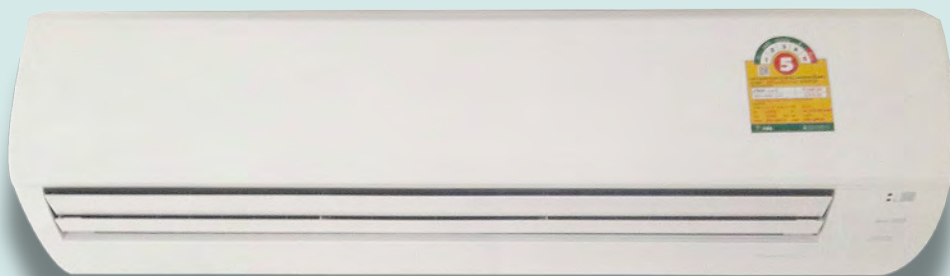


การวิเคราะห์ความคุ้มค่า

ของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

Worthiness analysis of
Split-type-Inverter Air-conditioners Replacement in
Faculty of Tropical Medicine,
Mahidol University



ก่อนเปลี่ยน			หลังเปลี่ยน			
ปี	ค่า EER	kW/Ton	ปี	ค่า EER	kW/Ton	% การประหยัด
10	7.60	1.53	1	11.60	1.03	35%
13	7.14	1.68	นายเสวก ชมมิ่ง นายสมศักดิ์ เละเพ็ง นายเทวิน ขาวสนิก		1.03	38%
14	6.81	1.76			1.06	41%
15	6.48	1.85			1.08	43%
16	6.15	1.95	5	10.93	1.10	45%
17	5.95	2.03	งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล		1.13	46%
18	5.75	2.09			1.16	46%
19	5.55	2.16	8	10.20	1.16	46%

การวิเคราะห์ความคุ้มค่า

ของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

Worthiness analysis of
Split-type-Inverter Air-conditioners Replacement in
Faculty of Tropical Medicine,
Mahidol University

นายเสวก ชมมิ่ง
นายสมศักดิ์ เลาะฟุ้ง
นายเทวิน ขาวสนิท

งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี
คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิเคราะห์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร จากภาควิชาโภชนศาสตร์เขตร้อนและวิทยาศาสตร์อาหาร คณะเวชศาสตร์เขตร้อน ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และอภิปรายผลตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เบ็ญจลักษณ์ ผลรัตน์ จากภาควิชาอายุรศาสตร์เขตร้อน ที่ตรวจทานและแก้ไขเนื้อหาขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. งามพล สุนทรวรสิริ อาจารย์ ดร. พัฒนมาศ มณีกาญจน์ จากภาควิชา สุขวิทยาเขตร้อนที่กรุณาให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ และการอภิปรายผล คณะผู้วิเคราะห์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคนบดดีตลอดจนผู้ร่วมงานทุกท่านที่อำนวยความสะดวก และอนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานรวมถึงร่วมสำรวจพื้นที่ในการทำวิเคราะห์ฉบับนี้ จนทำให้งานนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

คณะผู้วิเคราะห์

กันยายน 2560

คำนำ

ในการบริหารจัดการระบบพลังงานในคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้พลังงานส่วนของเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งเครื่องปรับอากาศ ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่า 10 ปี นอกจากใช้พลังงานแล้ว ยังมีภาระในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นตามอายุการใช้งานอีกด้วย คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนมีอาคารที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปีซึ่งหมายความว่า มีเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานเกิน 10 ปีใช้งานอยู่ด้วย คณะผู้วิเคราะห์ในงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มีความตระหนักในความสำคัญของการใช้พลังงาน การสูญเสียพลังงาน และความคุ้มค่าคุ้มทุน รวมถึงนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ จึงริเริ่มการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ทดแทนเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ในคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศนั้นจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจปรับเปลี่ยนการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนอย่างเหมาะสม คณะผู้วิเคราะห์จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศและการลงทุน เพื่อเป็นแนวทางตัดสินใจของทีมผู้บริหารต่อไป

คณะผู้วิเคราะห์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล จะเป็นประโยชน์กับผู้บริหาร หน่วยงาน และผู้สนใจ โดยสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

คณะผู้วิเคราะห์

กันยายน 2560

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์	5
1.3 ขอบเขตการวิเคราะห์	6
1.4 วิธีการวิเคราะห์	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิเคราะห์/วิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 แนวปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานภาครัฐ	8
2.2 วิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้า	9
2.3 ระบบปรับอากาศ	9
2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการวิเคราะห์	16
3.1 แหล่งข้อมูล	16
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	16
3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ	17
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	18
4.1 ผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศ	18
4.2 ผลการประมาณการค่าไฟฟ้ารวม	25
4.3 ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	27
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	34
Abstract	35

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1-1	ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน (กิโวลต์ชั่วโมง) ปี พ.ศ. 2555-2559	3
1-2	ข้อมูลค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้ารายเดือน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน (บาท) ปี พ.ศ. 2555-2559	3
2-1	แสดงอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	10
4-1	การเปรียบเทียบค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังปรับเปลี่ยน	20
4-2	จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารศรชัยฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร	21
4-3	จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารจำลองฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร	22
4-4	จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารตระหนักจิตฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร	23
4-5	จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารสันต์ศิริฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร	24
4-6	สรุปข้อมูลการคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า	30

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1-1	แผนผังแสดงอาคารของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน.....	1
2-1	เครื่องควบแน่น (Condensing Unit) ก่อนปรับเปลี่ยน.....	10
2-2	เครื่องควบแน่น (Condensing Unit) หลังปรับเปลี่ยน.....	11
2-3	เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ก่อนปรับเปลี่ยน.....	11
2-4	เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) หลังปรับเปลี่ยน.....	11
2-5	ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	12
2-6	ระบบไฟฟ้าและแผงวงจรควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์	13
2-7	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ.....	14
4-1	กราฟแสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ในอาคารควบคุมจำแนกตามกลุ่มปีที่ยู.....	18
4-2	กราฟแสดงปริมาณการค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบแสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้าก่อนและหลัง ปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	26

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

เป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

นายเสวก ชมมิ่ง * นายสมศักดิ์ เลาะพั้ง นายทวิน ชาวสนิก

งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ (ไทย)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์เพื่อการติดตั้งทดแทนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม ที่มีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี โดยเปรียบเทียบค่าประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของการใช้เครื่องปรับอากาศเดิม ซึ่งถือเป็นก่อนการปรับเปลี่ยน และ ค่าประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ คือหลังการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ โดยคำนวณจากจำนวนพื้นที่ใช้สอยและขนาดปีที่รวมที่เท่ากัน การเก็บรวบรวมข้อมูลทำโดยสำรวจเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคาร คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน จำนวน 4 อาคาร ได้แก่ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และ อาคารสันต์ศิริฯ พบว่ามีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอายุเกิน 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง คิดเป็นปริมาณความเย็นที่ผลิตได้จำนวน 5,726,900 บีทียู

การคำนวณค่าประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ใช้ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศจำนวน 297 เครื่องมีค่าเป็นหน่วยต่อปี พบว่ามีค่าความแตกต่างของประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจำนวน 780,200 หน่วยต่อปีหลังจากการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแยกส่วนเดิมเป็นเครื่องปรับอากาศแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ เมื่อนำมาคำนวณเป็นประมาณการค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ เป็นจำนวนเงิน 2,490,744 บาทต่อปี อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่องนี้ ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวน 9,685,640 บาท ในการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานวัดจากจุดคุ้มทุนซึ่งมีหน่วยเป็นเวลา โดยคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนหารด้วยผลประโยชน์ จุดคุ้มทุนจะอยู่ที่ 3 ปี 10 เดือน 17 วัน จากผลการวิเคราะห์นี้ผู้บริหารของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการบริหารพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ : เครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จุดคุ้มทุน

* ผู้วิเคราะห์หลัก



บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2503 ขณะนั้นเปิดสอน 5 ภาควิชา ซึ่งต่อมาได้มีพัฒนาการเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันประกอบไปด้วย 11 ภาควิชา 5 สำนักงาน 4 ศูนย์ความเป็นเลิศ รวมทั้งโรงพยาบาล 1 แห่ง มีบุคลากรทั้งหมด 846 คน โดยแบ่งเป็นสายวิชาการ 113 คน ประกอบด้วยอาจารย์ 106 คน นักวิจัย 7 คน และสายสนับสนุนจำนวน 733 คน มีอาคารจำนวน 7 อาคาร ที่ได้ก่อสร้างเพิ่มเติมตามลำดับ โดยมีผังอาคารดังแสดงในภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 แผนผังแสดงอาคารของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน

