีฟ้า	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-070	สำนักงานคณบดี			C102		ห้องบรรยาย ฝั่งฟ้า	Tran 100000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-071	สำนักงานคณบดี			C323		ห้อง300สีเขียว	Tran 200000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-072	สำนักงานคณบดี			C325		ห้อง300สีเขียว	Tran 240000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-073		A322+ A308				ห้องควบคุม	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-074			B320			ห้องเก็บสารระเหย	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-075			B320			ห้องเก็บสารระเหย	Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-076			B329				Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-077			B329				Tran 12000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0062 ถึง 67					D412		Carrier 24000BTU.	6	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-078					D412/1		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0055					D416		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-079		A213+ A213/1					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-018		A214					Star Air 25000 BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-019		A214					Star Air 25000 BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-080		A222/1+ A222					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-081		A222/1+ A222					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-082		A223/1+ A223					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-083		A223/1+ A223					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-084		A224/1+ A224					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-085		A224/1+ A224					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซน C	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-086			B216+ B217/2				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0017	ห้องเรียน	A407					Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-013	ห้องเรียน	A407					Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-089		A401					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-017		A401					Central Air 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-091					D202/1+D202		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
					D204		Tran 18000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0068 ถึง 74					D205		Carrier 30000BTU.	7	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0011					D220		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-096		A315/1					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-097		A315					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-098		A315/2					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-099		A315/3					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0020		A315/5					Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-100			B307				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซน C	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-101			B313				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-102			B318				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-103			B321/1+ B321				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-104			B322				Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
					D327		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-106					D303		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-107					D304+ D305		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0084 ถึง 86					D306/1		Carrier 30000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0087 ถึง 89					D306/2		Carrier 30000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0031					D307		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-108					D307/1+ D307		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-109					D312/1+ D312		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-110					D318/1+ D318		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-111					D327		Tran 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซน C	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-112					D413/1+ D413		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-113					D414		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-114					D414		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0056 ถึง 58					D415		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0059 ถึง 61					D415/1		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-115			B208				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-116			B208				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-117			B209/1+ B209				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-118			B218				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-119			B218				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-120			B219				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-121			B219				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0022					D214		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0023					D214		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซน C	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-124					D214/1		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0020 ถึง 21					D214/2		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0075					D214/2		Carrier 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-125					D225		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0010 ถึง 12					D227		Carrier 24000 BTU	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0014 ถึง 16					D216		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0017 ถึง 19					D216/1		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0012 ถึง 13					D217		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-127			B312				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-128			B312/1				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-129			B315/1+ B325				Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-130					D314		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-131					D314		Tran 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-132			B221				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-133			B221				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0102					D215		Carrier 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-134					D215/2		Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-135			B309				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-136			B309				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-137			B308				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-138			B311+ B310/1				Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0032 ถึง 35					D308		Carrier 24000BTU.	4	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0037 ถึง 38					D313/1		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0039 ถึง 40					D313/2		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0041 ถึง 42					D313/3		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชาฯ/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-143					D313		Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-144					D313		Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-145					D313		Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0090 ถึง 91					D314		Carrier 30000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0092					D315		Carrier 30000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-146					D315/1+ D315		Tran 30000BTU.	1	เครื่อง
					D411/1		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0096 ถึง 101					D411		Carrier 30000BTU.	6	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0095					D413		Carrier 30000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0093 ถึง 94					D414		Carrier 30000BTU.	2	เครื่อง
					D206/1		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
					D206		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-154			B206				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-155			B206/1				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-00103					D204		Carrier 42000BTU.	1	เครื่อง
					D206		Tran 36000BTU.	2	เครื่อง
					D206		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
					D206		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
					D213		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0080 ถึง 83					D213/1		Carrier 30000BTU.	4	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0076 ถึง 79					D213/2		Carrier 30000BTU.	4	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-163					D213/3		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0009 ถึง 10					D221		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0007 ถึง 8					D221/1		Carrier 24000BTU.	2	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0001 ถึง 6					D222		Carrier 24000BTU.	6	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-166		A301					Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-167		A301					Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-168		A302					Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-169		A303					Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-170			B314/1				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-171			B314				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-172			B314				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-173			B319				Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
		A319					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
		A319/2					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0043 ถึง 45					D316/1		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0046 ถึง 48					D316/2		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-175					D316		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-176					D316		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0049 ถึง 52					D317		Carrier 24000BTU.	4	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0053					D318		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
63กษ-412-01-02-0054					D319		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-177					D328+ D329		Tran 36000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-181	สำนักงานคณบดี		โซนB			ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-182	สำนักงานคณบดี		โซนB			ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-183	สำนักงานคณบดี			โซนC		ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-184	สำนักงานคณบดี			โซนC		ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-185	สำนักงานคณบดี				โซนD	ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-186	สำนักงานคณบดี				โซนD	ห้องโดยสารลิฟต์	Tran 18500BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-191	สำนักงานคณบดี	A131				หน้าห้องคณบดี ฝั่งผ้า	Tran 48000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-192	ภาคปฐพีวิทยา	A412/3					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-193	ภาคปฐพีวิทยา	A412/3					Tran 18000BTU.	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-195				C308/7			Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-197				C308/8			Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-198				C308/12			vanit	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-199				C308/12			vanit	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-200	ภาคปฐพีวิทยา	A412/2					Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-201	ภาคปฐพีวิทยา	A412/2					Tran	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
39กษ-4120-01-02-202	ภาคปฐพีวิทยา	A412/4					Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-203	ภาคปฐพีวิทยา	A412/4					Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-204	ภาคปฐพีวิทยา		B420				Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-205	ภาคปฐพีวิทยา		B427				Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-206		A414					Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-207		A412/5					Tran	1	เครื่อง
39กษ-4120-01-02-208		A412/1					Tran	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-001 ถึง 15	สำนักงานคณบดี						เทรน 18000BTU.	15	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-001		A216					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-002		A217					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-003 ถึง 4		A218					เทรน 18000BTU.	2	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-005		A217/1					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-006		A217/2					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-007		A217/3					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-008		A217/4					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
42กษ-4120-01-02-010	ภาควิชาปฐพี	A420					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-011 ถึง 13			B310				เทรน 18000BTU.	3	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-014	ภาควิชาประมง				D101		เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-015	ภาควิชาปฐพี				D427		เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0016	สำนักงานคณบดี	A204				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	เทรน 30000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-0025	สำนักงานคณบดี	A204				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	Central 18000BTU.	1	เครื่อง
57สค.0100947000000001(1)	สำนักงานคณบดี	A204				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	ตั้งพื้น 19000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0018 ถึง 19	สำนักงานคณบดี	A205				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	เทรน 30000BTU.	2	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0020		A215					เทรน 30000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0021			B130				เทรน 30000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0022 ถึง 23			B225				เทรน 30000BTU.	2	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0025 ถึง 27					D201		เทรน 30000BTU.	3	เครื่อง
62กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาประมง		B129				ยูนิมาสเตอร์ 40000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
63กษ-4120-01-02-0024 ถึง 26					D326		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0027 ถึง 29					D326/1		Carrier 24000BTU.	3	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0030					D327		Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-0032 ถึง 34	ภาควิชาปฐพี		B415			ห้องแล็บ	เทรน 46000BTU.	3	เครื่อง
43กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาปฐพี	A421/1				อ.อนันต์,	เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
43กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาปฐพี	A421/4				อ.พรทิวา	เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0001 ถึง 2	สำนักงานคณบดี			C107		ห้องอ.อารมย์ ศรีพิจิตร	เทรน 30000BTU.	2	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0005	ภาควิชาปฐพี	A421/5				อ.เทียนชัย,	เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0006	ภาควิชาปฐพี	A403				อ.อิทธิสุนทร	เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0042	ภาควิชาเทคนิคเกษตร		B120			อ.ลือพงษ์	Central Air16000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0043	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418		อ.ทิพวรรณ	Central Air16000BTU.		
59กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/1		อ.สมศักดิ์	Daikinขนาด18000BTU.		
62กษ-4120-01-02-0008	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/2		อ.พัชรา เอี่ยม กิจการ	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
44กษ-4120-01-02-0046	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/3		อ.ลือพงษ์	Central Air16000BTU.		
44กษ-4120-01-02-0047	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/4		อ.ศุภสมบุรณ์	Central Air16000BTU.		
62กษ-4120-01-02-0009	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/5		อ.สุณีพร	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0049	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C418/6		อ.ถนอมนวล	Central Air BTU.		
44กษ-4120-01-02-0050	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C417		อ.ดวงกมล	Central Air16000BTU.		
61กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C411		ห้องเรียนใหญ่	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C411		ห้องเรียนใหญ่	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-0003	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C411		ห้องเรียนใหญ่	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-0025	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C411		ห้องเรียนใหญ่	Star Air 36000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0055	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C412/1		อ.กุลชัย	Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0056	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C412/1		อ.นริสา	Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
59กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C412/2		อ.ณัฐกร	Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
62กษ-4120-01-02-0006	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C412/2		อ.ณัฐกร	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
62กษ-4120-01-02-0007	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C412/3		อ.พีรชัย	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-0011	ภาควิชาประมง			C122			Central Air16000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0061	ภาควิชาประมง			C123			Central Air16000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0062	ภาควิชาประมง			C123/1			Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0063	ภาควิชาประมง			C123/2			Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0064	ภาควิชาประมง			C123/3			Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0065	ภาควิชาประมง			C123/4			Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0066					D110/1	ห้องเก็บของ	Central Air ขนาด 16000 BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
44กษ-4120-01-02-0067 ถึง 68	ภาควิชาปฐพีฯ	A408					Central Air16000BTU.	2	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0069 ถึง 70	ภาควิชาปฐพีฯ	A422					Central Air16000BTU.	2	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0071	ภาควิชาปฐพีฯ	A402					Central Air16000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0072	ภาควิชาปฐพีฯ	A402/1					Central Air16000BTU.	1	เครื่อง
44กษ-4120-01-02-0073 ถึง 74	ภาควิชาปฐพีฯ		B409				Central Air16000BTU.	2	ชุด
44กษ-4120-01-02-0077				C121			Central Air 33000 BTU.	1	เครื่อง
45กษ-4120-01-02-0001	งานสารสนเทศ คอมฯ	A206				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	Central Air ขนาด 25800 BTU.	1	ชุด
58กษ-4120-01-02-0022	งานสารสนเทศ คอมฯ	A206/2				งานคอมพิวเตอร์ สนง.	Central Air ขนาด 30000 BTU.	1	ชุด
45กษ-4120-01-02-0003	วิทยาศาสตร์ การประมง		B128				Engineering 13000BTU.	1	เครื่อง
45กษ-4120-01-02-0004	วิทยาศาสตร์ การประมง			C120			Engineering 16000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
45กษ-4120-01-02-0007	ห้องเรียน ปัจจุบัน	A403/1					Central Air ขนาด 25800 BTU.	1	เครื่อง
45กษ-4120-01-02-00011	สนง.งานบัณฑิต	A404					Central Air ขนาด 33000 BTU.	1	เครื่อง
46กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาเทคนิคเกษตร		โซนB ชั้น1			ห้อง ป.งาน เครื่องกลเก่า	Central Air ขนาด 12500 BTU.	1	เครื่อง
47กษ-4120-01-02-0003	วิทยาศาสตร์การประมง		B127				Air Temp 25000BTU.	1	เครื่อง
47กษ-4120-01-02-0008	ภาควิชาปฐพีฯ		B414				No.5 ซียโจเดนกิ 30400BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-0014	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C401		ห้องสตูดิโอ	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
47กษ-4120-01-02-0011	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C401		ห้องสตูดิโอ	Eminent 30000 BTU.	1	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C401		ห้องสตูดิโอ	Tasaki 24000 BTU.	1	เครื่อง
59กษ-4120-01-02-0003	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C401		ห้องสตูดิโอ	Star Air 18000BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0002	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C402/1		นายประพัฒน์	Central Air 38000BTU.	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-0004	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C402/2		ห้องเรียน ป.โท	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-0005	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C402/2		ห้องเรียน ป.โท	Tasaki 18000 BTU.	1	เครื่อง
51สอ. 01007490000000-83	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C403		อ.กนก เลิศ พานิช		1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
51สอ.01007490000000-85	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C403		อ.กนก เลิศพานิช		1	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0003	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C403/1		อ.กนก เลิศพานิช	Tasaki 24000 BTU.	1	เครื่อง
47กษ-4120-01-02-0012 ถึง 13	ภาควิชาเทคนิคเกษตร			C404			Eminent 25800 BTU.	2	เครื่อง
47กษ-4120-01-02-0016	ภาควิชาเทคนิคเกษตร		B122/1			อ.ลือพงษ์	Eminent 25800 BTU.	1	เครื่อง
48กษ-4120-01-02-0003 ถึง 4	งานสารสนเทศคอมพิวเตอร์			C202			Amena 48000 BTU.	2	เครื่อง
49กษ-4120-01-02-0001	วิทยาศาสตร์การ ประมง			C120			Amena 17000 BTU.	1	เครื่อง
49กษ-4120-01-02-0007	ห้องคอมพิวเตอร์ สาง.			C203			Star Air 25000 BTU.	1	เครื่อง
50กษ-4120-01-02-0005 ถึง 6	ห้องเรียน ปัจจุบัน			C310/1			Star Air 25000 BTU.	2	เครื่อง
51กษ-4120-01-02-0001	วิทยาศาสตร์การ ประมง				D104		ชัยโจเดนกี้ 24900BTU.	1	เครื่อง
52กษ-4120-01-02-0002 ถึง 3	ภาควิชาปฐพีฯ	A413				การจัดการ สิ่งแวดล้อม	Daikin 36000BTU.	2	ชุด
53กษ-4120-01-02-0007 ถึง 8	ภาควิชาปฐพีฯ				D409		Mitsubishi 12000BTU.	2	ชุด
53กษ-4120-01-02-0009	ภาควิชาพัฒนาการ เกษตร		B125			อ.สุรินทร์ ทองฟูก ShopB123	Mitsubishi 16134BTU.	1	ชุด