อาคารต่าง ๆ ทั้ง 7 อาคาร มีพื้นที่รวมทั้งหมด 102,004 ตารางเมตร ประกอบด้วย

1. อาคารศรัทธา หล่ออารีย์สุวรรณ พื้นที่ 6,319 ตารางเมตร
2. อาคารจำลอง หะริณสูตร พื้นที่ 7,415 ตารางเมตร
3. อาคารตระหนักจิต หะริณสูตร พื้นที่ 10,622 ตารางเมตร
4. อาคารสันต์ศิริ ศรีมณี พื้นที่ 7,699 ตารางเมตร
5. อาคารเฉลิมพระเกียรติ 50 ปี พื้นที่ 27,705 ตารางเมตร
6. อาคารเฉลิมพระเกียรติฉัตรราชสมบัติครบ 60 ปี พื้นที่ 13,830 ตารางเมตร
7. อาคารราชนครินทร์ พื้นที่ 28,414 ตารางเมตร

นอกจากนี้คณะเวชศาสตร์เขตร้อน ได้รับมอบหมายจากองค์การระหว่างประเทศให้เป็นที่ตั้งของศูนย์ความร่วมมือทางวิชาการต่าง ๆ ดังนี้

1. SEAMEO TROPMED Network
2. Mahidol Oxford Tropical Medicine Research Unit (MORU)
3. Worldwide Antimalarial Resistance Network (WWARN)
4. Mahidol-Osaka Center for Infectious Diseases (MOCID)
5. BIKEN Endowed Department of Dengue Vaccine Development
6. Malaria Consortium
7. คลินิกชุมชนสีลม @ทรอปเมด

คณะผู้วิเคราะห์รับผิดชอบการเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งแวดล้อมที่ได้อย่างเหมาะสม จัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นประโยชน์ต่อสังคมและส่วนรวม ดำเนินนโยบายเรื่องการจัดการพลังงานภายใน ร่วมอนุรักษ์พลังงานลดภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก ซึ่งประเทศต่าง ๆ กำลังให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก รณรงค์นโยบาย 4 R อย่างต่อเนื่อง คือ

Reduce (การลดใช้พลังงาน)

Reuse (การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า)

Repair (การซ่อมแซมทรัพยากร)

Recycle (การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่)

เพื่อพัฒนาสู่สถานที่ทำงานที่เป็นมิตรต่อโลก (Ecological Green Workplace) และการเพิ่มศักยภาพเรื่อง ICT literacy ทัวทั้งองค์กร จะเห็นว่านโยบาย 4 R ซึ่งเป็นนโยบายที่สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล [1] นโยบาย Reduce (การลดใช้พลังงาน) เป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะการลดใช้พลังงานไฟฟ้า [2-3]

จากการศึกษาข้อมูล 5 ปีย้อนหลัง เกี่ยวกับจำนวนพลังงานที่ใช้ในคณะเวชศาสตร์เขตร้อน พบว่ามีค่าการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี ดังแสดงในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายเดือน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน (กิโวลต์ชั่วโมง) ปี พ.ศ. 2555-2559

เดือน	ค่าการใช้ไฟฟ้า (กิโวลต์ชั่วโมง) ตามปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	560,966	593,972	639,575	704,979	764,981
กุมภาพันธ์	657,961	593,978	686,976	714,963	735,982
มีนาคม	728,965	747,973	842,976	821,979	898,980
เมษายน	680,966	804,975	826,976	835,981	877,983
พฤษภาคม	759,965	869,976	874,977	896,979	901,981
มิถุนายน	688,965	795,974	870,978	866,961	843,982
กรกฎาคม	732,967	807,974	857,976	873,980	809,980
สิงหาคม	702,963	816,973	820,981	856,979	876,982
กันยายน	621,564	764,980	821,979	841,963	819,982
ตุลาคม	659,976	794,970	807,979	821,981	806,982
พฤศจิกายน	622,977	767,974	792,982	837,983	803,983
ธันวาคม	573,976	629,978	733,980	787,981	736,981
ค่าเฉลี่ย	666,017.58	749,141.42	798,194.58	821,892.42	823,231.58
รวมทั้งหมด	7,992,211.00	8,989,697.00	9,578,335.00	9,862,709.00	9,878,779.00

เมื่อประเมินค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน 5 ปีย้อนหลัง พบว่าค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ข้อมูลค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้ารายเดือน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน (บาท)* ปี พ.ศ. 2555-2559

เดือน	ค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้า (บาท) ตามปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	2,015,281.25	2,535,908.00	2,655,511.45	2,920,630.59	2,932,781.58
กุมภาพันธ์	2,361,705.21	2,512,440.00	2,856,708.38	3,017,423.21	2,976,166.97
มีนาคม	2,598,425.11	3,201,457.00	3,148,252.25	3,601,184.42	3,627,465.72
เมษายน	2,429,424.81	3,345,585.40	3,457,584.00	3,438,913.00	3,437,418.70
พฤษภาคม	2,723,325.62	3,508,395.00	3,680,401.88	3,563,695.04	3,303,372.39
มิถุนายน	2,607,014.56	3,214,311.61	3,724,187.60	3,538,768.82	3,148,565.78
กรกฎาคม	2,769,138.07	3,243,460.01	3,665,165.00	3,543,633.42	2,931,039.73
สิงหาคม	2,650,307.49	3,284,791.49	3,450,948.00	3,448,676.59	3,259,810.73
กันยายน	2,349,893.64	3,134,842.78	3,519,107.15	3,420,614.25	3,057,557.83

ตารางที่ 1-2 ข้อมูลค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้ารายเดือน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน (บาท)* ปี พ.ศ. 2555-2559 (ต่อ)

เดือน	ค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้า (บาท) ตามปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
ตุลาคม	2,760,249.79	3,260,022.00	3,455,837.17	3,286,773.54	2,967,571.37
พฤศจิกายน	2,609,951.23	3,150,087.53	3,361,114.36	4,666,713.64	2,978,674.48
ธันวาคม	2,341,957.22	2,543,622.32	3,093,236.50	3,149,058.96	2,674,963.52
ค่าเฉลี่ย	2,518,056.17	3,077,910.26	3,339,004.48	3,466,340.46	3,107,949.07
รวมทั้งหมด	30,216,674.00	36,934,923.14	40,068,053.74	41,596,085.48	37,295,388.80

* คิดอัตราที่ 1 หน่วย = 3.77 บาท ถึง 4.22 บาท

หมายเหตุ อัตรา 1 หน่วย มีค่าสูง – ต่ำไม่เท่ากัน เนื่องจากคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน ใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภท ทีโอยู (TOU) หรือ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้งาน และอีกสาเหตุ คือ ตามภาวะต้นทุนการผลิต หรือที่เรียกกันสั้น ๆ ค่า Ft ย่อมาจาก (Factor of Tariff) คือ ค่าความผันแปรที่ปรับเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง การส่งและการจำหน่ายที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปจากต้นทุนที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าพื้นฐาน ค่า Ft อาจแปรผันจาก 4 อย่าง คือ

1. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง
2. ค่าซื้อไฟฟ้าจากบริษัทเอกชนรวมทั้งจากต่างประเทศ
3. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากนโยบายของรัฐบาล
4. อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินในแต่ละปีที่ไม่เท่ากัน

ส่วนของอาคารภายในคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนทั้ง 7 อาคาร ทั้งหมดมีอยู่ 4 อาคารที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี อาคารดังกล่าวต่อไปนี้จะใช้คำว่า “อาคารควบคุม”

1. อาคารศรัทธา หล่ออารีย์สุวรรณ พ.ศ. 2505
2. อาคารจำลอง หาริณสุต พ.ศ. 2514
3. อาคารตระหนักจิต หาริณสุต พ.ศ. 2528
4. อาคารสันต์ศิริ ธรรมณี พ.ศ. 2540

จากการศึกษาการใช้ไฟฟ้าในอาคารทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน 5 ปีย้อนหลังพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายสูงสุดขึ้นตามลำดับ (ค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้ามีค่าอัตราพลังงานไฟฟ้า 1 หน่วยที่ไม่เท่ากัน ทำให้ภาพรวมค่าใช้จ่ายลดลงเล็กน้อยในปี 2559)

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้มีสภาพเก่าใช้งานมานานล้าสมัย และสิ้นเปลืองพลังงาน โดยเฉพาะระบบปรับอากาศ ทั้งนี้อาคารควบคุม ทั้ง 4 อาคาร ยังคงมีเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานทั้งหมดภายในอาคารควบคุม ทั้งยังมีภาระด้านค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาต่อปีสูงอีกด้วย