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
53กษ-4120-01-02-0010 ถึง 12	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C204			Star Air 30513.52 BTU.	3	เครื่อง
53กษ-4120-01-02-0015 ถึง 16	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C308/5			Star Air 30513.52 BTU.	2	เครื่อง
53กษ-4120-01-02-0013 ถึง 14	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C308/11			Star Air 30513.52 BTU.	2	เครื่อง
54กษ-4120-01-02-0002	วิทยาศาสตร์การประมง		B102			คุณบุปผา	Mitsubishi 18000BTU.	1	ชุด
54กษ-4120-01-02-0004 ถึง 5	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C205/1,			Star Aire 25521.42BTU.	2	เครื่อง
54กษ-4120-01-02-0006 ถึง 7	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C210/1			Star Aire 25521.42BTU.	2	เครื่อง
54กษ-4120-01-02-0008 ถึง 9	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C211			Star Aire 25521.42BTU.	2	เครื่อง
63กษ-4120-01-02-0036				C214/4			Carrier 24000BTU.	1	เครื่อง
42กษ-4120-01-02-009		A217/5					เทรน 18000BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
62กษ-4120-01-02-0010 ถึง 12	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C217/1		ห้องพักอาจารย์	18000BTU.	3	เครื่อง
62กษ-4120-01-02-0013 ถึง 15	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C218		ห้องพักอาจารย์	18000BTU.	3	เครื่อง
54กษ-4120-01-02-0012	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C206			Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0001	ส่วนบริหารงานทั่วไป	A127				ห้องประชุมสนง.	Mitsubishi 18000BTU.	1	ชุด
56กษ-4120-01-02-0002 ถึง 6	ภาควิชาปฐพีฯ		B410			ห้อง ป.ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	Saijo Denki 25259 BTU.	5	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0008	ส่วนบริหารงานทั่วไป	A109				งานพัสดุ	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0009	ส่วนบริหารงานทั่วไป	A108/1				งานการเงิน	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0010	ส่วนบริหารงานทั่วไป	A108				งานนโยบายและแผน	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0011	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C113		งานทะเบียน	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0012	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C104		งานเอกสารฯ	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0013	ส่วนบริหารงานทั่วไป			C106		งานกิจการนศ.	Star Aire36911.36BTU.	1	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0015 ถึง 16	ส่วนบริหารงานทั่วไป		B106			ติดห้องควบคุมไฟฟ้า	Central Air12000 BTU.	2	เครื่อง
56กษ-4120-01-02-0017 ถึง 18	ส่วนบริหารงานทั่วไป				D107	ติดห้องควบคุมไฟฟ้า	Central Air12000 BTU.	2	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
56กษ-4120-01-02-0019	ภาควิชาปฐพีฯ		B411			ห้อง นักวิทยาศาสตร์ นุจรี บุญแปลง	Saijo Denki 25259 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาพัฒนาการเกษตร			C410		ป.โท (1)	Central Air38000BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0003	ภาควิชาพัฒนาการเกษตร			C413		ห้องธุรการ (3)	Central Air ขนาด 38000 BTU. เบอร์7	1	เครื่อง
40กษ-4120-01-02-0008	ภาควิชาพัฒนาการเกษตร			C413		ห้องธุรการ		1	เครื่อง
05-37กษ-4120-01-02-0001	ภาควิชาพัฒนาการเกษตร			C419		ห้องรับรอง		1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0004	ภาควิชาผลิตพืช(ทรัพย์สิน)			C4		ห้องอ.สมเกียรติ์	Central Air ขนาด 18000 BTU. เบอร์5	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0008	ภาควิชาปฐพีฯ	A4				อ.สุกัญญา ,	Central Air ขนาด 30000 BTU. เบอร์5	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0009	ภาควิชาปฐพีฯ	A4				อ.นุกูล	Central Air ขนาด 30000 BTU. เบอร์6	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0011	ส่วนสนับสนุนวิชาการ	A118				งานการ เจ้าหน้าที่	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
57กษ-4120-01-02-0012 ถึง 13	ส่วนสนับสนุนวิชาการ	A207				ห้องประชุมใหญ่ สนง.	Tasaki 36000 BTU.	2	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0004 ถึง 5	สำนักงานคนบดี	A208				ห้องประชุม บัณฑิต	ติดผนัง 18827BTU.	2	เครื่อง
64กษ-4120-01-02-0006 ถึง 7	สำนักงานคนบดี	A209				ห้องประชุม บัณฑิต	ติดผนัง 18827BTU.	2	เครื่อง
61กษ-4120-01-02-0006 ถึง 7	ภาควิชาผลิตสัตว์	A212				อ.ชนาธิป ธรรม การ	Tasaki 18000 BTU.	2	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0016	ส่วนสนับสนุนวิชาการ	A401 ห้องเรียน				ห้องเรียน	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0018	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C105		งานเอกสารฯ	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0019	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C114		งานโสตฯ	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0020	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C308/1		ห้องเรียน	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0021	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C308/2		ห้องเรียน	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0022	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C308/7		ห้องเรียน	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง
57กษ-4120-01-02-0023	ส่วนสนับสนุนวิชาการ			C308/8		ห้องเรียน	Tasaki 32000 BTU.	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ

เครื่องปรับอากาศ แยกส่วน อาคารเจ้าคุณทหาร									
รหัสครุภัณฑ์	ภาควิชา/ หน่วยงาน	โซนA	โซนB	โซนC	โซนD	สถานที่	ยี่ห้อ		จำนวน
58กษ-4120-01-02-0001	ภาคพัฒนาการ เกษตร			C412		อ.ปัญญา หมั่นเก็บ	Central Air18000BTU.	1	เครื่อง
58กษ-4120-01-02-0006	ภาควิชาผลิตพืช (ปฐพี)	A 4				อ.พรทิวา กัญยวงศ์	Mitsubishi 12942BTU.	1	เครื่อง
38กษ-4120-01-02-0018	ศูนย์วิจัยฯ				D4		Central Air 25800BTU.	1	เครื่อง
38กษ-4120-01-02-0020	ศูนย์วิจัยฯ				D4		Central Air 33400BTU.	1	เครื่อง
45กษ-4120-01-02-0017	ศูนย์วิจัยฯ				D4		โยชิเดนกิ 32000 BTU.	1	เครื่อง
49กษ-4120-01-02-0002	ศูนย์วิจัยฯ				D4		โยชิเดนกิ 32000 BTU.	1	เครื่อง
49กษ-4120-01-02-0005	ศูนย์วิจัยฯ				D4		Star Air 12000BTU.	1	เครื่อง
50กษ-4120-01-02-0007	ศูนย์วิจัยฯ				D4		Star Air 25000BTU.	1	เครื่อง

ขั้นตอนต่อมา จะนำเครื่องที่ได้จากการสุ่มแล้วของทั้ง 3 โชน มาทำการวัดและคำนวณหาค่า EER ด้วยวิธีการในข้อ 4.2 โดยทำเรียงตามโชน A B และ C ตามลำดับ เพื่อให้ได้ค่า EER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH %	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
A315/5	221.9	11.27	1.936	30.4	59.0	1.8	30.4	61.4	9063
				30.9	60.0	1.5	30.4	62.0	
				31.0	59.7	1.9	30.8	61.3	
A223	220.8	5.90	1.008	28.8	55.5	0.3	28.7	50.8	1900
				27.1	53.0	0.5	28.8	48.2	
				29.2	52.8	1.0	28.8	46.3	
A315/1	217.2	9.65	1.622	15.4	60.0	0.2	27.4	51.0	1900
				21.8	57.6	0.2	27.9	49.8	
				20.1	60.8	1.1	28.5	49.5	
A224	217.5	8.82	1.485	13.5	69.5	0.4	28.0	41.2	2000
				17.0	51.0	0.3	29.5	39.6	
				18.0	49.8	1.4	27.4	51.0	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Curent t (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
A224/1	224.5	8.00	1.390	26.6	41.0	1.5	26.5	45.3	1960
				26.6	40.3	1.8	27.2	43.4	
				26.3	35.0	2.0	27.5	42.7	
D227	223.3	10.80	1.867	17.2	71.4	2.5	25.0	51.2	4300
				14.5	77.2	0.7	24.7	55.4	
				20.8	65.6	1.6	26.8	47.0	
A319	220.7	5.10	0.871	12.4	78.7	0.2	25.4	52.0	900
				13.2	79.7	0.5	26.4	47.0	
				11.9	80.1	0.8	24.2	59.0	
A319/2	221.7	5.40	0.927	12.8	77.1	1.0	22.3	51.9	900
				11.9	80.2	0.4	23.2	48.2	
				13.6	65.4	0.6	21.8	54.7	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
A206	222.2	10.40	1.789	9.0	75.6	0.1	22.3	44.2	4140
				8.5	78.3	0.1	21.3	46.0	
				9.4	72.8	0.7	23.4	42.3	
A206/2	221.6	14.58	2.501	9.3	76.5	0.5	20.2	44.2	4140
				8.2	81.5	0.2	20.0	45.7	
				10.5	71.4	1.4	20.4	42.7	
C211 1	219.0	11.33	1.921	18.2	76.6	0.6	27.4	51.3	2880
				17.4	88.3	1.6	27.1	59.3	
				19.5	71.4	1.4	28.7	45.9	
C211 2	218.6	11.16	1.888	15.0	87.4	1.2	25.5	63.4	2880
				13.0	88.9	0.7	24.3	69.7	
				17.8	72.7	0.5	28.1	57.0	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH %	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
C210 1	218.7	11.40	1.930	13.7	83.5	1.1	26.5	51.4	2880
				13.0	86.4	0.7	25.8	56.7	
				14.3	80.5	0.6	27.3	46.0	
C210 2	218.2	10.01	1.691	14.7	80.4	1.3	27.0	47.3	2880
				14.3	82.5	0.8	25.8	53.5	
				15.0	78.3	0.3	28.1	41.1	
C308/12 2	217.3	10.21	1.717	20.2	69.6	0.8	28.6	45.4	3910
				19.8	72.3	0.8	27.5	50.0	
				20.6	66.8	1.4	29.7	40.7	
C308/12 1	219.0	12.80	2.170	16.7	77.5	0.6	28.1	51.2	3910
				15.3	80.3	1.4	27.4	54.4	
				19.1	74.7	0.4	28.8	48.0	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
C308/11	216.3	12.80	2.143	11.8	81.2	0.2	23.4	49.5	4320
				10.5	84.3	1.9	23.2	51.2	
				13.1	78.1	0.6	23.6	47.8	
C204 1	216.4	11.25	1.884	12.1	82.0	0.8	25.6	51.4	4230
				12.0	83.7	0.4	25.1	57.2	
				12.2	80.3	0.2	26.1	45.6	
C204 2	216.6	10.24	1.717	13.5	75.5	0.4	26.1	45.8	4230
				12.3	79.4	1.2	25.4	48.2	
				14.7	71.6	0.2	26.8	43.4	
C106	217.1	12.80	2.151	10.0	79.0	0.1	25.0	60.0	4320
				8.0	86.0	0.7	24.4	67.2	
				12.0	75.0	0.4	25.6	52.8	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลมกลับ (cm <sup>2</sup> )
C206	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B321	221.4	11.00	1.885	13.0	77.0	1.7	25.0	54.0	2375
				11.8	83.4	0.6	23.6	58.1	
				14.2	70.6	0.7	26.4	49.8	
B329 1	217.4	6.20	1.043	25.5	51.4	2.8	25.6	51.4	2375
				24.2	57.6	2.6	25.3	56.7	
				26.8	45.6	2.1	25.9	46.1	
B329 2	219.1	5.80	0.984	26.6	47.3	1.0	27.0	47.3	2375
				25.8	53.2	0.6	26.3		
				27.4	41.4	1.1	27.7		
B320 1 พัง	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B320 2 พัง	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลม กลับ (cm <sup>2</sup> )
B314/1	216.1	15.36	2.569	14.2	86.5	0.8	27.8	49.0	2850
				13.5	89.2	1.7	26.3	54.2	
				14.9	83.8	0.8	29.3	43.8	
B314	218.5	17.00	2.875	13.2	85.6	0.8	24.8	72.5	2850
				12.6	89.2	1.0	23.5	76.3	
				13.8	82.0	1.2	26.1	68.7	
B208	221.6	10.24	1.756	17.6	80.8	1.5	27.6	55.3	2375
				17.2	81.2	1.2	26.3	59.2	
				18.0	80.4	0.3	28.9	51.4	
B414	219.4	11.80	2.004	12.3	78.2	1.7	22.3	50.2	1350
				12.1	80.4	1.2	22.1	51.0	
				12.5	77.6	1.6	23.2	48.7	

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการวัดค่าที่ระบบเครื่องปรับอากาศ

Name	Voltage (V)	Current (A)	Watt Meter (kW)	TEMP (°C)	RH%	speed re (m/s)	TEMP/re (°C)	%RH re	พื้นที่ช่องลม กลับ (cm <sup>2</sup> )
B411	221.4	10.20	1.748	13.2	73.2	0.8	27.5	52.3	2000
				12.7	76.5	0.3	27.3	54.2	
				14.8	71.2	1.3	28.6	51.1	
B415	219.7	14.20	2.415	11.2	82.3	0.5	25.3	63.1	4230
				10.5	84.7	0.4	24.6	67.2	
				13.1	79.6	0.4	26.7	61.9	
B218	220.7	10.80	1.845	17.5	80.3	1.7	28.2	57.6	2375
				16.6	82.4	0.5	27.3	59.3	
				18.3	79.7	1.1	29.1	56.8	

ตารางที่ 4.9 ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าพารามิเตอร์และแสดงค่า EER

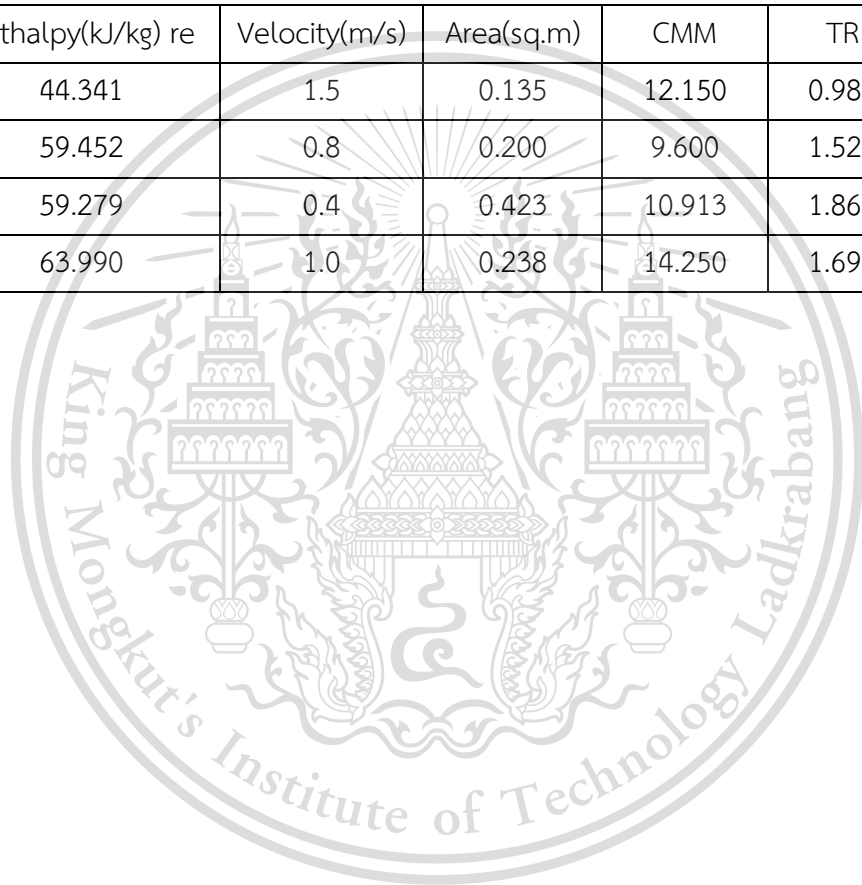
Name	Enthalpy(kJ/kg)	Enthalpy(kJ/kg) re	Velocity(m/s)	Area(sq.m)	CMM	TR	Watt Meter (kW)	EER
A315/5	73.087	73.663	1.6	0.906	87.005	0.286	1.936	1.773
A223	59.184	65.515	0.6	0.190	6.840	0.247	1.008	2.941
A315/1	36.548	60.823	0.5	0.190	5.700	0.790	1.622	5.841
A224	38.398	52.928	0.7	0.200	8.400	0.697	1.485	5.629
A224/1	48.808	54.256	1.8	0.196	21.168	0.658	1.390	5.681
D227	40.213	52.325	1.6	0.430	41.280	2.853	1.867	18.344
A319	30.523	52.389	1.0	0.090	5.400	0.674	0.871	9.282
A319/2	29.536	45.118	1.0	0.090	5.400	0.480	0.927	6.219
A206	22.600	41.298	0.3	0.414	7.452	0.795	1.789	5.335
A206/2	23.386	38.727	0.7	0.414	17.388	1.522	2.501	7.305
C211 1	44.313	59.023	1.2	0.288	20.736	1.741	1.921	10.877
C211 2	38.128	60.355	0.8	0.288	13.824	1.754	1.888	11.144
C210 1	34.337	57.948	0.8	0.288	13.824	1.863	1.930	11.584
C210 2	36.018	54.122	0.8	0.288	13.824	1.428	1.691	10.138