เครื่องปรับอากาศเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกอีกหนึ่งปัจจัยของการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน และอนาคตมีแนวโน้มความต้องการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร จัดเป็นกลุ่มประเทศเขตร้อน ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศค่อนข้างร้อนตลอดทั้งปี และเนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศเช่นนี้เอง อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันทั้งทางด้านสภาวะทางอารมณ์และจิตใจต่อผู้ปฏิบัติงาน เช่น หงุดหงิด ขาดสมาธิในการทำงาน ประสิทธิภาพในการทำงานจึงลดลงก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย อีกทั้งยังรวมไปถึงด้านประสิทธิภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมการผลิตอัตโนมัติมีความแม่นยำลดลง สมรรถนะของระบบควบคุมการผลิตโดยรวมต่ำลง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ [4]

ปัจจุบันอาคารสถานที่ต่าง ๆ ได้มีการติดตั้งใช้งานเครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลายทั้งบริเวณที่พัก ที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงาน สถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ เพื่อก่อให้เกิดความสบายกายของบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน ผ่อนคลายและความสะดวกในการทำงาน ทำให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ รวมทั้งช่วยลดและรักษาอุณหภูมิให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกินมาตรฐานใช้งาน ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อความแม่นยำในการวัด การวิเคราะห์ควบคุมกระบวนการผลิต สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นอรรถประโยชน์โดยรวมของเครื่องปรับอากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม [4]

ขณะเดียวกันหากสามารถสร้างแผนงานดูแลรักษาระบบปรับอากาศได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพแล้ว ประการแรกจะทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่นับวันจะมีราคาสูงขึ้นได้อย่างคุ้มค่าตามความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลกและภาวะเศรษฐกิจ ประการที่สองสามารถควบคุมงบประมาณในการบำรุงรักษาให้อยู่ในวงจำกัดได้ และ ประการที่สามเกิดความแม่นยำถูกต้องในระบบควบคุมกระบวนการผลิต ผลผลิตมีคุณภาพสูง ปริมาณของเสียอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเพราะมีอุณหภูมิทำงานที่เหมาะสม ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต [5]

จากกรณีศึกษาเครื่องปรับอากาศทุกประเภท พบว่าหากมีการทบทวนวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ เป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้พลังงานและนำมาซึ่งการลดค่าไฟฟ้าลงได้ อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ดังนั้นการวิเคราะห์ให้ครบถ้วนทั้งด้านการลงทุนที่เพิ่มขึ้นและผลลัพธ์จากการใช้พลังงานที่ลดลง ควรมีการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจในการดำเนินการ นอกจากนี้การรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการขัดข้องและผลที่จะได้รับ เพื่อนำข้อผิดพลาดมาพัฒนางานระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เกิดผลดียิ่งขึ้น รวมทั้งหาแนวทางมาตรการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ [2-5] จะช่วยให้การจัดการด้านพลังงานโดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ถ้าอาคารควบคุมทั้ง 4 อาคารของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนสามารถปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงได้ครบ จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นการสนับสนุนนโยบายรัฐบาลอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์

1.2.1 เพื่อศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ใช้ และประเภทของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคารควบคุมทั้ง 4 อาคารของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

1.2.2 เพื่อศึกษาผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

1.3 ขอบเขตการวิเคราะห์

1.3.1 การศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้รวบรวมข้อมูลใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศในอาคาร คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

1.3.2 อาคารควบคุม คือ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และอาคารสันต์ศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล [6-7]

1.3.3 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และอาคารสันต์ศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

1.4 วิธีการวิเคราะห์

1.4.1 รวบรวมข้อมูล เครื่องปรับอากาศ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และอาคารสันต์ศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 – กรกฎาคม 2560

1.4.2 ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ลักษณะการใช้พลังงาน อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และอาคารสันต์ศิริฯ เพื่อหาจุดคุ้มทุนเพื่อใช้ในการตัดสินใจสำหรับบริหารทรัพยากรที่สิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อทราบจำนวนของเครื่องปรับอากาศประเภทแยกส่วนที่ใช้ใน อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ และอาคารสันต์ศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

1.5.2 วางแผนการลดค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศ

1.5.3 นำผลของการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการเพื่อหาระยะเวลาในการลงทุนปรับเปลี่ยน และจุดคุ้มทุนเพื่อใช้ในการตัดสินใจสำหรับบริหารเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

กิโลวัตต์ (kilowatt ; kW) คือ หน่วยกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์

กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kilowatt-hour ; kWh) คือ หน่วยวัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เรียกโดยทั่วไปว่าหน่วย (unit) กำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ที่ใช้ในเวลา 1 ชั่วโมง

เครื่องควบแน่น (Condensing unit ; CDU) หรือคอมแอร์ คือ สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ประกอบเป็นชุดด้วยอุปกรณ์หลาย ๆ อย่าง ทั้งนี้ Condensing unit ที่ใช้อยู่หลายแบบด้วยกัน มีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ สำหรับแอร์บ้านทั่ว ๆ ไป หรือ Condensing unit ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ สำหรับระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม เป็นต้น ส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์พัดลม แผงคอยล์ร้อน แผงวงจรไฟฟ้าควบคุม วาล์วบริการ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split-Type Air-Conditioner) คือ ระบบปรับอากาศแบบที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับห้องปรับอากาศในอาคาร และโรงงานเพราะสะดวกในการใช้งานและการดูแลรักษาไม่ยุ่งยากมากนักแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบรวมศูนย์

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ (Split-Type-Inverter Air-Conditioner) คือ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ระบบควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่แปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดัน และความถี่คงที่ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจร (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit)

เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit ; FCU) คือ เครื่องหรือกลไกที่ประกอบด้วยตัวถัง (มีหรือไม่มีก็ได้) พัดลมมอเตอร์ ชุดขับ ชุดทำความเย็น และท่อน้ำทิ้ง รวมอยู่ในตัวถังเดียวกันเพื่อทำหน้าที่ส่งลม มีแบบให้เลือกหลายแบบ เช่น แขนงในเพดาน แบบมีตัวถังหรือไม่มีตัวถัง แบบติดเพดาน แบบติดผนัง แบบตั้งพื้น

เครื่องระเหย (Evaporator) คือ อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยแผงอลูมิเนียมแบบเดียวกับหม้อน้ำรถยนต์ มีหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้อง เปลี่ยนเป็นอากาศเย็น และจะส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลม (Air Handling Unit) หรือเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) หลังจากนั้นอากาศจะถูกดูดหรือเป่าผ่าน AHU หรือ FCU เพื่อรับความเย็นจากน้ำเย็นทำให้อุณหภูมิ และความชื้นลดลงตามที่ต้องการเพื่อจ่ายไปยังจุดที่ใช้งานต่อไป

เครื่องส่งลม (Air Handling Unit ; AHU) หรือเครื่องควบคุมอากาศ คือ เครื่องหรือกลไกที่ประกอบด้วยตัวถัง พัดลมมอเตอร์ ชุดขับ จะมีหรือไม่มีชุดทำความเย็น และท่อน้ำทิ้งก็ได้ รวมอยู่ในตัวถังเดียวกันเพื่อทำหน้าที่ส่งลม ปรับและหมุนเวียนอากาศ เป็นส่วนหนึ่งของระบบทำความร้อน ระบายอากาศ ปรับอากาศ

จุดคุ้มทุน (Break Even Point ; BEP) คือ ระดับของการผลิตที่จำนวนหน่วยหรือรายรับที่ขายได้เท่ากับต้นทุนที่เกิดขึ้นพอดี เมื่อทราบจุดคุ้มทุนแล้วก็สามารถวางแผนการผลิต แผนการจำหน่ายเพื่อให้ได้กำไรตามที่ต้องการ

ท่อนลม (Air Duct) คือ ช่องทางสำหรับส่งถ่ายลมเข้าสู่หรือออกไปจากอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ แต่ไม่รวมถึงกล่องลม

ทีโอยู (Time of Use Rate ; TOU) คือ อัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง กล่าวคือค่าไฟฟ้าจะสูงในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) และ ค่าไฟฟ้าจะต่ำลงในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย (Off Peak) อัตราการจัดเก็บค่าไฟฟ้าที่ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการใช้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ On Peak ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 09.00-22.00 น. Off Peak ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 22.00-09.00 น. และวันเสาร์-อาทิตย์ วันหยุดราชการ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน

บีทียู (British Thermal Unit ; BTU) คือ หน่วยมาตรฐานของการวัดค่าพลังงานความร้อนในระบบอังกฤษ โดย 1 บีทียู (BTU) เท่ากับปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ (Pound) มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ (°F)

ภาระการทำความเย็น (Cooling Load) คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศหรือความเย็นที่ระบบทำความเย็นต้องกำจัดความร้อนนี้ออกไปจากพื้นที่ปรับอากาศ

หัวจ่ายลมเย็น (Supply Air Grille) คือ ส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำหน้าที่กระจายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศที่ส่งมาจากเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ผ่านท่อนลม

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio ; EER) คือ ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศว่าดีหรือไม่ อย่างไร มีหน่วยเป็น (บีทียูต่อชั่วโมง)/วัตต์

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิเคราะห์ /
วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน ให้ได้ผลครอบคลุมเกิดความชัดเจนของงานวิจัย มีทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานภาครัฐ
- 2.2 วิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้า
- 2.3 ระบบปรับอากาศ
- 2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานภาครัฐ

ภายใต้ยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาด้านพลังงานภายในประเทศ ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2548 เป้าหมายเพื่อลดการใช้พลังงานลงร้อยละ 10-15 ทันทีด้วยมาตรการดังต่อไปนี้

2.1.1 กำหนดให้ผลการประหยัดพลังงานเป็นตัวชี้วัดผลงาน (Key Performance Index : KPI) ของทุกหน่วยงานให้ผลของการประหยัดพลังงานเป็นตัววัดประสิทธิภาพของปลัดกระทรวง อธิบดี ผู้บริหารระดับสูงทุกหน่วยงาน และงบประมาณที่ประหยัดได้นำไปเป็นเงินรางวัล (Bonus)

2.1.2 ลดการใช้พลังงานลงร้อยละ 10-15 ทันที

ก. ให้ทุกหน่วยงานลดการใช้พลังงานลงอีกร้อยละ 10 โดยเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า และน้ำมันเชื้อเพลิงของปีงบประมาณ 2546

ข. หากหน่วยงานใดมีผลการใช้พลังงานปี 2548 เพิ่มขึ้นจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงของปีงบประมาณ 2546 โดยไม่มีเหตุผลอันสมควร หน่วยงานนั้นต้องลดการใช้พลังงานลง 15% จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงของปีงบประมาณ 2546

ค. แนวทางดำเนินการ คือดำเนินการตามคู่มือประหยัดพลังงานในหน่วยงานราชการ และรัฐวิสาหกิจที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานจัดทำและส่งให้หน่วยงานแล้วตั้งแต่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2547 การจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน และกำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ เช่น 08.30-16.30 น. และปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส รวมถึงตั้งงบประมาณล้างเครื่องปรับอากาศเป็นประจำทุก 6 เดือน โดยห้ามปรับเปลี่ยนงบประมาณ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. ออนไลน์. 2548)

[1, 7, 11]

2.2 วิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และในสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่จะใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นส่วนที่สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้เป็นอย่างมาก ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างสิ้นเปลืองด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจในการเลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงาน ขาดความรู้ในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสม ตลอดจนขาดความรู้ในวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าควรเริ่มตั้งแต่การเลือกซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ควรพิจารณาอย่างมีหลักเกณฑ์ซึ่งจะเป็นแนวทางในการประเมินคุณค่าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะซื้อโดยแบ่งออกเป็น 4 ประการ ดังนี้

2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ค่าใช้จ่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ คือ ค่าไฟฟ้าที่นำมาใช้กับเครื่องใช้นั้น ๆ ซึ่งหมายถึงเครื่องใช้เหล่านั้นใช้พลังงานไฟฟ้ามากน้อยเพียงใดนั่นเอง ปกติเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีแผ่นป้ายบอกไว้ที่ตัวเครื่องว่าใช้พลังงานไฟฟ้ากี่วัตต์ หรือกี่กิโลวัตต์ ดังนั้นจึงควรทราบจำนวนวัตต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า อัตราค่ากระแสไฟฟ้าบาทต่อหน่วย โดยต้องประมาณการและคำนวณออกมาว่า ถ้าเราใช้เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นเดือนละกี่ชั่วโมงจะเสียค่าไฟฟ้าเท่าไร หรืออีกนัยหนึ่งถ้าเราใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวนวัตต์มาก ก็จะทำให้เสียค่าไฟฟ้ามากขึ้นนั่นเอง นอกจากนี้แล้วยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการใช้งานในแต่ละเดือนด้วย

2.2.2 ความปลอดภัยและความไว้วางใจได้ ไฟฟ้านั้นมีอันตรายมากถ้าหากใช้ไม่ถูกวิธี เราจึงควรเลือกซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการออกแบบถูกต้อง มีคู่มือการใช้งานและใบรับประกันคุณภาพที่สำคัญคือต้องได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หากไม่มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าควรปรึกษาช่าง หรือผู้ชำนาญเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ รวมทั้งสอบถามหาข้อมูลเพื่อการตัดสินใจอย่างรอบคอบ

2.2.3 ราคา ราคาของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าก็เป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนกัน เพราะการเลือกซื้อสินค้าราคาถูกก็ไม่ใช่เป็นการประหยัดเสมอไป การได้ของราคาถูก คุณภาพก็อาจลดลงไปตามราคาด้วยเช่นกัน บางชนิดก็ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก วัสดุโครงสร้างภายนอกที่ใช้ก็ไม่แข็งแรงทนทาน ดังนั้นควรปรึกษาผู้มีความรู้และใช้การสังเกตดูรูปลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับราคาและคุณภาพด้วย

2.2.4 ค่าติดตั้งและบำรุงรักษา การเลือกซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องคำนึงถึงค่าติดตั้ง และค่าบำรุงรักษาของเครื่องด้วย หากซื้อมาแล้วต้องเดินสายไฟใหม่ ทูบหรือร้อยผนังทิ้ง หรือต้องดัดแปลงตกแต่งใหม่ค่าติดตั้งจะสูงมากขึ้น บางครั้งราคาอาจแพงกว่าค่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ

2.3 ระบบปรับอากาศ

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย และ The Energy Conservation Center of Japan (2012-2013) [10] กล่าวว่าระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในสำนักงาน จะใช้เพื่อทำให้อุณหภูมิพอเหมาะสำหรับการทำงาน นิยมใช้เป็น ระบบแบบแยกส่วน (Split Type) ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้งานในกระบวนการของการผลิต เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และเพื่อระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สิ่งทอ พลาสติก อาหาร เป็นต้น นิยมใช้ระบบที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า ระบบรวมศูนย์ (Central System) [8]

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552 ได้กำหนดค่าสมรรถนะไว้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

แบบของเครื่องปรับอากาศ สำหรับห้อง	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	
	ขีดความสามารถทำความเย็นน้อยกว่า 8,000 วัตต์.	ขีดความสามารถทำความเย็น 8,001 วัตต์. ถึง 12,000 วัตต์.
ระบบรวมศูนย์	2.82	2.53
ระบบแบบแยกส่วน	2.82	2.82

กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจถึงการวางแผนการบำรุงรักษา แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการบำรุงรักษา หลักการทำงานและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [1]

2.3.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split-Type Air-Conditioner)

เป็นระบบปรับอากาศแบบที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับห้องปรับอากาศในอาคาร และโรงงานเพราะสะดวกในการใช้งานและการดูแลรักษาไม่ยุ่งยากมากนักแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบรวมศูนย์ ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- **เครื่องควบแน่น (Condensing Unit)** ติดตั้งภายนอกห้อง ซึ่งประกอบด้วยชุดท่อความร้อนแฝง และคอมเพรสเซอร์ คอนเดนซิงยูนิต อุปกรณ์สำคัญที่อยู่กับคอนเดนซิงยูนิตคือ คอมเพรสเซอร์ และคอนเดนเซอร์ นอกจากนี้ยังมีชุดพัดลม คอนเดนซิง ชุดควบคุมและป้องกันคอมเพรสเซอร์ และเป็นที่ติดตั้งวาล์วบริการของระบบ นอกจากคอนเดนซิงยูนิตจะเป็นที่ติดตั้งคอมเพรสเซอร์ที่เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความดันของระบบแล้ว ยังเป็นที่ถ่ายเทความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอออกจากสารทำความเย็น และถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศด้วย มากไปกว่านั้นคอมเพรสเซอร์ยังได้รับการหล่อเย็นจากการทำงานของพัดลมอีกด้วย ในเครื่องปรับอากาศแยกส่วน คอนเดนเซอร์ที่ถ่ายเทอากาศด้านข้างจะมีข้อดีกว่าแบบถ่ายเทออกด้านบนตรงที่มอเตอร์ถูกป้องกันจากน้ำฝนและสิ่งสกปรกได้ดีกว่า จึงนิยมใช้กันมาก