ตารางที่ 4.9(ต่อ) ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าพารามิเตอร์และแสดงค่า EER

Name	Enthalpy(kJ/kg)	Enthalpy(kJ/kg) re	Velocity(m/s)	Area(sq.m)	CMM	TR	Watt Meter (kW)	EER
C308/12 2	46.518	57.240	1.0	0.391	23.460	1.436	1.717	10.032
C308/12 1	40.886	59.435	0.8	0.391	18.768	1.987	2.170	10.988
C308/11	29.537	46.194	0.9	0.432	23.328	2.218	2.143	12.418
C204 1	30.379	52.701	0.5	0.432	12.960	1.651	1.884	10.514
C204 2	31.975	50.963	0.6	0.432	15.552	1.685	1.717	11.780
C106	26.432	55.556	0.4	0.432	10.368	1.723	2.151	9.614
C206	-	-	-	-	-	-	-	-
B321	31.226	52.463	1.0	0.238	14.250	1.727	1.885	10.995
B329 1	52.436	52.807	2.5	0.238	35.625	0.075	1.043	0.868
B329 2	53.075	54.122	0.9	0.238	12.825	0.077	0.984	0.935
B320 1	-	-	-	-	-	-	-	-
B320 2	-	-	-	-	-	-	-	-
B314/1	36.400	57.295	1.1	0.285	18.810	2.243	2.569	10.477
B314	33.753	61.385	1.0	0.285	17.100	2.697	2.875	11.255
B208	43.278	60.546	1.0	0.238	14.250	1.404	1.756	9.595

ตารางที่ 4.9(ต่อ) ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าพารามิเตอร์และแสดงค่า EER

Name	Enthalpy(kJ/kg)	Enthalpy(kJ/kg) re	Velocity(m/s)	Area(sq.m)	CMM	TR	Watt Meter (kW)	EER
B414	30.083	44.341	1.5	0.135	12.150	0.989	2.004	5.921
B411	31.662	59.452	0.8	0.200	9.600	1.523	1.748	10.453
B415	29.316	59.279	0.4	0.423	10.913	1.866	2.415	9.274
B218	43.149	63.990	1.0	0.238	14.250	1.695	1.845	11.024



โดย

การคำนวณ จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ

**แบบที่ 1** : การคำนวณค่าพลังงานของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

**แบบที่ 2** : การคำนวณค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

**ในแบบที่ 1** จะใช้การเปรียบเทียบพลังงาน จะแบ่งข้อมูลหลักๆด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด คือ ข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่ากับพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ โดยข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าจะได้จากการสำรวจและวัดค่า ในส่วนข้อมูลพลังงานเครื่องปรับอากาศตัวใหม่มาจากการสมมติว่าติดตั้งเครื่องปรับอากาศแทนที่ตัวเก่า หลังจากที่ได้ข้อมูลทั้งสองชุดแล้วจะนำข้อมูลทั้งสองมาหาผลต่าง ซึ่งค่าผลต่างพลังงานนั้นจะบ่งบอกถึงการใช้พลังงานที่ลดลง

**ในแบบที่ 2** จะใช้การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเป็นหลัก จะแบ่งข้อมูลหลักๆด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด คือ ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศตัวเก่ากับเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ โดยข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าจะได้จากการสำรวจและวัดค่าและสมมติชั่วโมงการใช้งาน ในส่วนข้อมูลเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ จะนำเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ที่สมมติว่าติดตั้งแทนที่ตัวเก่า มาคิดค่าใช้จ่าย หลังจากที่ได้ข้อมูลทั้งสองชุดนี้แล้ว จะนำข้อมูลทั้งสองมาหาผลต่างของค่าใช้จ่ายเพื่อบ่งบอกการเพิ่มหรือลดของค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นการเทียบค่าใช้จ่ายต่อปี

ในการเลือกเครื่องปรับอากาศมาแทนที่ เราต้องคำนวณค่าพื้นที่ห้องก่อน เพื่อที่จะได้คำนวณค่า BTU ของเครื่องปรับอากาศที่จะมาแทนที่ เพราะต้องการให้ กำลังการทำงานของเครื่องสัมพันธ์กับขนาดห้อง และ ความเป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## การคำนวณขนาดของเครื่องปรับอากาศ (BTU)

จากสมการที่ (4.2)

### โซน A

ห้อง A 206

$$\text{ขนาดเครื่องปรับอากาศ/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 206/2

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 223

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{48 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 224

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 224/1

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 315/1

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{48 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 315/5

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{48 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 319

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{48 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง A 319/2

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{48 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

### โซน B

ห้อง B 208

$$\text{ขนาดปีที่ยู/เครื่อง} = \frac{63 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 28350 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 218

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อผู้ใดนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ห้ามนำเอกสารนี้ไปทำซ้ำหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{40 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 18000 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 314

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{54 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 24300 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 314/1

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{54 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 24300 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 320 1

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{9 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 8100 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 320 2

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{9 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 8100 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 321

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{21 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 18900 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 329 1

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{14 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 12600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 329 2

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{14 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 12600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 411

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{25 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 22500 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 414

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{34 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 30600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง B 314

$$\text{ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง} = \frac{170 \text{ m}^2 \times 900}{4 \text{ เครื่อง}} = 38250 \text{ BTU/เครื่อง}$$

โซน C

ห้อง C 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้  $90 \text{ m}^2 \times 900$  ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ขนาดบิที่ยุ/เครื่อง =  $\frac{90 \text{ m}^2 \times 900}{3 \text{ เครื่อง}} = 27000 \text{ BTU/เครื่อง}$   
ไม่ว่ากรณีใดของทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ห้อง C 204 1

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{55 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 24750 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 204 2

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{55 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 24750 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 206

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{55 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 24750 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 210 1

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 210 2

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 211 1

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 211 2

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{24 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 308/11

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{60 \text{ m}^2 \times 900}{2 \text{ เครื่อง}} = 27000 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 308/12 1

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{30 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 27000 \text{ BTU/เครื่อง}$$

ห้อง C 308/12 2

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{30 \text{ m}^2 \times 900}{1 \text{ เครื่อง}} = 27000 \text{ BTU/เครื่อง}$$

โซน D

ห้อง D 227

$$\text{ขนาดบิตู/เครื่อง} = \frac{72 \text{ m}^2 \times 900}{3 \text{ เครื่อง}} = 21600 \text{ BTU/เครื่อง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.10 ขนาด BTUของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับห้อง

Name	สถานที่	พฤติกรรม	แอร์เก่า	ขนาดห้อง	BTUที่เหมาะสมของห้อง	จำนวน	BTU/ตัว
A315/5	เก็บของ	ไม่ได้ใช้	Tran 30000BTU.	48	43200	2	21600
A223	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	48	43200	2	21600
A315/1	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	48	43200	2	21600
A224	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	24	21600	1	21600
A224/1	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	24	21600	1	21600
D227	แลป	ใช้	Carrier 24000 BTU	72	64800	3	21600
A319	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	24	21600	1	21600
A319/2	N/A	ไม่ได้ใช้	Tran 18000BTU.	24	21600	1	21600
A206	งานสารสนเทศคอมฯ	ใช้	Central Air 25800 BTU.	24	21600	1	21600
A206/2	งานสารสนเทศคอมฯ	ใช้	Central Air ขนาด 30000 BTU.	24	21600	1	21600

ตารางที่ 4.10(ต่อ) ขนาด BTUของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับห้อง

Name	สถานที่	พฤติกรรม	แอร์เก่า	ขนาดห้อง	BTUที่เหมาะสมของห้อง	จำนวน	BTU/ตัว
C211 1	ห้องเรียน	ใช้	Star Aire 25521.42BTU.	24	21600	1	21600
C211 2	ห้องเรียน	ใช้	Star Aire 25521.42BTU.	24	21600	1	21600
C210 1	ห้องเรียน	ใช้	Star Aire 25521.42BTU.	24	21600	1	21600
C210 2	ห้องเรียน	ใช้	Star Aire 25521.42BTU.	24	21600	1	21600
C308/12 2	N/A	ใช้	vanit 30000BTU	30	27000	1	27000
C308/12 1	N/A	ใช้	vanit 30000BTU	30	27000	1	27000
C308/11	ห้อง Lab	ใช้	Mitsubishi 18000BTU.	60	54000	2	27000
C204 1	ห้องเรียน	ใช้	Star Air 30513.52 BTU.	55	49500	2	24750
C204 2	ห้องเรียน	ใช้	Star Air 30513.52 BTU.	55	49500	2	24750
C106	งานอบรม+วิจัย+บัณฑิต	ใช้	Tran 36000BTU.	90	81000	3	27000
C206	N/A	ไม่ใช้	Star Aire 36911.36BTU.	55	49500	2	24750
B321	N/A	ใช้	Tran 18000BTU.	21	18900	1	18900

ตารางที่ 4.10(ต่อ) ขนาด BTUของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับห้อง

Name	สถานที่	พฤติกรรม	แอร์เก่า	ขนาดห้อง	BTUที่เหมาะสมของห้อง	จำนวน	BTU/ตัว
B329 1	ห้องควบคุม	ใช้	Tran 12000BTU.	14	12600	1	12600
B329 2	ห้องควบคุม	ใช้	Tran 12000BTU.	14	12600	1	12600
B320 1	ห้องเก็บสารระเหย	ไม่ได้ใช้	Tran 12000BTU.	9	8100	1	8100
B320 2	ห้องเก็บสารระเหย	ไม่ได้ใช้	Tran 12000BTU.	9	8100	1	8100
B314/1	N/A	ใช้	Tran 36000BTU.	54	48600	2	24300
B314	N/A	ใช้	Tran 36000BTU.	54	48600	2	24300
B208	N/A	ใช้	Tran 24000BTU.	63	56700	2	28350
B414	ห้องตั้งเครื่อง	ใช้	Saijo Denki 30400BTU.	34	30600	1	30600
B411	ห้องควบคุม	ใช้	Saijo Denki 25259 BTU.	25	22500	1	22500
B415	ห้อง Lab	ใช้	Tran 46000BTU.	170	153000	4	38250
B218	ห้องเก็บสาร	ใช้	Tran 24000BTU.	40	36000	2	18000

## การคำนวณแบบที่ 1

การคำนวณผลต่างของพลังงานของเครื่องปรับอากาศใหม่และเครื่องปรับอากาศเก่า

$$\text{จาก Energy (Wh) / เวลา (h) = Power (Watt)} \quad (4.3)$$

$$\text{และ Power(Watt) = ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU) / SEER} \quad (4.4)$$

ตัวอย่าง การคำนวณแบบที่ 1

โซน A ห้อง A 206

จากข้อมูลตารางที่ 4.8

$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ (4.3) พลังงานที่ได้จากการคำนวณ} &= 1788.62 \text{ Wh/h} \\ &= 29.810 \text{ Wh/min} \end{aligned}$$

โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 เพื่อเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใกล้เคียงกับ BTU ที่เหมาะสมในตารางที่ 4.10

จากสมการที่ (4.4) พลังงานของเครื่องปรับอากาศใหม่

$$\text{Trane} = 19200 / 17.30 = 1109.827 \text{ Wh/h} = 18.497 \text{ Wh/min}$$

$$\text{Carrier} = 20400 / 16.50 = 1236.363 \text{ Wh/h} = 20.606 \text{ Wh/min}$$

พลังงานที่ลดลงต่อนาทีเมื่อปรับเปลี่ยน :

$$\text{Trane} = 18.497 - 29.810 = -11.313 \text{ Wh/min}$$

$$\text{Carrier} = 20.606 - 29.810 = -9.204 \text{ Wh/min}$$

ดังนั้น เครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Trane ประหยัดพลังงานได้ 11.313 Wh ต่อ 1 นาที และ  
เครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier ประหยัดพลังงานได้ 9.204 Wh ต่อ 1 นาที

หมายเหตุ ไม่มีการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.11 พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อหน้าที่	Energyใหม่ต่อหน้าที่	ลดEnergy Whต่อหน้าที่
A315/5	Tran 30000BTU.	Trane	19,200	17.30	32.260	18.497	-13.763
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-11.654
A223	Tran 18000BTU.	Trane	19,200	17.30	16.805	18.497	1.692
		Carrier	20,400	16.50		20.606	3.801
A315/1	Tran 18000BTU.	Trane	19,200	17.30	27.038	18.497	-8.541
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-6.432
A224	Tran 18000BTU.	Trane	19200	17.30	24.747	18.497	-6.250
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-4.141

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อนาที	Energyใหม่ต่อนาที	ลดEnergy Whต่อนาที
A224/1	Tran 18000BTU.	Trane	19,200	17.30	23.168	18.497	-4.671
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-2.562
D227	Carrier 24000 BTU	Trane	19,200	17.30	31.110	18.497	-12.613
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-10.504
A319	Tran 18000BTU.	Trane	19,200	17.30	14.520	18.497	3.977
		Carrier	20,400	16.50		20.606	6.086
A319/2	Tran 18000BTU.	Trane	19200	17.30	15.444	18.497	3.053
		Carrier	20,400	16.50		20.606	5.162

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อหน้าที่	Energyใหม่ต่อหน้าที่	ลดEnergy Whต่อหน้าที่
A206	Central Air 25800 BTU.	Trane	19,200	17.30	29.810	18.497	-11.313
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-9.204
A206/2	Central Air ขนาด 30000 BTU.	Trane	19,200	17.30	41.679	18.497	-23.182
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-21.073
C211 1	Star Aire 25521.42BTU.	Trane	19,200	17.30	32.008	18.497	-13.511
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-11.402
C211 2	Star Aire 25521.42BTU.	Trane	19200	17.30	31.471	18.497	-12.973
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-10.864