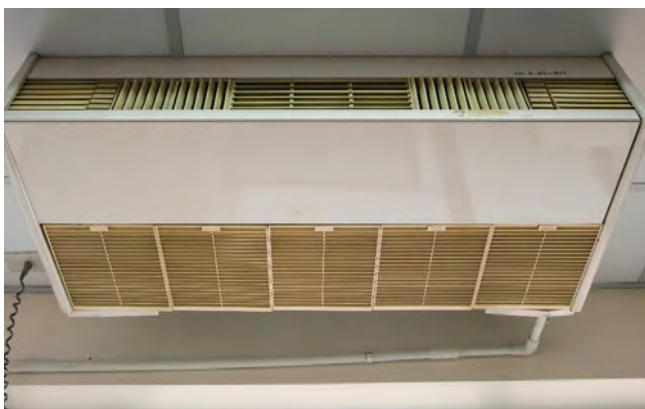


ภาพที่ 2-1 เครื่องควบแน่น (Condensing Unit) ก่อนปรับเปลี่ยน



ภาพที่ 2-2 เครื่องควบแน่น (Condensing Unit) หลังปรับเปลี่ยน

- เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ติดตั้งอยู่ภายในห้อง ซึ่งประกอบด้วยชุดท่อความเย็นและพัดลม โดยทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อกันด้วยท่อทองแดง สิ่งที่สำคัญของระบบนี้จะต้องทำความสะอาดชุดท่อและแผงกรองอากาศเป็นประจำ รวมทั้งตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นและฉนวนหุ้มท่อ นอกจากนี้ในการติดตั้งถ้ามีระยะห่างกันเกิน 5 เมตร จะต้องขยายขนาดท่อชุดสารทำความเย็น (ท่อไอ) ให้ใหญ่ขึ้น และเพิ่มปริมาณสารหล่อลื่นเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ ถ้าติดตั้งเครื่องควบแน่น (Condensing Unit) สูงกว่าเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) แล้วท่อทางดูดจะต้องทำ TAP เป็นรูปตัวยู หรือตัวเอส เพื่อจะให้น้ำมันหล่อลื่นถูกดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ได้ มิเช่นนั้นคอมเพรสเซอร์จะเกิดการไหม้ได้ นอกจากนี้กรณีที่ล้นลดความดันติดตั้งที่คอนเดนซิงยูนิต จะต้องหุ้มฉนวนท่อสารทำความเย็นด้านส่งและด้านกลับทั้ง 2 ท่อ แยกจากกัน [8]

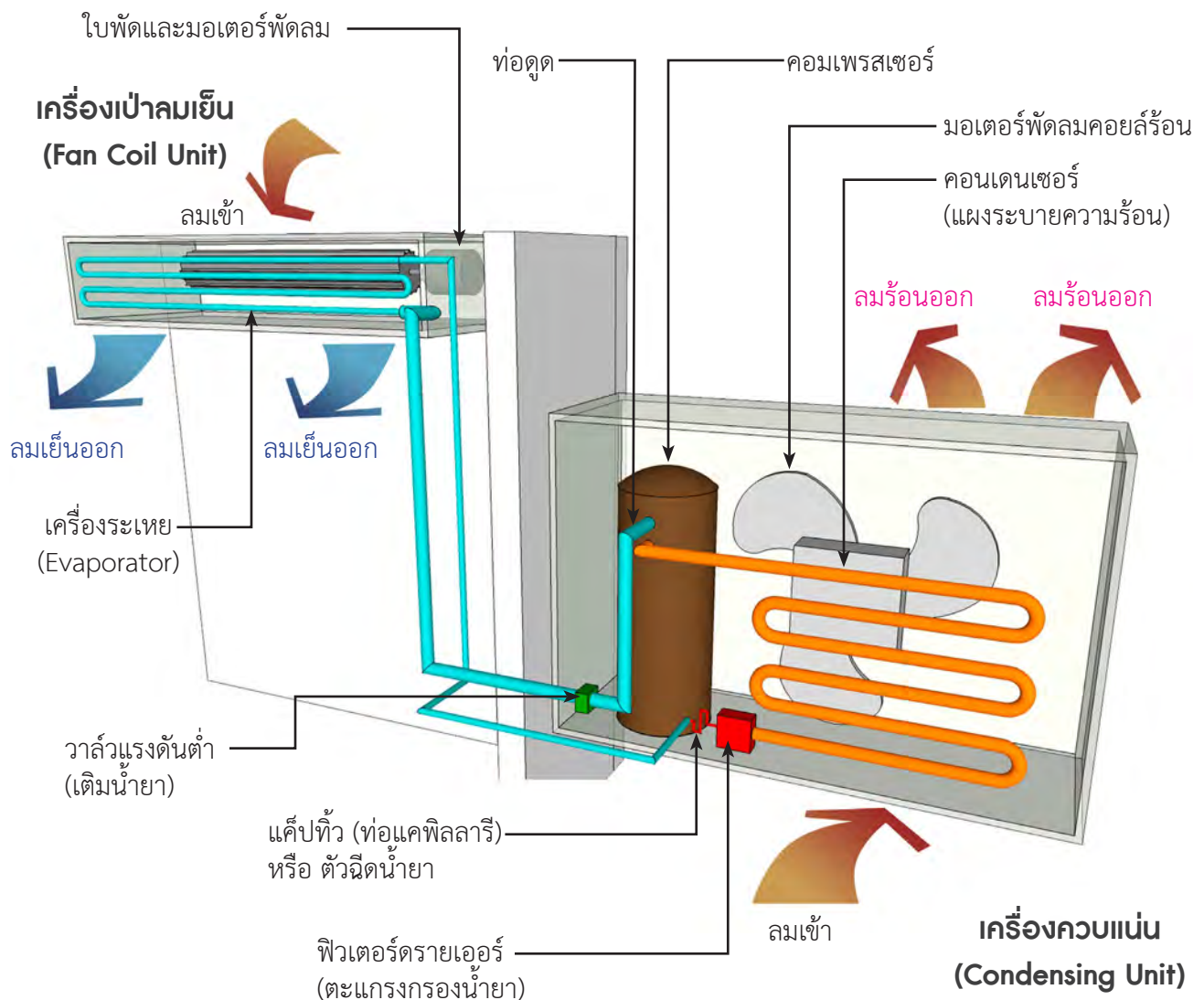


ภาพที่ 2-3 เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ก่อนปรับเปลี่ยน



ภาพที่ 2-4 เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) หลังปรับเปลี่ยน

หลักการทำงานของระบบแบบแยกส่วนโดยทั่วไปจะทำงานโดยใช้พัดลมดูดหรือเป่าอากาศผ่านชุดทำความเย็น ทำให้อุณหภูมิและความชื้นของอากาศลดลงตามต้องการ เพื่อจ่ายไปยังจุดใช้งาน ส่วนระบบรวมศูนย์จะใช้น้ำรับความเย็นจากสารทำความเย็นที่เครื่องระเหย (Evaporator) หรือคูลเลอร์แล้วส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลม (Air Handling Unit) หรือเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) หลังจากนั้นอากาศจะถูกดูดหรือเป่าผ่านชุดทำความเย็นของเครื่องส่งลม หรือเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อรับความเย็นจากน้ำเย็นทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นลดลงตามต้องการ เพื่อจ่ายไปยังจุดใช้งานโดยผ่านระบบท่อลม (Air Duct) และหัวจ่ายลม (Supply Air Grille)



ภาพที่ 2-5 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

นอกเหนือจากขนาดห้องปฏักยที่ส่งผลต่อการคำนวณขนาดบีทียู ของเครื่องปรับอากาศเพื่อนำมาใช้งานนั้นจะขึ้นกับภาระการทำความเย็น (Cooling Load) โดยแหล่งภาระการทำความเย็นเกิดขึ้นได้หลายทาง ดังนี้

1. การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรงผ่านผนังโปร่งแสง เช่น กระจก หน้าต่าง หลังคา หรือวัสดุอื่น ๆ ที่โปร่งแสง (Sky Lights)
2. การนำความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านฉนวนทางกรอบอาคาร คือ ฉนวนภายนอก พื้น และหลังคา
3. ความร้อนจากตัวคน หลอดไฟส่องสว่าง หม้อต้มน้ำ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอาคาร
4. ความร้อนที่เกิดจากอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายในหรือที่แทรกซึม เข้าสู่อาคาร เช่น อากาศที่ผ่านเข้าทางประตูหรือหน้าต่างในส่วนที่เปิดไว้

ดังนั้นการเลือกชนิดวัสดุให้มีความเป็นฉนวนสูง ๆ ในส่วนผนังกรอบอาคารการป้องกันและลดปริมาณอากาศภายนอกเข้ามาในอาคาร รวมทั้งการนำอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นออกนอกห้องปรับอากาศ จึงเป็นการลดภาระการทำความเย็น และเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัดไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

2.3.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

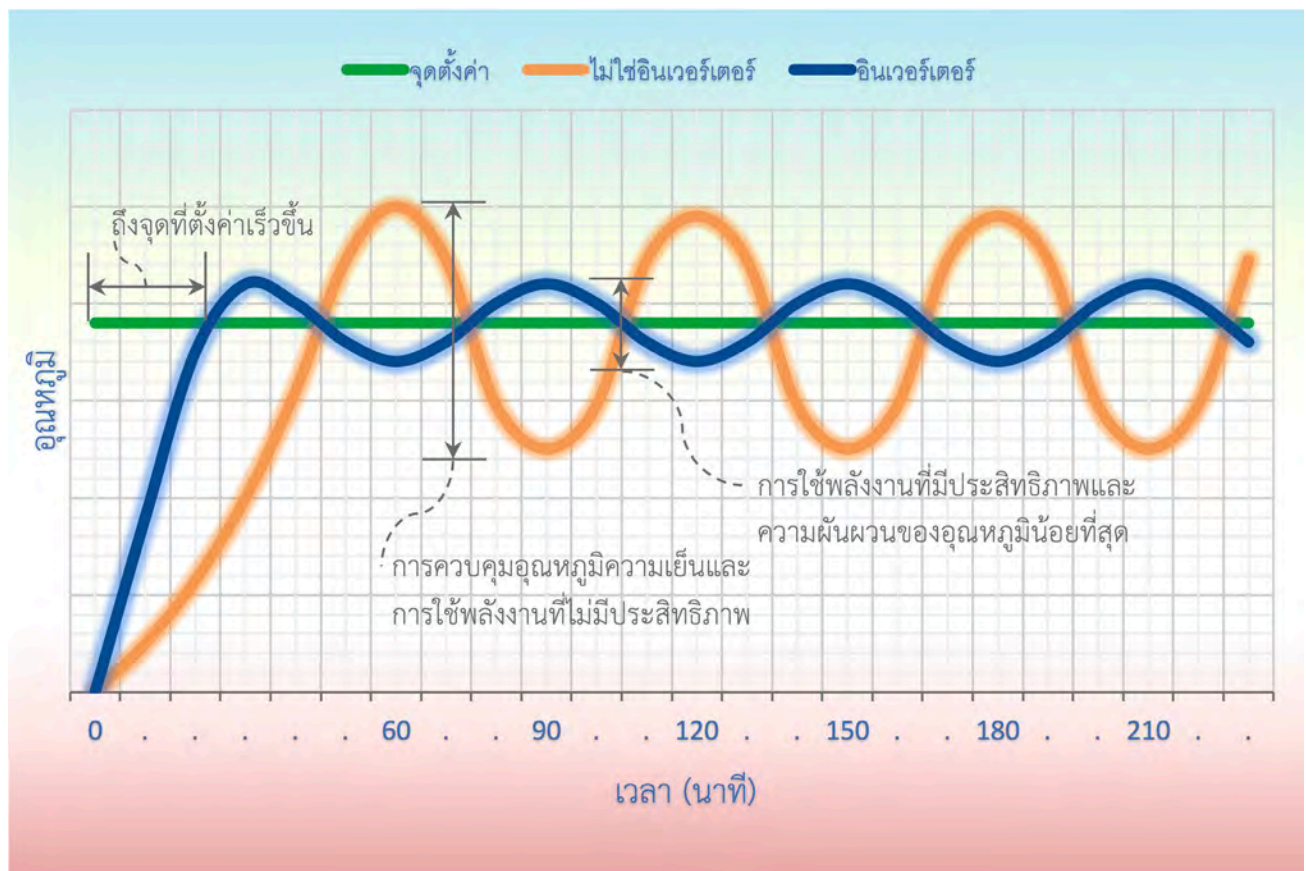
ระบบอินเวอร์เตอร์คือระบบควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจร (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit)



ภาพที่ 2-6 ระบบไฟฟ้าและแผงวงจรควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์

หลักการทำงานโดยสรุป

- ❖ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่**ไม่มีระบบอินเวอร์เตอร์** คอมเพรสเซอร์จะทำความเย็นให้เย็นกว่าอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้ประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิห้องเย็นกว่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งตัดการทำงานไปยังคอมเพรสเซอร์ทันที และเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานอุณหภูมิภายในห้องเริ่มจะเพิ่มสูงขึ้น ระบบจะสั่งคอมเพรสเซอร์ให้ทำงานอีกครั้งเพื่อลดอุณหภูมิอีกครั้ง ระบบจะทำงานอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลาที่ใช้งาน ทำให้อุณหภูมิภายในห้องจะเย็นเกินไป สลับกับร้อนเกินไปอยู่ตลอดเวลา ยิ่งเวลานอนหลับจะทำให้หลับ ๆ ตื่น ๆ และรู้สึกไม่สบายตัวได้
- ❖ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน**ระบบอินเวอร์เตอร์** คอมเพรสเซอร์จะเร่งความเร็วมอเตอร์ เพื่อต้องการทำความเย็นตามที่กำหนด และลดรอบมอเตอร์ลงเมื่ออุณหภูมิห้องเย็นกว่าที่กำหนดเล็กน้อย ซึ่งคอมเพรสเซอร์ยังคงทำงานโดยที่รอบลดลงจนอยู่ในสถานะเกือบจะหยุดหมุน และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นกว่าที่ตั้งไว้ประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส คอมเพรสเซอร์จะเร่งการทำงานมากขึ้น เพื่อลดอุณหภูมิลงจึงทำให้อุณหภูมิโดยรวมในห้องใกล้เคียงกับจุดตั้งค่าหรือจุดอุณหภูมิที่ผู้ใช้งานตั้งไว้มากกว่าเครื่องปรับอากาศแบบไม่มีระบบอินเวอร์เตอร์ การทำความเย็นได้สม่ำเสมอ อีกทั้งยังทำความเย็นถึงจุดที่ตั้งค่าเร็วขึ้น



ภาพที่ 2-7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

จากภาพที่ 2-7 เส้นกราฟแสดงให้เห็นถึงการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ไม่มีระบบอินเวอร์เตอร์ และ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ โดยเมื่อทั้งสองระบบนี้ทำความเย็นตามจุดตั้งค่าของผู้ใช้งาน เห็นได้ว่าเส้นกราฟไม่ใช่อินเวอร์เตอร์ การควบคุมอุณหภูมิจะขึ้นลงห่างจุดตั้งค่า ส่วนเส้นกราฟอินเวอร์เตอร์ ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ใกล้เคียงจุดตั้งค่าได้ตลอดเวลา ซึ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานทำความเย็นของระบบปรับอากาศ พฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งคณะผู้วิเคราะห์จะได้นำเสนอในบทถัดไป

2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในระบบทางวิศวกรรม ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจโดยพิจารณาว่าระบบใดเมื่อลงทุนไปแล้วจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่ามากที่สุด โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด นอกจากนี้การหาสภาพที่เหมาะสมในการทำงานของระบบมักจะเลือกสภาพการทำงานหรือระบบที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายของระบบดังกล่าวมีค่าน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากคือ คำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) วิธีนี้เป็นการนับวิธีที่ใช้คำนวณจำนวนปีที่ต้นทุนของโครงการที่กำลังพิจารณา ซึ่งโครงการที่ใช้ระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุดจะเป็นโครงการที่ควรจะนำมาใช้ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{รายได้สุทธิเฉลี่ยตลอดปี}}$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนชิต วชิรพรพงศา.(2551) [12] ออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก สะดวก รวดเร็วมีประสิทธิภาพและผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความชำนาญในการคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ โครงการนี้เป็นการสร้างอุปกรณ์เพื่อวัดอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณของลมที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาประสิทธิภาพรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ โดยมีการบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปขณะทำงาน แล้วนำค่าทั้งหมดมาคำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และนำมาแสดงผลผ่านทางจอภาพ แอลซีดีเพื่อจะได้นำค่านั้นไปตรวจสอบกับค่าระดับมาตรฐานที่มาจากโรงงาน