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อหน้าที่	Energyใหม่ต่อหน้าที่	ลดEnergy Whต่อหน้าที่
C210 1	Star Aire 25521.42BTU.	Trane	19,200	17.30	32.162	18.497	-13.665
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-11.556
C210 2	Star Aire 25521.42BTU.	Trane	19,200	17.30	28.176	18.497	-9.679
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-7.570
C308/12 2	vanit	Trane	25,200	19.40	28.620	21.649	-6.971
		Carrier	25,200	20.00		21.000	-7.620
C308/12 1	vanit	Trane	25200	19.40	36.161	21.649	-14.512
		Carrier	25,200	20.00		21.000	-15.161

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อหน้าที่	Energyใหม่ต่อหน้าที่	ลดEnergy Whต่อหน้าที่
C308/11	Mitsubishi 18000BTU.	Trane	25,200	19.40	35.715	21.649	-14.066
		Carrier	25,200	20.00		21.000	-14.715
C204 1	Star Air 30513.52 BTU.	Trane	24,100	18.19	31.405	22.082	-9.323
		Carrier	24,200	18.50		21.802	-9.603
C204 2	Star Air 30513.52 BTU.	Trane	24,100	18.19	28.612	22.082	-6.530
		Carrier	24,200	18.50		21.802	-6.810
C106	Tran 36000BTU.	Trane	25200	19.40	35.848	21.649	-14.198
		Carrier	25,200	20.00		21.000	-14.848

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อหน้าที่	Energyใหม่ต่อหน้าที่	ลดEnergy Whต่อหน้าที่
C206	Star Aire 36911.36BTU.	Trane	24,100	18.19	0.000	22.082	22.082
		Carrier	24,200	18.50		21.802	23.838
B321	Tran 18000BTU.	Trane	18,200	18.49	31.417	16.405	-15.011
		Carrier	18,000	22.50		13.333	-18.083
B329 1	Tran 12000BTU.	Trane	12,600	19.30	17.388	10.881	-6.507
		Carrier	12,200	19.40		10.481	-6.907
B329 2	Tran 12000BTU.	Trane	12600	19.30	16.393	10.881	-5.512
		Carrier	12,200	19.40		10.481	-5.912

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อนาที	Energyใหม่ต่อนาที	ลดEnergy Whต่อนาที
B320 1	Tran 12000BTU.	Trane	9,400	19.00	0.000	8.246	11.111
		Carrier	8,500	16.45		8.612	8.612
B320 2	Tran 12000BTU.	Trane	9,400	19.00	0.000	8.246	11.111
		Carrier	8,500	16.45		8.612	8.612
B314/1	Tran 36000BTU.	Trane	24,100	18.19	42.819	22.082	-20.737
		Carrier	24,200	18.50		21.802	-21.017
B314	Tran 36000BTU.	Trane	24100	18.19	47.917	22.082	-25.835
		Carrier	24,200	18.50		21.802	-26.115

ตารางที่ 4.11(ต่อ) พลังงานงาน/ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศและการลดลงของพลังงาน/ชั่วโมง

Name	แอร์เก่า	เลือกแอร์	BTU ใหม่ต่อตัว	SEER	Energyเก่าต่อนาที	Energyใหม่ต่อนาที	ลดEnergyWhต่อนาที
B208	Tran 24000BTU.	Trane	30,000	17.77	29.272	28.137	-1.135
		Carrier	30,000	22.50		22.222	-7.050
B414	Saijo Denki 30400BTU.	Trane	30,000	17.77	33.397	28.137	-5.260
		Carrier	30,000	22.50		22.222	-11.175
B411	Saijo Denki 25259 BTU.	Trane	19,200	17.30	29.132	18.497	-10.635
		Carrier	20,400	16.50		20.606	-8.526
B415	Tran 46000BTU.	Trane	37000	17.50	40.245	35.238	-5.007
		Carrier	36,000	20.88		28.736	-11.509
B218	Tran 24000BTU.	Trane	18200	19.88	30.748	15.258	-15.490
		Carrier	18000	22.5		13.333	-17.415

## การคำนวณแบบที่ 2

การคำนวณค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

$$\text{ค่าไฟฟ้าตัวเดิม} = \left( \frac{\text{กำลัง}}{1000} \right) \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าใหม่} &= \frac{\text{ขนาด BTU}}{\text{SEER} \times 1000} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน(คอมเพรสเซอร์มีการตัด)} \\ &\quad \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \times \text{อัตราส่วนการทำงานของคอม} \\ &\quad \text{เพรสเซอร์ต่อ1ชั่วโมง} \end{aligned} \quad (4.6)$$

ตัวอย่าง การคำนวณแบบที่ 2

กำหนดให้

ค่าใช้จ่ายถ้าใช้เครื่องเก่า = ค่าไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายเมื่อปรับเปลี่ยน = (ค่าเครื่องปรับอากาศใหม่)+ค่าไฟฟ้า

ค่าอัตราค่าไฟฟ้านครหลวงเฉลี่ยต่อหน่วย = 3.85 บาทต่อหน่วย

ค่าอัตราส่วนเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยต่อชั่วโมงตามช่วงเวลา (A/Cใหม่)

= 0.211 (สำหรับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 4 ชั่วโมงหรือต่ำกว่าในช่วงเวลาเช้า)

= 0.221 (สำหรับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 4 ชั่วโมงหรือต่ำกว่าในช่วงเวลาบ่าย)

= 0.215 (สำหรับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 6 ถึง 8 ชั่วโมง ในช่วงเวลาเช้า-บ่าย)

โซน A

ห้อง A315/5

จากข้อมูลตารางที่ 4.8

จากสมการที่ (4.5) ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องเดิม

$$= (1935.63\text{W}/1000) \times 8\text{ชม.} \times 365\text{วัน} \times 3.85\text{บาท/หน่วย}$$

$$= 21760.35 \text{ บาท/ปี}$$

โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 เพื่อเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใกล้เคียงกับ BTU ที่เหมาะสมในตารางที่ 4.10

จากสมการที่ (4.6) ค่าใช้จ่ายเมื่อปรับเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
Trane = 21200บาท + ค่าไฟฟ้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\begin{aligned} \text{Trane} &= [(19,200/17.30)/1000] \times 8 \text{ชม.} \times 365 \text{วัน} \times 3.85 \text{บาท/หน่วย} \times 0.215 \\ &= 2682.48 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\text{Trane} = 21200 \text{บาท} + 22682.48 \text{บาท/ปี}$$

$$\text{การประหยัดค่าไฟฟ้า} = 21760.35 - 2682.48 = 19077.87 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ระยะเวลาที่จะคุ้มต้นทุนโดยประมาณ} = 21200/19077.87 = 1.11 \text{ ปี}$$

$$\text{Carrier} = 20400 + \text{ค่าไฟฟ้า}$$

$$\begin{aligned} \text{Carrier} &= [(20,400/16.50)/1000] \times 8 \times 365 \text{วัน} \times 3.85 \times 0.215 \\ &= 2988.33 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\text{Carrier} = 20400 + 2988.33 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{การประหยัดค่าไฟฟ้า} = 21760.35 - 2988.33 = 18772.02 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ระยะเวลาที่จะคุ้มต้นทุนโดยประมาณ} = 20400/18772.02 = 1.09 \text{ ปี}$$

ในการคำนวณ กรณีเป็นห้องที่ไม่ได้ใช้งาน ทางผู้จัดทำได้สมมติชั่วโมงการใช้งานเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวันตลอดทั้งปี เพื่อแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้งานของห้องจะมีค่าใช้จ่ายสูงสุดเท่าใดต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.12 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเช้า

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้ งานA/C	การทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปีถ้ายัง ใช้ เครื่องปรับอากาศ เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปีของ เครื่องปรับอากาศ ใหม่	ประหยัด ค่าไฟฟ้า บาท/ปี	ระยะเวลา ที่ใช้คืนทุน
D227	Trane	19200	17.30	4	0.84	10492.21	21200	1316.29	9175.92	2.31
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	9025.85	2.26
A206	Trane	19200	17.30	4	0.84	10053.84	21200	1316.29	8737.55	2.43
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	8587.47	2.38
C211 1	Trane	19200	17.30	4	0.84	10795.15	21200	1316.29	9478.86	2.24
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	9328.78	2.19
C211 2	Trane	19200	17.30	4	0.84	10613.75	21200	1316.29	9297.46	2.28
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	9147.39	2.23

ตารางที่ 4.12(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเช้า

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การทำงานคอมเพลกซ์เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปีถ้ายังใช้ A/C เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปีของ A/C ใหม่	ประหยัดค่าไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่ใช้คืนทุน
C210 1	Trane	19200	17.30	4	0.84	10846.96	21200	1316.29	9530.67	2.22
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	9380.60	2.17
C210 2	Trane	19200	17.30	4	0.84	9502.62	21200	1316.29	8186.33	2.59
	Carrier	20400	16.50	4	0.84		20400	1466.37	8036.25	2.54
C308/12 2	Trane	25200	19.40	4	0.84	9652.51	29400	1540.62	8111.89	3.62
	Carrier	25200	20.00	4	0.84		27500	1494.40	8158.11	3.37
C308/12 1	Trane	25200	19.40	4	0.84	12195.75	29400	1540.62	10655.14	2.76
	Carrier	25200	20.00	4	0.84		27500	1494.40	10701.35	2.57

ตารางที่ 4.12(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเช้า

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การ ทำงาน คอมเพลส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายังใช้A/C เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ ปี	ระยะเวลาที่ ใช้คืนทุน
C308/11	Trane	25200	19.40	4	0.84	12045.39	29400	1540.62	10504.78	2.80
	Carrier	25200	20.00	4	0.84		27500	1494.40	10551.00	2.61
C204 1	Trane	24100	18.19	4	0.84	10591.67	24900	1571.38	9020.29	2.76
	Carrier	24200	18.50	4	0.84		29500	1551.46	9040.21	3.26
C204 2	Trane	24100	18.19	4	0.84	9649.681	24900	1571.38	8078.30	3.08
	Carrier	24200	18.50	4	0.84		29500	1551.46	8098.22	3.64
B314/1	Trane	24100	18.19	4	0.84	14441.11	24900	1571.38	12869.73	1.93
	Carrier	24200	18.50	4	0.84		29500	1551.46	12889.65	2.29

ตารางที่ 4.12(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเช้า

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้ งานA/C	การทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปีถ้า ยังใช้A/Cเดิม	ค่า เครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปี ของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลา ที่ใช้คืนทุน
B314	Trane	24100	18.19	4	0.84	16160.50	24900	1571.38	14589.13	1.71
	Carrier	24200	18.50	4	0.84		29500	1551.46	14609.05	2.02
B208	Trane	30000	17.77	4	0.84	9872.43	38600	2002.30	7870.13	4.90
	Carrier	30000	22.50	4	0.84		36900	1581.37	8291.06	4.45
B414	Trane	30000	17.77	4	0.84	11263.50	38600	2002.30	9261.19	4.17
	Carrier	30000	22.50	4	0.84		36900	1581.37	9682.12	3.81
B415	Trane	37000	17.50	4	0.84	13572.91	41500	2507.61	11065.30	3.75
	Carrier	36000	20.88	4	0.84		40400	2044.88	11528.03	3.50
B218	Trane	18200	19.88	2	0.42	5185.02	17400	542.90	4642.12	3.75
	Carrier	18000	22.50	2	0.42		21900	474.41	4710.61	4.65

ตารางที่ 4.13 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาบ่าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้ งานA/C	การ ทำงาน คอม เพลส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปีถ้า ยังใช้A/Cเดิม	ค่า เครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปี ของA/Cใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลา ที่ใช้คืนทุน
D227	Trane	19200	17.30	4	0.88	10492.21	21200	1378.67	9113.54	2.33
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	8956.35	2.28
A206	Trane	19200	17.30	4	0.88	10053.84	21200	1378.67	8675.17	2.44
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	8517.98	2.39
C211 1	Trane	19200	17.30	4	0.88	10795.15	21200	1378.67	9416.48	2.25
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	9259.29	2.20
C211 2	Trane	19200	17.30	4	0.88	10613.75	21200	1378.67	9235.08	2.30
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	9077.89	2.25

ตารางที่ 4.13(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาบ่าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งานงานA/C	การทำงานคอมเพรสเซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายังใช้A/Cเดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปี ของA/Cใหม่	ประหยัดค่าไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่ใช้คืนทุน
C210 1	Trane	19200	17.30	4	0.88	10846.96	21200	1378.67	9468.29	2.24
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	9311.10	2.19
C210 2	Trane	19200	17.30	4	0.88	9502.62	21200	1378.67	8123.95	2.61
	Carrier	20400	16.50	4	0.88		20400	1535.86	7966.76	2.56
C308/12 2	Trane	25200	19.40	4	0.88	9652.50	29400	1613.63	8038.87	3.66
	Carrier	25200	20.00	4	0.88		27500	1565.22	8087.28	3.40
C308/12 1	Trane	25200	19.40	4	0.88	12195.75	29400	1613.63	10582.12	2.78
	Carrier	25200	20.00	4	0.88		27500	1565.22	10630.53	2.59

ตารางที่ 4.13(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาบ่าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้ งานA/C	การทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ ปีถ้ายัง ใช้A/C เดิม	ค่า เครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่ใช้ คืนทุน
C308/11	Trane	25200	19.40	4	0.88	12045.39	29400	1613.63	10431.76	2.82
	Carrier	25200	20.00	4	0.88		27500	1565.22	10480.17	2.62
C204 1	Trane	24100	18.19	4	0.88	10591.67	24900	1645.85	8945.82	2.78
	Carrier	24200	18.50	4	0.88		29500	1624.99	8966.68	3.29
C204 2	Trane	24100	18.19	4	0.88	9649.68	24900	1645.85	8003.83	3.11
	Carrier	24200	18.50	4	0.88		29500	1624.99	8024.70	3.68
B314/1	Trane	24100	18.19	4	0.88	14441.11	24900	1645.85	12795.26	1.95
	Carrier	24200	18.50	4	0.88		29500	1624.99	12816.12	2.30

ตารางที่ 4.13(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาบ่าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้ งานA/C	การ ทำงาน คอมเพลส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายัง ใช้A/Cเดิม	ค่า เครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่ใช้ คืนทุน
B314	Trane	24100	18.19	4	0.88	16160.50	24900	1645.85	14514.65	1.72
	Carrier	24200	18.50	4	0.88		29500	1624.99	14535.52	2.03
B208	Trane	30000	17.77	4	0.88	9872.43	38600	2097.20	7775.24	4.96
	Carrier	30000	22.50	4	0.88		36900	1656.32	8216.11	4.49
B414	Trane	30000	17.77	4	0.88	11263.50	38600	2097.20	9166.30	4.21
	Carrier	30000	22.50	4	0.88		36900	1656.32	9607.17	3.84
B415	Trane	37000	17.50	4	0.88	13572.91	41500	2626.45	10946.46	3.79
	Carrier	36000	20.88	4	0.88		40400	2141.79	11431.11	3.53
B218	Trane	18200	19.88	2	0.44	5185.02	17400	568.63	4616.39	3.77
	Carrier	18000	22.50	2	0.44		21900	496.90	4688.13	4.67

ตารางที่ 4.14 ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเข้าถึง پای

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การ ทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายังใช้A/C เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ ปี	ระยะเวลาที่ ใช้คืนทุน
A315/5	Trane	19200	17.30	8	1.72	21760.34	21200	2682.48	19077.86	1.11
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	18772.02	1.09
A223	Trane	19200	17.30	8	1.72	11335.37	21200	2682.48	8652.88	2.45
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	8347.04	2.44
A315/1	Trane	19200	17.30	8	1.72	18237.77	21200	2682.48	15555.28	1.36
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	15249.44	1.34
A224	Trane	19200	17.30	8	1.72	16692.15	21200	2682.48	14009.67	1.51
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	13703.83	1.49

ตารางที่ 4.14(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาต้นทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเข้าถึงบ้าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การ ทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายังใช้A/C เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ ปี	ระยะเวลาที่ ใช้คืนทุน
A224/1	Trane	19200	17.30	8	1.72	15627.55	21200	2682.48	12945.07	1.64
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	12639.22	1.61
A319	Trane	19200	17.30	8	1.72	9793.93	21200	2682.48	7111.45	2.98
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	6805.60	3.00
A319/2	Trane	19200	17.30	8	1.72	10417.03	21200	2682.48	7734.55	2.74
	Carrier	20400	16.50	8	1.72		20400	2988.33	7428.70	2.75
A206/2	Trane	19200	17.30	24	5.16	84339.90	21200	8047.45	76292.45	0.28
	Carrier	20400	16.50	24	5.16		20400	8964.98	75374.91	0.27

ตารางที่ 4.14(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเข้าถึงบ้าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การทำงาน คอมเพลส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายังใช้A/C เดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ปี ของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่ ใช้คืนทุน
C106	Trane	25200	19.40	6	1.29	18134.92	29400	2354.74	15780.18	1.86
	Carrier	25200	20.00	6	1.29		27500	2284.09	15850.82	1.73
C206	Trane	24100	18.19	8	1.72	0.00	24900	3202.33	-3202.33	0.00
	Carrier	24200	18.50	8	1.72		29500	3161.74	-3161.74	0.00
B321	Trane	18200	18.49	6	1.29	15893.37	17400	1784.34	14109.03	1.23
	Carrier	18000	22.50	6	1.29		21900	1450.22	14443.16	1.52
B329 1	Trane	12600	19.30	6	1.29	8796.24	11000	1183.47	7612.77	1.44
	Carrier	12200	19.40	6	1.29		13200	1139.99	7656.25	1.72

ตารางที่ 4.14(ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงเวลาเข้าถึงบ้าย

Name	เลือกแอร์	BTU A/C	SEER	การใช้งาน A/C	การ ทำงาน คอมเพรส เซอร์	ค่าไฟฟ้า/ปี ถ้ายัง ใช้A/Cเดิม	ค่าเครื่องปรับอากาศ (Bath)	ค่าไฟฟ้า/ ปีของA/C ใหม่	ประหยัดค่า ไฟฟ้าบาท/ ปี	ระยะเวลาที่ ใช้คืนทุน
B329 2	Trane	12600	19.30	6	1.29	8293.09	11000	1183.47	7109.62	1.55
	Carrier	12200	19.40	6	1.29		13200	1139.99	7153.10	1.85
B320 1	Trane	9400	19.00	8	1.72	0.00	8900	1195.79	-1195.79	0.00
	Carrier	8500	16.45	8	1.72		8900	1248.92	-1248.92	0.00
B320 2	Trane	9400	19.00	8	1.72	0.00	8900	1195.79	-1195.79	0.00
	Carrier	8500	16.45	8	1.72		8900	1248.92	-1248.92	0.00
B411	Trane	19200	17.30	6	1.29	14737.49	21200	2011.86	12725.63	1.67
	Carrier	20400	16.50	6	1.29		20400	2241.25	12496.25	1.63

ซึ่งเราสามารถดูการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละชั้นแต่ละโซนย้อนหลังได้จากเครื่อง Smart Meter ที่ติดตั้งไว้ภายในอาคารเจ้าคุณทหาร เปรียบเทียบช่วงเวลากับค่าพลังงานเฉลี่ยเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่สรุปข้อมูลเอาไว้ข้างต้น

มิถุนายน 2564

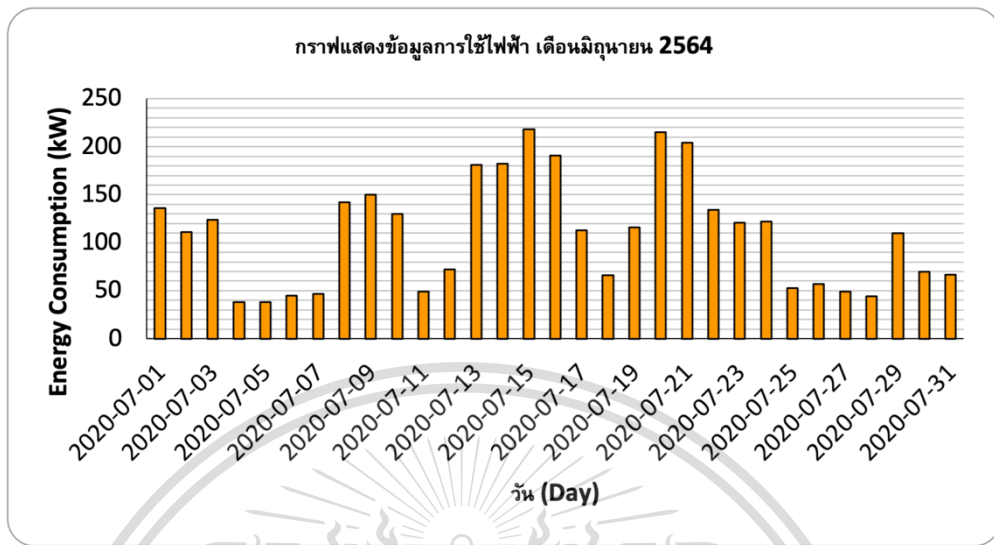
Name	Date	Energy Consumption	quality code
C1 Air-con	2020-07-01	136	normal
C1 Air-con	2020-07-02	111	normal
C1 Air-con	2020-07-03	124	normal
C1 Air-con	2020-07-04	38	normal
C1 Air-con	2020-07-05	38	normal
C1 Air-con	2020-07-06	45	normal
C1 Air-con	2020-07-07	47	normal
C1 Air-con	2020-07-08	142	normal
C1 Air-con	2020-07-09	150	normal
C1 Air-con	2020-07-10	130	normal
C1 Air-con	2020-07-11	49	normal
C1 Air-con	2020-07-12	72	normal
C1 Air-con	2020-07-13	181	normal
C1 Air-con	2020-07-14	182	normal
C1 Air-con	2020-07-15	218	normal
C1 Air-con	2020-07-16	191	normal
C1 Air-con	2020-07-17	113	normal
C1 Air-con	2020-07-18	66	normal
C1 Air-con	2020-07-19	116	normal
C1 Air-con	2020-07-20	215	normal
C1 Air-con	2020-07-21	204	normal
C1 Air-con	2020-07-22	134	normal
C1 Air-con	2020-07-23	121	normal
C1 Air-con	2020-07-24	122	normal
C1 Air-con	2020-07-25	53	normal
C1 Air-con	2020-07-26	57	normal
C1 Air-con	2020-07-27	49	normal
C1 Air-con	2020-07-28	44	normal
C1 Air-con	2020-07-29	110	normal
C1 Air-con	2020-07-30	70	normal
C1 Air-con	2020-07-31	67	normal
Summery		3395	

รูปที่ 4.18 ค่าพลังงานตารางจาก Smart meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงค่าพลังงานของตัว Smart meter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการตรวจสอบปริมาณพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของทั้งอาคาร ส่วนที่ส่งผลกระทบต่อการสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ ส่วนของเครื่องปรับอากาศ โดยคิดเป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้า 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นการทดลองจึงมุ่งเน้นไปที่การแก้ไขพลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศ โดยจะทำการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเก่าและพลังงานไฟฟ้าใหม่ ที่มีการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ จากนั้นนำค่าที่ได้ ซึ่งนำมาคำนวณต่อหาค่าพลังงานที่ลดลงภายในโดยรวมของอาคาร ซึ่งรวมทั้งในส่วนเครื่องปรับอากาศใหม่ที่นำมาแทนที่ คิดเป็นค่าความคุ้มในการติดตั้งออกมาในรูปแบบของค่าไฟฟ้า

##### 5.1.1 สรุปผลวิเคราะห์ของการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจอาคาร, วัดค่าพารามิเตอร์ เพื่อคำนวณค่า EER จากเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากค่า EER สามารถบอกประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศเป็นอันดับแรก ในการตัดสินใจตามมาตรฐานฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ซึ่งค่า EER ที่น้อย บ่งบอกถึงความเสื่อมสภาพและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศหรืออากาศภายในห้องไม่เย็น ความชื้นไม่ได้ดีเท่าที่ควรหรือใช้เวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์เพื่อให้ภายในห้องมีอุณหภูมิตามที่ต้องการนานมากขึ้น การดูค่า EER เป็นประการแรกในการตัดสินใจว่าเครื่องปรับอากาศตัวไหนที่มีประสิทธิภาพอยู่หรือไม่มีประสิทธิภาพแล้ว

โดยจะพบว่าจากเครื่องปรับอากาศจำนวน 33 เครื่อง ซึ่งอยู่ในมาตรฐานเบอร์ 5 หรือมากกว่าคือเครื่องปรับอากาศห้อง D227, C308/11, C204 2 และ B314 จำนวน 4 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 12.12 ของทั้งหมด เบอร์ 4 คือเครื่องปรับอากาศห้อง C211 2, C210 1, C308/12 1 และ B218 จำนวน 4 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 12.12 ของทั้งหมด เบอร์ 3 คือเครื่องปรับอากาศห้อง C211 1, C308/12 2, C204 1, C106, B321 และ B314/1 จำนวน 6 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 18.18 ของทั้งหมด และเครื่องปรับอากาศที่น้อยกว่าเบอร์ 3 คือห้อง A315/5, A223, A315/1, A224, A224/1, A319, A319/2, A206, A206/2, C210 2, C206, B329 1, B329 2, B320 1, B320 2, B208, B414, B411 และ B415 จำนวน 19 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 57.58 ของทั้งหมด

ทางคณะผู้จัดทำเสนอว่าเครื่องปรับอากาศที่ต่ำกว่ามาตรฐานฉลากเบอร์ 5 ควรปรับเปลี่ยน หากทางผู้รับผิดชอบโครงการไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ทั้งหมด เครื่องปรับอากาศที่ควรปรับเปลี่ยนมากที่สุด ได้แก่ เครื่องปรับอากาศที่น้อยกว่าเบอร์ 3, เครื่องปรับอากาศเบอร์ 3, เครื่องปรับอากาศ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เบอร์3, เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 ตามลำดับ และตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นการลดค่าใช้จ่ายเมื่อเครื่องปรับอากาศขนาดเท่ากันสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่ประสิทธิภาพตามฉลากประหยัดพลังงานเบอร์ต่าง ๆ ตามระดับที่กำหนด ต่างกันด้วยการคำนวณ ดังนี้

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศฉลากประหยัดพลังงานเบอร์5 ถึงเบอร์5 3ดาว ตามค่า SEER

Label Number5	0 star	1star	2star	3star	0star	1star	2star	3star
BTU	12000				30000			
SEER (BTU/ชั่วโมง)/Watt	12.85	13.85	14.85	15.85	12.85	13.85	14.85	15.85
BTU/EER=Watt/ชั่วโมง	933.85	866.43	808.08	757.10	2334.63	2166.06	2020.20	1892.74
หน่วย/ชั่วโมง=(Watt/ชั่วโมง)/1000	0.93	0.87	0.81	0.76	2.33	2.17	2.02	1.89
พลังงานต่อปี(ใช้8ชม./วัน)	2726.85	2529.96	2359.60	2210.73	6817.12	6324.91	5898.99	5526.81
ค่าไฟฟ้าต่อปี(อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย3.85)	10498.37	9740.36	9084.44	8511.29	26245.91	24350.90	22711.11	21278.23

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศหลากหลายประหยัดพลังงานเบอร์3 ถึงเบอร์5 ตามค่า EER

Label	No.3	No.4	No.5	No.3	No.4	No.5
BTU	12000			30000		
EER (BTU/ชั่วโมง)/Watt	10.60	11.00	11.60	9.60	10.60	11.00
BTU/EER=Watt/ชั่วโมง	1132.08	1090.91	1034.48	3125.00	2830.19	2727.27
หน่วย/ชั่วโมง=(Watt/ชั่วโมง)/1000	1.13	1.09	1.03	3.13	2.83	2.73
พลังงานต่อปี(ใช้8ชม./วัน)	3305.66	3185.45	3020.69	9125.00	8264.15	7963.64
ค่าไฟฟ้าต่อปี(อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย3.85)	12726.79	12264.00	11629.66	35131.25	31816.98	30660.00

### 5.1.2 สรุปด้านพลังงานของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

จากการทดสอบและการคำนวณในส่วนของพลังงานเครื่องปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำเครื่องปรับอากาศตัวเก่า และตัวที่จะติดตั้งใหม่นำมาเปรียบพลังงานต่อหน้าที่ โดยใช้เวลาคำนวณตามพฤติกรรมการใช้งานของห้องโดยเฉลี่ยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศนั้น ๆ ได้ผลลัพธ์คือเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ เมื่อปรับเปลี่ยนแล้วจะใช้พลังงานลดลงและมีกรณีใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากการเลือกตัดสินใจติดตั้งเครื่องใหม่ ไม่ได้มีค่าพลังงานต่อหน้าที่เพียงค่าเดียวที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงการประหยัดพลังงานแต่ยังมีค่า EER ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพราะค่า EER จากสมการมีค่าแปรผันตรงกับความเร็วและการถ่ายเทของอากาศภายในห้องและผลต่างของเอนทัลปี อีกทั้งค่ากำลังไฟฟ้ายังมีผลกับอัตราเร็วลมที่อยู่ในสมการ เช่น หากในสมการส่งผลให้กำลังไฟฟ้าลดลง ความเร็วการถ่ายเทของอากาศจะต่ำลง ( $CMM = 60 \times V \times A$ ) จะทำให้ใช้เวลานานมากขึ้นในการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะส่งผลให้ใช้พลังงานมากขึ้นเพราะ  $E = P \times t$  ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการทำงานจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการก็เป็นปัจจัยด้วยเช่นกัน แต่ด้วยสถานการณ์โควิด19 ทำให้ทางผู้จัดทำไม่สามารถเข้าไปในอาคารได้จึงไม่สามารถระบุเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้อย่างแน่นอน ด้วยเวลาที่จำกัดทางผู้จัดทำจึงแสดงการคำนวณในรูปแบบที่ใช้เวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่เท่ากันทั้งเครื่องปรับอากาศตัวเก่าและตัวที่ปรับเปลี่ยน

### 5.1.3 สรุปด้านค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

จากการทดสอบและการคำนวณในส่วนค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำเครื่องปรับอากาศตัวเก่า และตัวที่จะติดตั้งใหม่นำมาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย โดยใช้เวลาคำนวณตามพฤติกรรมการใช้งานของห้องโดยเฉลี่ยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศนั้น ๆ และคิดตามการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้ผลลัพธ์คือเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ เมื่อปรับเปลี่ยนแล้วจะลดค่าไฟฟ้าและสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาไม่นาน ตามข้อมูลในตาราง 4.12, 4.13, 4.14 ซึ่งการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็นและสามารถนำส่วนที่เหลือไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในด้านอื่น ๆ

ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอัตราส่วนเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์กับเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศตัวเก่าจะไม่เท่ากับ 1 แต่เนื่องด้วยปัญหาสถานการณ์โควิด 19 ทางผู้จัดทำจึงไม่สามารถเข้าไปภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ เพื่อทำการวัดค่าที่แน่นอนได้จึงเปรียบเทียบระยะเวลาคุ้มทุนเมื่ออัตราส่วนเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์กับเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเปลี่ยนแปลงจาก 0.1-1.0 การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตัวอย่างจากการคำนวณห้อง A315/5 ทำให้ทราบว่ากำลังไฟฟ้า = 1935.63 Watt, ขนาดBTU A/C ใหม่ = 19200 BTU/h, พฤติกรรมการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมง, ค่าไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแล้ว = 2682.48 บาท/ปีและระยะเวลาที่คืนทุน = 1.11 ปี

$$\text{ค่าไฟฟ้าตัวเดิม} = \left( \frac{\text{กำลัง}}{1000} \right) \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย}$$

แต่ในความเป็นจริง

$$\text{ค่าไฟฟ้าตัวเดิม} = \left( \frac{\text{กำลัง}}{1000} \right) \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย}$$

X อัตราส่วนการทำงานของคอมเพรสเซอร์กับการทำงานของA/C

จากการคำนวณแบบที่ 2 จะได้ผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการทำงานของคอมเพรสเซอร์กับการทำงานของA/C ดังนี้

**ตารางที่ 5.3** ระยะเวลาคืนทุนเมื่ออัตราส่วนเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์กับเวลาการใช้ของ A/C เปลี่ยนแปลง

Ratio	ค่าไฟฟ้า/ปีถ้ายังใช้เครื่องปรับอากาศเดิม	ประหยัดค่าไฟฟ้าบาท/ปี	ระยะเวลาที่คืนทุน
1.0	21760.35	19077.87	1.11
0.9	19584.32	16901.83	1.25
0.8	17408.28	17407.28	1.22
0.7	15232.25	12549.76	1.69
0.6	13056.21	10373.73	2.04
0.5	10880.18	8197.69	2.59
0.4	8704.14	6021.66	3.52
0.3	6528.11	6527.61	3.25
0.2	4352.07	1669.59	12.70
0.1	2176.04	-506.45	-41.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5.2 ข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบ

จากผลการศึกษาวิจัยทำให้ทราบถึงสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากที่สุด ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงดำเนินการและแก้ไข เพื่อเป็นการลดพลังงานที่สูญเสียและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตัวสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ขนาดห้องที่ไม่ตรงตามแบบแปลน ซึ่งในส่วนนี้ตัวแบบแปลนควรมีการตรวจเช็คทุกครั้งที่มีการต่อเติมตัวอาคาร
2. ปัจจัยทางสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการวัดอุณหภูมิ ดังนั้นควรใช้เวลาในการวัดอย่างน้อยหนึ่งปีเพื่อจะได้ครอบคลุมทุกสภาพอากาศ
3. ไม่สามารถเปิดบางห้องได้เพราะต้องได้รับอนุญาตจากทางสถาบัน ควรดำเนินการติดต่อและยื่นคำร้องก่อนหน้าเป็นเวลาหลายเดือน
4. ไม่ทราบถึงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุที่ก่อสร้างตัวอาคาร ปัญหาที่ต้องติดต่อทางสถาบัน ยื่นคำร้องขอทราบว่ามีบริษัทใดทำการก่อสร้างและติดต่อทำการขอข้อมูล
5. ไม่ทราบชนิดของสายไฟเพราะมีอายุการใช้งานมากหรือชำรุดบางจุดยากต่อการเข้าถึงและอันตรายมากเกินไปจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งต้องได้รับการอนุญาตให้ทำการดับไฟฟ้าทั้งอาคารเพื่อความปลอดภัยของคณะผู้จัดทำ
6. ปัญหาจากสถานการณ์โควิด-19ภายในประเทศใช้เวลานาน และกินเวลาในช่วงที่ผู้จัดทำเริ่มดำเนินการ

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

วิธีการคำนวณในโครงการนี้เป็นเพียง วิธีหนึ่งในการวัดค่าพลังงานในหลายๆวิธี โดยวิธีที่ทางคณะผู้จัดทำใช้ เป็นการคำนวณที่ตัวของเครื่องปรับอากาศคิดออกมาเป็นค่า EER (Energy Efficiency Ratio) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ มาตรฐานประหยัดไฟเบอร์ห้า ดังนั้นวิธีคำนวณได้แม่นยำแต่ใช้เวลาน่ากว่าอย่าง SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) ก็เป็นอีกทางเลือก นอกจากนี้ ยังการสามารถคำนวณพลังงานจาก ส่วนของแสงสว่าง และ ส่วนของเต้ารับเต้าเสียบ เป็นต้น

ทั้งนี้ เนื่องจากโครงการนี้เป็นการใช้พลังงานที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด พร้อมทั้งลดการสูญเสียพลังงานที่ไม่จำเป็นและลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นในอนาคตอาจจะมีการจำลองห้องทดลองเพื่อใช้ในการวัดค่าพลังงานแบบเรียลไทม์ เพื่อให้ค่าพลังงานคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเห็นการเปลี่ยนแปลงชัดที่สุด นี่ก็เป็นหนึ่งในแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Arora, C P. *Refrigeration and Air Conditioning*. Edited by Shuki Mukherjee. 3rd Edition ed. New Delhi: Tata MacGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [2] Dossat, Roy J. *Principles of Refrigeration*: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Rachapradit, Ninnart, Jutawat Suwannapob, and Naruepon Soiwan. "การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)* (2013): 17-23.
- [4] กัณติพัฒน์ ยาระฆัง, วรพจน์ เกตุมนตรี, and วีระศักดิ์ เต็ดแก้ว. "การศึกษาเชิงทดลองผลของความชื้นในห้องปรับอากาศต่อการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ." *ปริญญา นินพจน์/Thesis, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*, 2548. <http://161.246.37.23/view.aspx?ID=ileoiofm54iqm4y1fhy1caff>.
- [5] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. *ข้อกำหนดโครงการฉลากเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ*. 2560.
- [6] จันทรา ภาณุจุ่ม, ณรงค์ พิมยุววรรณ, and ประจักษ์ กิตติรุจิระกุล. "แบบจำลองการวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ." (2013).
- [7] ดร. มานพ แจ่มกระจ่าง. "ศึกษาทางเลือกการตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงาน a Study to Find the Optimum Air-Conditioner Temperature That Is Comfortable and Consuming Minimum Power." *วารสารศึกษาศาสตร์* 18, no. 1 (2006): 75-88.

[8] นวรัตน์ พิลาแดง and อภินันท์ อรุโสมถน. "ระบบฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." *UBU Engineering Journal* 14, no. 1 (2021): 129-37.

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [9] นินนาท ราชประดิษฐ์, จุฑาวัชร สุวรรณภพ, and นฤพล สร้อยวัน. "โครงการการศึกษาผลกระทบจากการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทย." มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2556.
- [10] ภาณุวัฒน์ ยังกลับ, สฤกษ์พงศ์ มังบุญมอบ, and สหชาติ พันธุ์วรรณ. "การวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ." ปริญญาโท/Thesis, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549. <http://161.246.37.23/view.aspx?ID=sdiksot9imcsg8hpfnz7faff>.
- [11] สำนักงานนโยบาย แผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. "เทคโนโลยี Hems / Bems / Fems." สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. Last modified 2018. Accessed. <https://thai-smartgrid.com/เกี่ยวกับสมาร์ทกริด/คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง/เทคโนโลยี-hems-bems-fems/>.
- [12] สำนักงานนโยบาย แผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. "ระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System)." Last modified 2018. Accessed. <https://thai-smartgrid.com/เกี่ยวกับสมาร์ทกริด/tech-basic-related-smartgrid/ems/>.
- [13] อมลวรรณ แสนนวล, ศุทธา ศรีเผด็จ, and ชรินทร์ ทิพย์ภาส, "การศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร กรณีศึกษา วัสดุไม้ประกอบพลาสติก." 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับ กิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการ พลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

### 2.1 อัตราปกติ

#### อัตรารายเดือน

แรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
2.1.1 12 - 24 กิโลวัตต์	3.9086	312.24
2.1.2 ต่ำกว่า 12 กิโลวัตต์		46.16
150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 - 150)	3.2484	
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	4.2218	
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	4.4217	

### 2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

#### อัตรารายเดือน

แรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	
2.2.1 12 - 24 กิโลวัตต์	5.1135	2.6037	312.24
2.2.2 ต่ำกว่า 12 กิโลวัตต์	5.7982	2.6369	46.16

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)

#### หมายเหตุ

- ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 นี้ หากในรอบเดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 อัตราข้อ 3.2 ประเภทที่ 4 อัตราข้อ 4.2 หรือประเภทที่ 5 อัตราข้อ 5.2 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 2 อีก ต่อเมื่อความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าว ลดลงต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน
- ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 2.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 2.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้า นครหลวง และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ก่อน หรือ ชำระค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ TOU เพิ่มขึ้นจาก ค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราข้อ 2.1 ตามเดิม อีกก็ได้
- ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
2. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ( $F_t$ ) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บ  $F_t$  ทุกเดือน โดยแยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้  $F_t$  ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุก ๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้  $F_t$  เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่นี้เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนพฤศจิกายน 2561 เป็นต้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



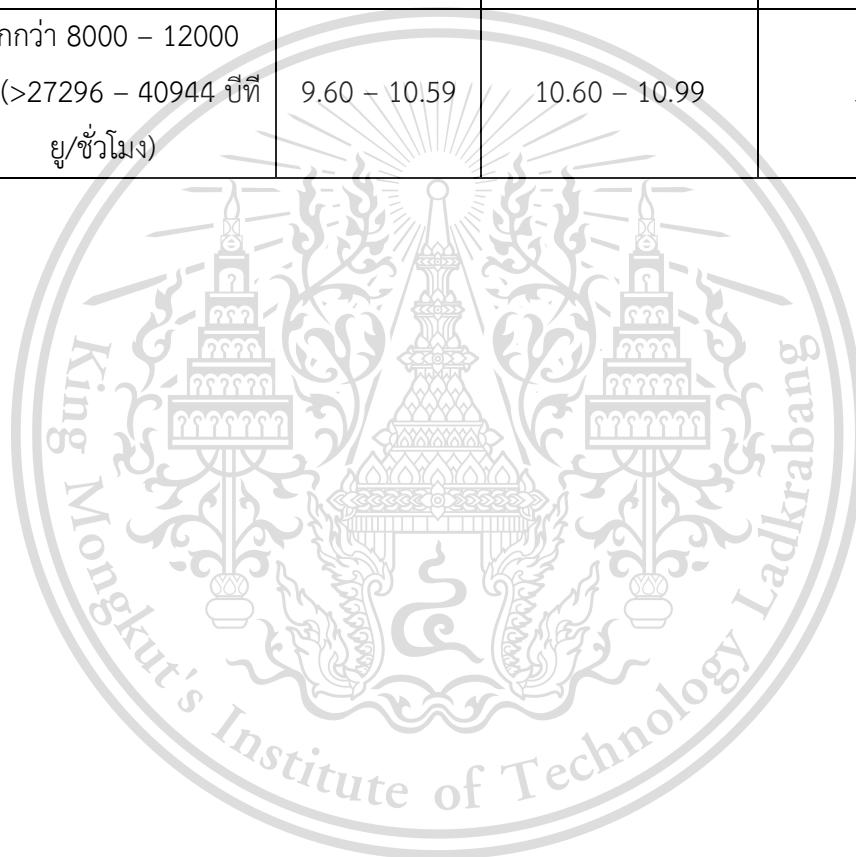
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ข.1 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ.2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8000 วัตต์ ( $\leq 27296$ บีทียู/ชั่วโมง)	10.60 - 10.99	11.00 - 11.59	$\geq 11.60$
มากกว่า 8000 - 12000 วัตต์ ( $> 27296 - 40944$ บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 - 10.59	10.60 - 10.99	$\geq 11.00$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ข.2 ตารางเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Trane และ Carrier

Model	Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier		
Indoor unit	MYWE09 GB5	42TEVGB010 703	MYWE12 GB5	42TVBA 013	MYWE18 GB5	42TVAB01 8-W	MCKE18 KB5	38TEVGB024 -703		
	Outdoor unit	TYKE09G B5	38TEVGB010 703	TYKE12G B5	38TVBA 013	TYKE18G B5	38TVAB01 8	TTKE18H B5	42TEVGB024 -703	
Electrical Data	Power supply	V/ph/ Hz	220-240/1/50							
Performance Data	Capacity	Btu/h	9,400	8,500	12,600	12,200	18200	18000	19,200	20,400
	SEER	Btu/h/ W	19.00	16.45	19.30	19.40	18.49	22.50	17.30	16.50
CFM	300	300	400	400	600	600	600	600	600	
ราคาเครื่อง (Bath)	8,900	8,900	11,000	13,200	17,400	21,900	21,200	20,400		

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ทางการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมีผู้ดัดแปลงเนื้อหาสาระของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

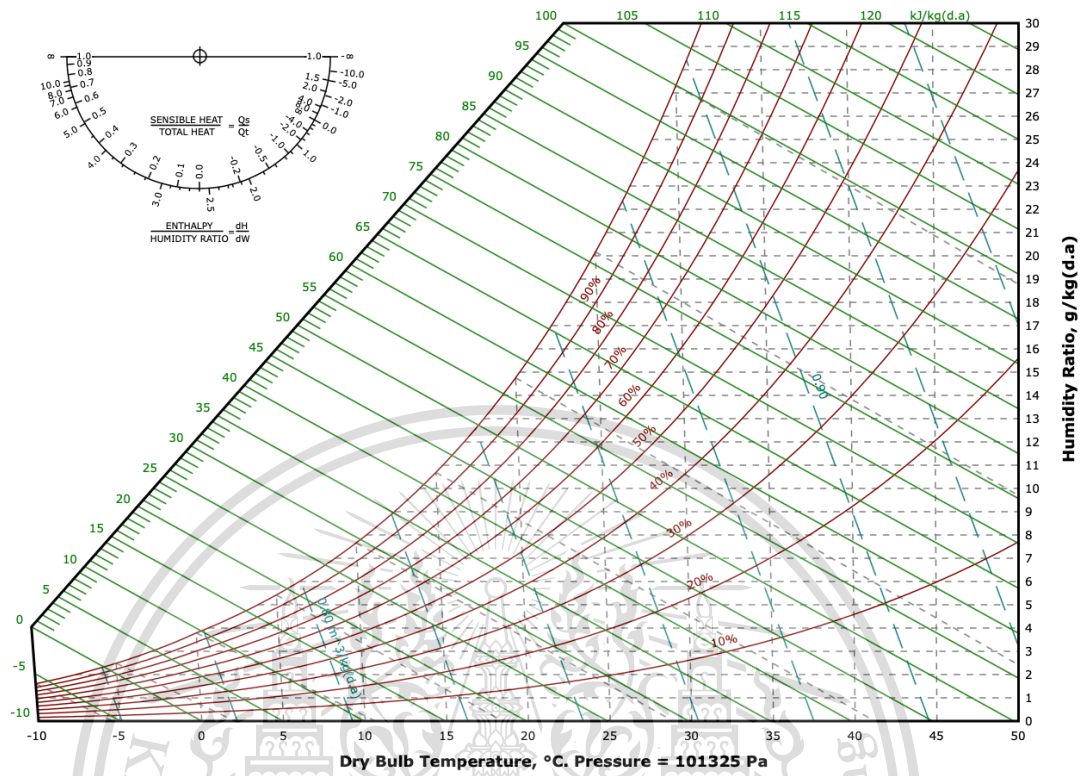
ตารางที่ ข.2 (ต่อ) ตารางเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Trane และ Carrier

Model		Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier	Trane	Carrier
Indoor unit		MWWE24GB	42TGV0241C	MYXA24SB	42TVAV028	MYXA30SB	42TVAB033	MCXA36HB	42TVAB036
		5	5	5	-B	5	-B	5	W
Outdoor unit		TYKE24GB5	38TGV0241A	TYKA24SB5	38TVAB028	TYKA30SB5	38TVAB033	TTKA36KB5	38TGV0361A
			1				-B		1
Electrical Data	Power supply								
	V/ph/Hz								
Performance Data	Capacity	24100	24200	25,200	25,200	30000	30000	37,000	36,000
	Btu/h								
SEER		18.19	18.50	19.40	20.00	17.77	22.50	19.88	20.88
	Btu/h/W								
CFM		800	800	800	800	1000	1000	1200	1200
	ราคาเครื่อง (Bath)	24,900	29,500	29,400	27,500	38,600	36,900	41,500	40,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขอสงวนสิทธิ์ไว้ และขอแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปภาพที่ ข.1 : แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การจัดการพลังงานในอาคารของอาคารเจ้าคุณทหารฯ  
BUILDING ENERGY MANAGEMENT OF CHAO KHUN THAHAN BUILDING

นายธีรวิทย์ บิตพิพัฒน์, นางสาวนันทน์ อรุณกมล, นายภักดิ์ ธีรนนท์, นายศุภกร ดอนชัย  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-mail: power@kmitl.ac.th

**บทคัดย่อ**

ปฏิญานพนธ์เล่มนี้ แสดงข้อมูลพลังงานและค่าใช้จ่ายเมื่อปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศภายในอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตรเริ่มจากการสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในอาคารแล้วทำการสุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศจำนวน 33 ตัว เพื่อทำการทดสอบหาความชื้น, อุณหภูมิ, กำลังไฟฟ้าเป็นต้น เพื่อคำนวณ Energy Efficiency Ratio (EER) แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เพื่อให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องยังมีประสิทธิภาพมากเพียงพตรงตามมาตรฐานในการใช้งานหรือไม่ แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของปฏิญานพนธ์เล่มนี้ต้องการรวบรวมข้อมูลให้แก่ทางสถาบันฯ ด้วย เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นดังนั้นทางผู้จัดทำจึงแสดงผลการทดสอบเป็นค่าพลังงานและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ โดยคำนวณหาขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละห้องและได้เลือกยี่ห้อเครื่องปรับอากาศใหม่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใหม่จำนวน 2 ยี่ห้อที่มีเครื่องปรับอากาศหลากหลายขนาดได้แก่ Trane และ Carrier เมื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทางคณะผู้จัดทำจะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมให้แก่ทางสถาบันฯ เพื่อนำข้อมูลในปฏิญานพนธ์นี้ไปใช้ต่อยอดในการพัฒนาในด้านการใช้พลังงานของอาคารเจ้าคุณทหารฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตรต่อไป

**ABSTRACT**

This thesis presents comparison of cost before and after replacing the air conditioners inside Chao Khun Thahan building. To study performance of existing air conditioners, first the 33 air conditioners were tested for Energy Efficiency Ratio (EER) by measure humidity temperature, active power etc. which is compared with a table of the label standard No. 5 to get whether each air conditioner is still efficient enough to the standard. However, the purpose of this thesis is researched information for the institute in order to reduce the usage of electrical energy and reduce unnecessary

expenses, therefore, the author has shown the results of the test as energy and cost incurred to replace the new air conditioner. By calculating the capacity of the air conditioner that is most suitable for each room. Two brands were selected for new installations with various sizes of air conditioners, namely Trane and Carrier. Once analyzing and concluding the test results are completed. The author will present an alternative suitable solution to the institute. To use the information in this thesis to further develop the energy use of Chao Khun Thahan building

**1. บทนำ**

ปัจจุบัน อาคารพาณิชย์ภายในประเทศไทยมีการใช้พลังงานต่าง ๆ ในอาคาร อาทิเช่น ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้ถูกใช้ในเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวัน ซึ่งผู้ใช้งานมีความต้องการที่จะใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในวัตถุประสงค์ที่ผู้ใช้งานที่แตกต่างกันไปตามการใช้งาน แต่ผู้ใช้อาจไม่ทราบถึง “ระบบบริหารจัดการพลังงาน” ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำให้ผู้ใช้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะรวมถึงการลดใช้และการใช้น้อยที่สุด เทาที่จะไม่ทำให้ความสามารถในการทำงานในอาคารต้องเสียหายลง หรือก่อให้เกิดผลเสียทางสุขภาพใด ๆ กับผู้ใช้ภายใน

ระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System : EMS) ความหมายของระบบบริหารจัดการพลังงานมีหลากหลายบริบท ในที่นี้กล่าวถึงบริบทของระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น หมายถึงการผลิตพลังงาน การส่งจ่ายพลังงาน และการใช้พลังงาน โดยการควบคุมผ่านระบบอัตโนมัติเพื่อให้เป็นไปอย่างเหมาะสมในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งระบบบริหารจัดการพลังงานในด้านของผู้ใช้งานทางด้านไฟฟ้า มี 3 ประเภท ได้แก่ ระบบบริหารจัดการพลังงานในบ้านเรือน (Home Energy Management System : HEMS) ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management : BEMS) และระบบบริหารจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Energy Management : FEMS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โครงการวิจัยอยู่ภายในขอบเขต ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร(BEMS) โดยสำรวจและทดสอบระบบปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศของอาคารเจ้าคุณทหาร ๓ ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากว่า โดยทั่วไปแล้ว อาคารพาณิชย์ในประเทศไทยมักใช้พลังงานส่วนมากไปกับระบบปรับอากาศ

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1. ระบบของเครื่องปรับอากาศ

ระบบเครื่องปรับอากาศที่คนส่วนใหญ่ใช้ทั่วไปนั้นมีอยู่ 2 ประเภท นั่นคือระบบ fixed speed และ inverter

1. ระบบธรรมดา (Fixed speed) การทำงานของระบบนี้ ตัวของคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศจะทำงานจนถึงอุณหภูมิที่เราตั้งไว้และจะหยุดการทำงาน แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการการทำงานขึ้นใหม่อีกรอบหนึ่ง ซึ่งอาจจะเกิดกระแสไฟฟ้ากระชากได้ โดยข้อดีของระบบนี้จะอยู่ที่อุปกรณ์ถูก และ ง่ายต่อการติดตั้ง แต่ข้อเสียก็คือไฟกระชากที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

2. ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) การทำงานของระบบนี้ ตัวของคอมเพรสเซอร์จะทำงานจนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้แต่จะไม่มีการหยุดการทำงาน ดังนั้นเมื่อเราเปิดเป็นเวลานาน ๆ จึงจะสามารถช่วยประหยัดไฟเพิ่มขึ้นได้ เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้ากระชาก ข้อดีของระบบนี้คือ ประหยัดพลังงาน แต่ข้อเสียคือ ค่าอุปกรณ์การติดตั้งซ่อมแซมที่แพงมากขึ้น

### 2.2. ฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้า

ฉลากประหยัดไฟ คือ ฉลากที่มีไว้บอกค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ทางคณะผู้จัดทำได้วิเคราะห์ข้อมูลของฉลากประหยัดไฟเบอร์ห้าของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งรายละเอียดของฉลากประหยัดไฟ มีดังนี้

1. ตัวเลขบอกประสิทธิภาพการประหยัดไฟ
2. ระบุของรุ่นสินค้า
3. ระบุหน่วยงานที่ดูแล
4. ระบุประเภท
5. ค่า EER/SEER
6. ค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี

แต่ในวันที่ 1 มกราคม 2562 ได้มีการปรับเปลี่ยนฉลากไฟเบอร์ห้าแบบใหม่ โดยจะมีการแบ่งระดับประสิทธิภาพได้ 4 ระดับ นั่นคือ เบอร์ห้า เบอร์ห้าหนึ่งดาว เบอร์ห้าสองดาวและเบอร์ห้าสามดาว ซึ่งในแต่ละระดับสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5-10%



รูปที่ 1 ข้อแตกต่างระหว่างฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 รูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่



รูปที่ 2 ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 รูปแบบใหม่

### 2.3. มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศและมาตรฐานการทดสอบของเครื่องปรับอากาศ

#### 1. มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องไฟฟ้าทุกชนิดต้องมีการตรวจสอบรับรองผ่านการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (EGAT) โดยต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) โดยสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.)จะเป็นหน่วยงานทดสอบค่าประสิทธิภาพเพื่อติดฉลากไฟเบอร์ห้า

- มอก.2134-2545 (มาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ)
- มอก.1155-2536 (มาตรฐานที่ว่าด้วยความปลอดภัยในการใช้เครื่องปรับอากาศ)
- มอก.812-2545 (มาตรฐานที่ว่าด้วยการนำเข้าและผลิตคอมเพรสเซอร์)

#### 2. มาตรฐานการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเบอร์ห้า ต้องผ่านการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาล ตามมาตรฐานดังนี้

- มอก. 2710-2558 เครื่องปรับอากาศและปั๊มความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ISO 5151: 2010 Non - ducted air conditioners and heat pumps - Testing and rating for performance

- มอก. 2714 เล่ม 1-2558 เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและปั๊มความร้อนแบบอากาศสู่อากาศ

- ISO 16358-1:2013 Air-cooled air conditioners and air-to-air heat pumps 5

ข้อกำหนดโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3 สัญลักษณ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.4. การทดสอบเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟเบอร์ห้า เครื่องปรับอากาศมีการทดสอบอยู่สองระบบ 2 ระบบ

1. แบบธรรมดา ใช้การทดสอบแบบ EER (Energy Efficiency Ratio) คือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโดยที่ให้อุณหภูมิภายนอกมีค่าคงที่

2. แบบอินเวอร์เตอร์ ใช้การทดสอบแบบ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) คือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาลของเครื่องปรับอากาศ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโดยที่อุณหภูมิมีค่าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

หมายเหตุ : ยิ่งค่า EER และ SEER มีมากจะยิ่งประหยัดไฟ

$$EER = \frac{\text{ขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ} \left( \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right)}{\text{จำนวนกำลังไฟที่เครื่องใช้} (w)}$$

$$SEER = \frac{\text{ขีดความสามารถทำความเย็นรวมทั้งหมด} \left( \frac{\text{kBtu}}{\text{hr}} \right)}{\text{พลังงานที่ใช้ทั้งหมด} (kw)}$$

โครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ที่กำหนดให้ทดสอบที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่ 27°CDB/19°CWB และอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนซิ่งที่ 35°CDB/ 24°CWB และ SEER ใช้ได้ทั่วไปและอินเวอร์เตอร์แต่อินเวอร์เตอร์ไม่สามารถคำนวณแบบ EER ได้

### 3. การออกแบบทดสอบ

3.1. การทดสอบประสิทธิภาพของแอร์แบบ Energy Efficiency Ratio (EER)

1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ

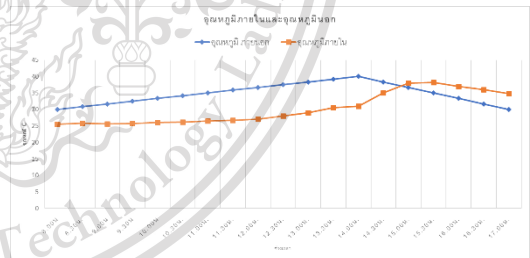
- มอก. 1155-2557 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน (การทดสอบ)

- มอก. 2134-2553 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง: ประสิทธิภาพพลังงาน

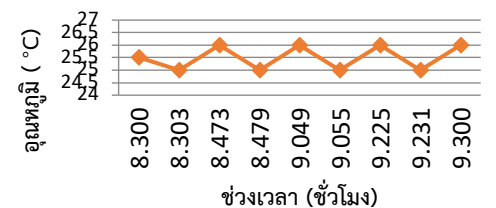
3.2 การจำลองเพื่อหาเวลาการทำคอมเพลสเซอร์อย่าง

ง่าย

เมื่อมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศในช่วง 8.30 น. เวลาที่อุณหภูมิห้องภายนอกเท่ากับ 27.7°C และภายในเท่ากับ 25.5°C จนมีอุณหภูมิเท่ากับ 25°C ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งใช้เวลาในการทำงานของคอมเพลสเซอร์เครื่องปรับอากาศเท่ากับ 0.18 นาที จึงหยุดการทำงาน, เมื่อเวลาผ่านไป 10.2 นาที อุณหภูมิภายในห้องเพิ่มขึ้น 1°C หรือเท่ากับ 26°C คอมเพลสเซอร์จึงกลับมาทำงานอีกครั้งเป็นเวลา 0.36 นาที แล้วหยุดการทำงาน ซึ่งการทำงานของคอมเพลสเซอร์จะเป็นลักษณะนี้ไปจนกว่าจะปิดการใช้งานเครื่องปรับอากาศในช่วง 9.30 น.



รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในกับช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น.



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่คอมเพลสเซอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4. การทดสอบและผลการทดสอบ

##### 4.1. การทดสอบ

การทดลองกับเครื่องปรับอากาศเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ โดยเริ่มต้นจากเครื่องปรับอากาศที่สุ่มเลือกมาทั้งหมด 33 ตัว ตามการออกแบบนำมาหาขนาดพื้นที่ของช่องลมกลับของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ ค่าอุณหภูมิของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ ค่าความเร็วลมของช่องลมกลับ 3 จุด ทุก ๆ 10 นาที และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยรวมของตัวคอมเพรสเซอร์ ในช่วงเวลาที่ตัวเครื่องทำงานเต็มพิกัด เพื่อนำไปหาค่า EER (Energy Efficiency Ratio)

**ตารางที่ 1** ค่าการทดสอบตัวอย่างเครื่องปรับอากาศ และผลการคำนวณตัวอย่างจากสมการจากการจำลองการทดลองเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

พื้นที่ของ จ่ายลม กลับ(ม <sup>2</sup> )	ความเร็ว ลม(m/s)	CMM	เอนทัลปี		TR	กำลังไฟฟ้า (kW)	EER	
			จ่าย	กลับ				
เครื่อง ทดสอบ	0.2183	2.4	31.4352	40.213	52.325	2.1729	2.21	11.8

เมื่อได้ค่า EER (Energy EFFICIENCY RATIO) จากการคำนวณเหมือนดังตัวอย่างทดสอบ นำค่าไปเปรียบเทียบกับตารางเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

**ตารางที่ 2** ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ชนิด Fixed speed เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ.2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8000 วัตต์ (≤27296 บีทียู/ชั่วโมง)	10.60 – 10.99	11.00 – 11.59	≥11.60
มากกว่า 8000 – 12000 วัตต์ (>27296 – 40944 บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 – 10.59	10.60 – 10.99	≥11.00

##### 4.2 การคำนวณพลังงานและค่าใช้จ่าย

การคำนวณ จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ

แบบที่ 1 : การคำนวณค่าพลังงานของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

แบบที่ 2 : การคำนวณค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

แบบที่ 1 จะใช้การเปรียบเทียบพลังงาน จะแบ่งข้อมูลหลักๆด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด คือ ข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่ากับพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัว

ใหม่ โดยข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าจะได้รับการสำรวจและวัดค่า ในส่วนข้อมูลพลังงานเครื่องปรับอากาศตัวใหม่มาจากการสมมติว่าติดตั้งเครื่องปรับอากาศแทนที่ตัวเก่า หลังจากที่ได้ข้อมูลทั้งสองชุดแล้วจะนำข้อมูลทั้งสองมาหาผลต่าง ซึ่งค่าผลต่างพลังงานนั้นจะบ่งบอกถึงการใช้พลังงานที่ลดลง

แบบที่ 2 จะใช้การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเป็นหลัก จะแบ่งข้อมูลหลักๆด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด คือ ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศตัวเก่ากับเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ โดยข้อมูลพลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าจะได้รับการสำรวจและวัดค่าและสมมติชั่วโมงการใช้งาน ในส่วนข้อมูลเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ จะนำเครื่องปรับอากาศตัวใหม่ที่สมมติว่าติดตั้งแทนที่ตัวเก่า มาคิดค่าใช้จ่าย หลังจากที่ได้ข้อมูลทั้งสองชุดนี้แล้ว จะนำข้อมูลทั้งสองมาหาผลต่างของค่าใช้จ่ายเพื่อบ่งบอกการเพิ่มหรือลดของค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นการเทียบค่าใช้จ่ายต่อปี

#### 5. สรุป

จากการตรวจสอบปริมาณพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของทั้งอาคาร ส่วนที่ส่งผลกระทบต่อการสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ ส่วนของเครื่องปรับอากาศ โดยคิดเป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้า 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นการทดลองจึงมุ่งเน้นไปที่การแก้ไขพลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศ โดยจะทำการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเก่าและพลังงานไฟฟ้าใหม่ ที่มีการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ จากนั้นนำค่าที่ได้ ซึ่งนำมาคำนวณต่อหาค่าพลังงานที่ลดลงภายในโดยรวมของอาคาร ซึ่งรวมทั้งในส่วนของการปรับอากาศใหม่ที่นำมาแทนที่ คิดเป็นค่าความคุ้มค่าในการติดตั้งออกมาในรูปแบบของค่าไฟฟ้า

##### 5.1 สรุปผลวิเคราะห์ของการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจอาคาร, วัดค่าพารามิเตอร์ เพื่อคำนวณค่า EER จากเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากค่า EER สามารถบอกประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจตามมาตรฐานฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ซึ่งค่า EER ที่น้อย บ่งบอกถึงความเสื่อมสภาพและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศหรืออากาศภายในห้องไม่เย็น ความชื้นไม่ได้ดีเท่าที่ควรหรือใช้เวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์เพื่อให้ภายในห้องมีอุณหภูมิตามที่ต้องการนานมากขึ้น การดูค่า EER เป็นประการแรกในการตัดสินใจว่าเครื่องปรับอากาศตัวไหนที่มีประสิทธิภาพอยู่หรือว่าไม่มีประสิทธิภาพแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยและต้องอภัยล่วงหน้าขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไข

This material is reserved for educational use only; not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยจะพบว่าจากเครื่องปรับอากาศจำนวน 33 เครื่อง ซึ่งอยู่ในมาตรฐานเบอร์5 หรือมากกว่าจำนวน 4 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 12.12 เบอร์4 จำนวน 4 เครื่องคิดเป็นร้อยละ 12.12 เบอร์3

1 จำนวน 6 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 18.18 และเครื่องปรับอากาศที่น้อยกว่าเบอร์3 จำนวน19เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 57.58 ของทั้งหมด

และตารางที่ 3 แสดงให้เห็นการลดค่าใช้จ่ายเมื่อเครื่องปรับอากาศขนาดเท่ากันสภาพแวดล้อมเดียวกันแต่ประสิทธิภาพตามฉลากประหยัดพลังงานเบอร์ต่าง ๆ ตามระดับที่กำหนด ต่างกันด้วยการคำนวณ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศฉลากประหยัดพลังงานเบอร์5 ถึงเบอร์3 3ดาว ตามค่า SEER

Label Number5	0 star	1star	2star	3star	0star	1star	2star	3star
BTU	12000				30000			
SEER (BTU/ชั่วโมง/Watt)	12.85	13.8	14.8	15.8	12.85	13.85	14.85	15.85
BTU/EER=Watt/ชั่วโมง	933.8	866.5	808.08	757.10	2334.63	2166.06	2020.74	1892.74
หน่วย/ชั่วโมง=(Watt/ชั่วโมง)/1000	0.93	0.87	0.81	0.76	2.33	2.17	2.02	1.89
พลังงานต่อปี(ใช้ชม./วัน)	2726.85	2529.96	2359.60	2210.73	6817.12	6324.91	5898.99	5526.81
ค่าไฟฟ้าต่อปี(อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย3.85)	1049.837	9740.36	9084.44	8511.29	2624.591	2435.090	2271.111	2127.823

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อปีของเครื่องปรับอากาศฉลากประหยัดพลังงานเบอร์3 ถึงเบอร์5 ตามค่า EER

Label	No.3	No.4	No.5	No.3	No.4	No.5
BTU	12000			30000		
EER (BTU/ชั่วโมง/Watt)	10.60	11.00	11.60	9.60	10.60	11.00
BTU/EER=Watt/ชั่วโมง	1132.0	1090.9	1034.4	3125.0	2830.1	2727.2
หน่วย/ชั่วโมง=(Watt/ชั่วโมง)/1000	1.13	1.09	1.03	3.13	2.83	2.73
พลังงานต่อปี(ใช้ชม./วัน)	3305.6	3185.4	3020.6	9125.0	8264.1	7963.6
ค่าไฟฟ้าต่อปี(อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย3.85)	12726.79	12264.00	11629.66	35131.25	31816.98	30660.00

### 5.2 สรุปพลังงานของระบบเครื่องปรับอากาศ

จากการทดสอบและการคำนวณในส่วนของพลังงานเครื่องปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำเครื่องปรับอากาศตัวเก่า และตัวที่จะติดตั้งใหม่นำมาเปรียบพลังงานตอนที่ โดยใช้ เวลาตามพฤติกรรมการใช้งานของห้องโดยเฉลี่ยที่ติดตั้ง

เครื่องปรับอากาศนั้น ๆ ได้ผลลัพธ์คือเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ เมื่อปรับเปลี่ยนแล้วจะใช้พลังงานลดลงและมีกรณีใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากการเลือกตัดสินใจติดตั้งเครื่องใหม่ ไม่ได้มีค่าพลังงานต่อชั่วโมงเพียงค่าเดียวที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงการประหยัดพลังงานแต่ยังมีค่า EER ที่ใช้ในการตัดสินใจเพราะค่า EER จากสมการมีค่าแปรผันตรงกับความเร็วและการถ่ายเทของอากาศภายในห้องและผลต่างของเอนทัลปี อีกทั้งค่ากำลังไฟยังมีผลกับอัตราเร็วลมที่อยู่ในสมการ เช่น หากในสมการส่งผลให้กำลังไฟฟ้าลดลง ความเร็วการถ่ายเทของอากาศจะต่ำลง ( $CMM = 60 \times V \times A$ ) จะทำให้ใช้เวลานานมากขึ้นในการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะส่งผลให้ใช้พลังงานมากขึ้นเพราะ  $E = P \times t$  ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการทำงานจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการก็เป็นปัจจัยด้วยเช่นกัน

### 5.3 สรุปด้านค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

จากการทดสอบและการคำนวณในส่วนของค่าใช้จ่ายของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำเครื่องปรับอากาศตัวเก่า และตัวที่จะติดตั้งใหม่นำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่าย โดยใช้เวลาตามพฤติกรรมการใช้งานของห้องโดยเฉลี่ยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศนั้น ๆ และคิดตามการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้ผลลัพธ์คือเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ เมื่อปรับเปลี่ยนแล้วจะลดค่าไฟฟ้าและสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาไม่นาน ตามข้อมูลในตาราง 4.12, 4.13, 4.14 ซึ่งการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็นและสามารถนำส่วนที่เหลือไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในด้านอื่น ๆ

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Arora, C P. *Refrigeration and Air Conditioning*. Edited by Shuki Mukherjee. 3rd Edition ed. New Delhi: Tata MacGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [2] Dossat, Roy J. *Principles of Refrigeration*: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Rachapradit, Ninnart, Jutawat Suwannapob, and Naruepon Soivan. "การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)* (2013): 17-23.
- [4] กัณติพัฒน์ ยาระงัง, วรพจน์ เกตุมนตรี, and วีระศักดิ์ เต็ดแก้ว. "การศึกษาเชิงทดลองผลของความชื้นในห้องปรับอากาศต่อการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ." *ปริญญาานิพนธ์/Thesis, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง* ปี 2554 <http://161.246.37.23/view.aspx?ID=ileioifm54iqm4y1fny1caff>.
- [5] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ข้อกำหนดโครงการฉลากเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ. 2560.

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารทุกครั้ง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [6] จันทรา ภรณ์จุ้ยรัมย์, ณรงค์ พิมพ์วรรณ, and ประจักษ์ กิตติจิระกุล. "แบบจำลองการวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ." (2013).
- [7] ดร. มานพ แฉ่มกระจำจ. "ศึกษาทางเลือกการตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงาน a Study to Find the Optimum Air-Conditioner Temperature That Is Comfortable and Consuming Minimum Power." วารสารศึกษาศาสตร์ 18, no. 1 (2006): 75-88.
- [8] นวรัตน์ พิลาแดง and อภินันท์ อรุโสมภณ. "ระบบเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." *UBU Engineering Journal* 14, no. 1 (2021): 129-37.
- [9] นินนาท ราชประดิษฐ์, จุฑาวัชร สุวรรณภพ, and นฤพล สร้อยวัน. "โครงการการศึกษาผลกระทบจากการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทย." มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2556.
- [10] ภาณุวัฒน์ ยังกลับ, สฤตติพงษ์ มังบุญมอบ, and สหชาติ พันธุ์วรรณ. "การวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ." วิทยานิพนธ์/Thesis, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549. <http://161.246.37.23/view.aspx?ID=sdiksot9lmcsg8hpfnz7faff>
- [11] สำนักงานนโยบาย แผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. "เทคโนโลยี Hems / Bems / Fems." สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. Last modified 2018. Accessed: <https://thai-smartgrid.com/เกี่ยวกับสมาร์ตกริด/คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง/เทคโนโลยี-hems-bems-fems/>.
- [12] สำนักงานนโยบาย แผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. "ระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System)." Last modified 2018. Accessed: <https://thai-smartgrid.com/เกี่ยวกับสมาร์ตกริด/tech-basic-related-smartergrid/ems/>.
- [13] อมลวรรณ แสนนวล, ศุทธา ศรีเผด็จ, and ขนิษฐ ทิพย์โสภาส. "การศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร กรณีศึกษา วัสดุไม้ประกอบพลาสติก." 2559.

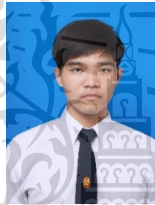
## ประวัติผู้เขียน



นายภัควัต ธีรนนท์  
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง



นายธีรวิทธิธิ์ ปิติพิพัฒน์  
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง



นายศุภกร ดอนชัย  
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง



นางสาวนันทนันท์ อรุณมกล  
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายภักด์ ธีรนนท์  
วัน เดือน ปีเกิด(พ.ศ.) 23 ตุลาคม 2541  
ที่อยู่ 1/91 ซ.คุ้มเกล้า 35 ถนนคุ้มเกล้า แขวงลำปลาทิว  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

### ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่วมเกล้า

ปีการศึกษา 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ชื่อ-นามสกุล นายธีรวิทย์ ปิติพิพัฒน์  
วัน เดือน ปีเกิด(พ.ศ.) 7 กุมภาพันธ์ 2542  
ที่อยู่ 174/49 หมู่ 10 หมู่บ้านแก้วประทีป ต.ดอนตะโก  
อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000

### ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี

ปีการศึกษา 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายศุภกร ดอนชัย  
วัน เดือน ปีเกิด(พ.ศ.) 1 เมษายน 2542  
ที่อยู่ 65 หมู่ 4 ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง  
เชียงราย จังหวัดเชียงราย

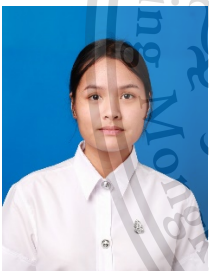
### ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม

ปีการศึกษา 2563

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ชื่อ-นามสกุล นางสาวนันทน์ อรุณกมล  
วัน เดือน ปีเกิด(พ.ศ.) 22 มิถุนายน 2541  
ที่อยู่ 1/49 ซอยศรีนคร ถนนพัฒนาการคูขวาง ตำบล  
คลัง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

### ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศ

ปีการศึกษา 2563

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.