บทที่ 3

วิธีการวิเคราะห์

3.1 แหล่งข้อมูล

คณะผู้วิเคราะห์ได้ทำการสำรวจเก็บตัวอย่างข้อมูลอย่างละเอียดจากจำนวนเครื่องปรับอากาศประเภทแยกส่วนทั้งหมดที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศที่ได้ติดตั้งใช้งานภายในอาคารควบคุม จำนวน 4 อาคาร ของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล โดยบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานจากการวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเครื่อง หรือจากฉลากแสดงรายละเอียดของผู้ผลิต รวมทั้งค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน สำหรับข้อมูลด้านประวัติการติดตั้งและเลขทะเบียนพัสดุของเครื่องปรับอากาศ ใช้วิธีการศึกษารายละเอียดและเก็บข้อมูลจากงานพัสดุ สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

คณะผู้วิเคราะห์มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนางานและนำเสนอ โดยทำการสำรวจจำนวนและปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจากจำนวนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคารควบคุมทั้ง 4 อาคาร ได้แก่

- 1) อาคารศรัทธา หล่ออารีย์สุวรรณ
- 2) อาคารจำลอง หะริณสุต
- 3) อาคารตระหนักจิต หะริณสุต
- 4) อาคารสันต์ศิริ ศรมณี

โดยจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อมูล จำนวนปีที่ใช้งาน ผลการคำนวณจากการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลังจากการเปลี่ยน จำนวนความสามารถของเครื่องปรับอากาศที่ทำความเย็นได้ คือขนาดบีทียูของเครื่องปรับอากาศ (BTU) ซึ่งเป็นขนาดบีทียูเดียวกันของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม และเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ที่ต้องนำมาติดตั้งทดแทน รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ (ระบบอินเวอร์เตอร์) ที่จะนำมาติดตั้งทดแทน เพื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินผลความคุ้มค่าและผลประโยชน์ที่ได้ ทั้งนี้คณะผู้วิเคราะห์ใช้เกณฑ์การศึกษากับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี มาคำนวณ

เนื่องจากปัจจุบัน เทคโนโลยีของการผลิตเครื่องปรับอากาศเปลี่ยนแปลงไปสู่ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นและประหยัดพลังงาน รวมทั้งการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม คณะผู้วิเคราะห์ทำการคำนวณต้นทุนและความคุ้มค่าของการลงทุนเพื่อประเมินค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคุ้มทุน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับผู้บริหาร อันเป็นประโยชน์ของหน่วยงานต่อไป

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ

คณะผู้วิเคราะห์คำนวณตัวเลขที่จำเป็น ได้แก่ จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน ชั่วโมงที่ใช้ในแต่ละวัน และวันทำงานในแต่ละปี จำนวนค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุน โดยคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจาก กำลังไฟฟ้า ที่ใช้ X จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน X จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี X Factor การทำงานเฉลี่ย X ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย กิโลวัตต์ ชั่วโมง โดยเขียนสูตรได้ดังนี้

สูตรคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ ปี)

ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ปี)

$$= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} \\ \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน} \\ \times \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี} \\ \times \text{Factor การทำงานเฉลี่ย} \\ \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)}$$

จากนั้นนำมาคำนวณเพื่อเข้าสู่สูตรความคุ้มค่าการลงทุน เพื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุน เพื่อนำเสนอเป็นตัวเลข ระยะเวลาเป็น ปี เดือนและวันตามลำดับ ดังแสดงในสูตรความคุ้มค่าการลงทุนตามระยะเวลาคืนทุน คณะผู้วิเคราะห์ได้นำเงินลงทุนเป็นจำนวนบาท มาตั้งแล้วหารด้วยผลประโยชน์ที่มีหน่วยเป็นบาทต่อปี มาเป็นตัวหารเพื่อได้ค่าระยะคืนทุน ต่อปี ตามทฤษฎีหลักการทางเศรษฐศาสตร์การหาระยะคืนทุน จะเอาเงินลงทุนเบื้องต้นตั้งแล้วหารรายได้สุทธิเฉลี่ยตลอดปีมาเป็นตัวหารนั้น และในการหาระยะคืนทุนของพลังงานเราสามารถนำผลประโยชน์ต่อปีมาหารแทนรายได้สุทธิเฉลี่ยตลอดปีได้ตามหลักทฤษฎี

สูตรการคำนวณความคุ้มค่าการลงทุนตามระยะเวลาคืนทุน

การลงทุนนี้สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้จากคำนวณจากเงินลงทุนที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ในการศึกษานี้ หารด้วยผลประโยชน์ที่คำนวณได้จากประมาณการค่าใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ประมาณการค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ มีหน่วยเป็นปี จากสูตร

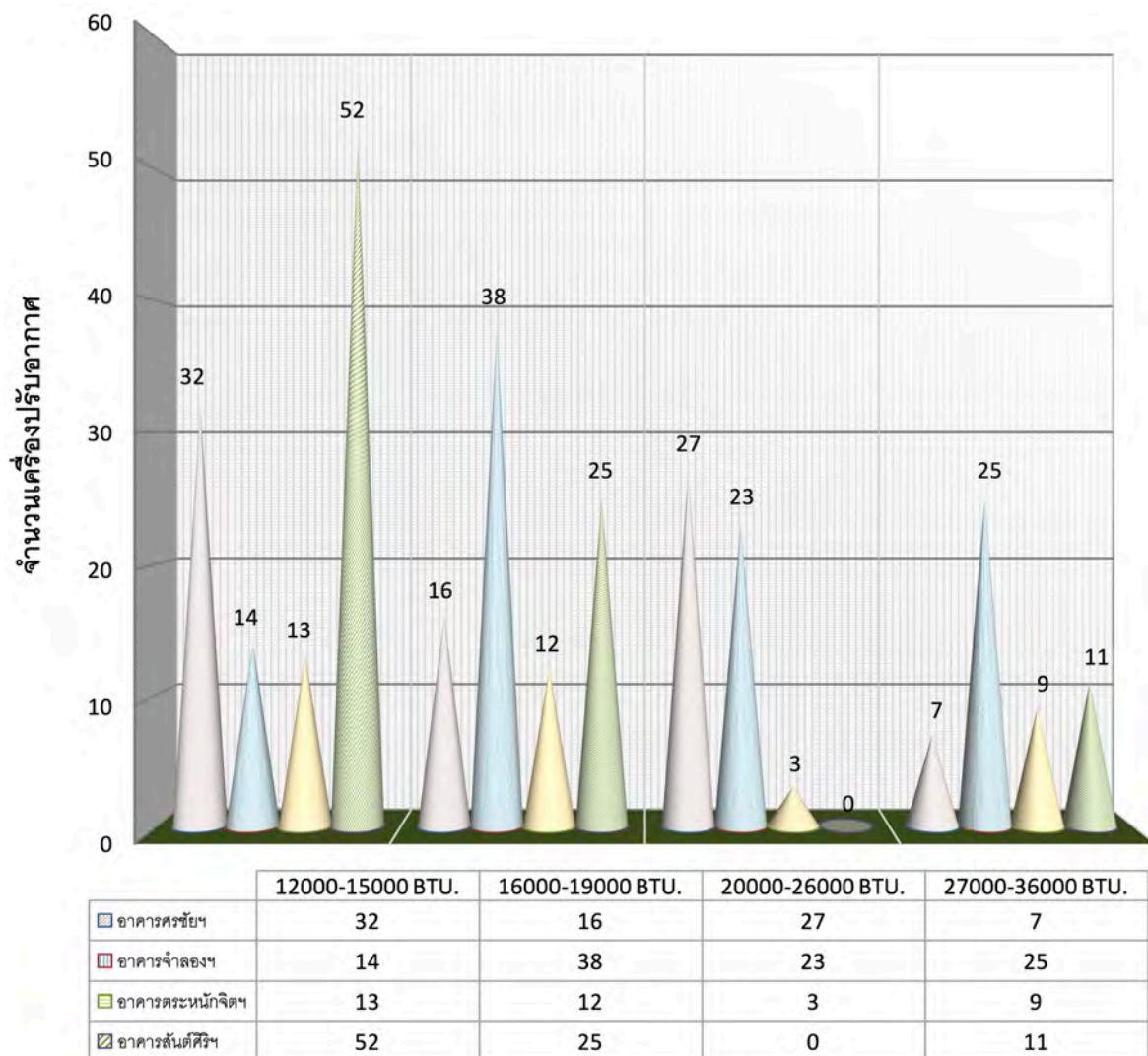
$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุน (บาท/ปี)}}{\text{ผลประโยชน์ (บาท/ปี)}}$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศ

คณะผู้วิเคราะห์ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนกรกฎาคม 2560 โดยสำรวจเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ภายในอาคารควบคุม ได้แก่ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ อาคารสันติศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่ามีเครื่องปรับอากาศเดิมที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง ดังแสดงรายละเอียดจำแนกตามกลุ่มปีติยูในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 กราฟแสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ในอาคารควบคุม จำแนกตามกลุ่มปีติยู

4.1.1 ผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศจำแนกตามกลุ่มปีที่ย

จากภาพที่ 4-1 จำแนกตามกลุ่มปีที่ย ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1. เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดปีที่ยน้อยกว่า 15,000 ปีที่ย จำนวน 111 เครื่อง

- อาคารศรชัยฯ 32 เครื่อง
- อาคารจำลองฯ 14 เครื่อง
- อาคารตระหนักจิตฯ 13 เครื่อง
- อาคารสันต์ศิริฯ 52 เครื่อง

รวมเป็นจำนวน 111 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 37.37 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

กลุ่มที่ 2. เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดปีที่ย 16,000 – 19,000 ปีที่ย จำนวน 91 เครื่อง

- อาคารศรชัยฯ 16 เครื่อง
- อาคารจำลองฯ 38 เครื่อง
- อาคารตระหนักจิตฯ 12 เครื่อง
- อาคารสันต์ศิริฯ 25 เครื่อง

รวมเป็นจำนวน 91 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 30.64 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

กลุ่มที่ 3. เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดปีที่ย 20,000 – 26,000 ปีที่ย จำนวน 43 เครื่อง

- อาคารศรชัยฯ 17 เครื่อง
- อาคารจำลองฯ 23 เครื่อง
- อาคารตระหนักจิตฯ 3 เครื่อง

รวมเป็นจำนวน 43 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 14.48 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

กลุ่มที่ 4. เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดปีที่ยมากกว่า 26,000 ปีที่ย จำนวน 52 เครื่อง

- อาคารศรชัยฯ 7 เครื่อง
- อาคารจำลองฯ 25 เครื่อง
- อาคารตระหนักจิตฯ 9 เครื่อง
- อาคารสันต์ศิริฯ 11 เครื่อง

รวมเป็นจำนวน 52 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 17.51 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

จากการแบ่งกลุ่ม 1-4 ตามขนาดปีที่ยของเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง พบว่าส่วนใหญ่มีขนาดปีที่ยน้อยกว่า 20,000 ปีที่ย เป็นจำนวน 202 เครื่องคิดเป็นร้อยละ 68.01 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด และขนาดมากกว่า 20,000 ปีที่ย เป็นจำนวน 95 เครื่องคิดเป็นร้อยละ 31.99 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

4.1.2 ผลการสำรวจเครื่องปรับอากาศจำแนกตามการใช้ไฟฟ้าและประมาณค่าใช้ไฟฟ้า

คณะผู้วิเคราะห์นำค่าดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนก่อนและหลังปรับเปลี่ยนมาใช้คำนวณตามตารางที่ 4-1 ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับติดตามวัดค่าการทำงานให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา โดยใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบหากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังปรับเปลี่ยน



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

การเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ

ก่อนเปลี่ยน			หลังเปลี่ยน			
ปีที่	ค่า EER	kW/Ton	ปีที่	ค่า EER	kW/Ton	% การประหยัด
10	7.60	1.58	1	11.60	1.03	35%
13	7.14	1.68	2	11.60	1.03	38%
14	6.81	1.76	3	11.37	1.06	41%
15	6.48	1.85	4	11.15	1.08	43%
16	6.15	1.95	5	10.93	1.10	45%
17	5.95	2.02	6	10.61	1.13	46%
18	5.75	2.09	7	10.30	1.16	46%
19	5.55	2.16	8	10.20	1.16	46%

▶ 47

จากตารางที่ 4-1 คณะผู้วิเคราะห์ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องปรับอากาศที่มีอายุใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่องนั้น เห็นได้ว่าเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานตั้งแต่ 10 ปี ไปจนถึง 20 ปี แต่ละเครื่องมีจำนวนปีใช้งานต่างกันออกไป คณะผู้วิเคราะห์จึงนำค่าระหว่างปีที่ 10 ถึง ปีที่ 19 ของกำลังไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน คือค่าของปีที่ 15 เท่ากับ 1.85 กิโลวัตต์/ตัน มาใช้คำนวณ และเพื่อหาความแตกต่างในส่วนกำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยนนั้น คณะผู้วิเคราะห์เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงด้านความประหยัดนั้นจะเห็นผลประหยัดทันทีในปีแรกหลังจากติดตั้ง จึงนำค่ากำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยนในปีที่ 1 เท่ากับ 1.03 กิโลวัตต์/ตัน มาใช้คำนวณ ทั้งนี้หากมีความประสงค์ที่จะคำนวณหาผลประหยัดในปีถัดไปหรือปีอื่น ๆ สามารถนำค่ากำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยนในปีที่ต้องการมาใช้แทนในสูตรได้

คณะผู้วิเคราะห์ได้ทำการสำรวจเบื้องต้น และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ ขนาด จำนวน กำลังไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน กำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน ค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน ค่าไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน ส่วนประหยัด ค่าใช้จ่ายแอร์ใหม่ และระยะเวลาคัมทุน (ปี)

ประมาณการค่าไฟฟ้าคำนวณค่าไฟฟ้าโดยอ้างอิงจากการคำนวณการใช้พลังงานเดิม เช่น ชั่วโมงการใช้งาน แต่อัตราการใช้พลังงานได้จากคุณสมบัติที่ระบุไว้ในฉลากสินค้าซึ่งได้รับรองจากระบบมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งระบุถึงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า ชนิดของน้ำยาทำความเย็นซึ่งได้พัฒนาปรับเปลี่ยนจากเดิมซึ่งใช้น้ำยาชนิด R22 สารทำความเย็นซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากในการเคลื่อนย้ายความร้อน เปรียบเทียบกับน้ำยาชนิด R410A และ R32 ซึ่งมีความดันในระบบมากกว่าแต่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าในการพาความร้อนที่เท่ากับน้ำยาเดิม ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยนจึงคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยนมากดังแสดงในตาราง 4-2 ถึง ตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-2 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารศรชัยฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร

บริเวณ ใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 2	12,000	12	1.85	1.03	141,295.72	78,667.35	62,628.37	295,320	4.7
	20,000	4	3.08	1.72	78,497.62	43,704.08	34,793.54	151,940	4.4
	24,000	5	3.70	2.06	117,746.43	65,556.12	52,190.31	189,925	3.6
	25,800	2	3.98	2.21	50,630.97	28,189.13	22,441.83	75,970	3.4
	30,000	3	4.63	2.58	88,309.82	49,167.09	39,142.73	130,005	3.3
	36,000	2	5.55	3.09	70,647.86	39,333.67	31,314.19	86,670	2.8
ชั้น 4	12,000	10	1.85	1.03	117,746.43	65,556.12	52,190.31	246,100	4.7
	12,500	5	1.93	1.07	61,326.27	34,143.81	27,182.45	123,050	4.5
	16,100	2	2.48	1.38	31,595.29	17,590.89	14,004.40	67,410	4.8
ชั้น 5	13,000	2	2.00	1.12	25,511.73	14,203.83	11,307.90	49,220	4.4
	15,000	1	2.31	1.29	14,718.30	8,194.52	6,523.79	24,610	3.8
	16,100	9	2.48	1.38	142,178.82	79,159.02	63,019.80	303,345	4.8
	18,000	1	2.78	1.55	17,661.96	9,833.42	7,828.55	33,705	4.3
	19,000	1	2.93	1.63	18,643.19	10,379.72	8,263.47	33,705	4.1
	28,300	1	4.36	2.43	27,768.53	15,460.32	12,308.21	43,335	3.5
ชั้น 6	13,000	2	2.00	1.12	25,511.73	14,203.83	11,307.90	49,220	4.4
	19,000	3	2.93	1.63	55,929.56	31,139.16	24,790.40	101,115	4.1
	22,000	2	3.39	1.89	43,173.69	24,037.24	19,136.45	75,970	4.0
	24,000	1	3.70	2.06	23,549.29	13,111.22	10,438.06	37,985	3.6
	25,000	3	3.85	2.15	73,591.52	40,972.58	32,618.94	113,955	3.5
	36,000	1	5.55	3.09	35,323.93	19,666.84	15,657.09	43,335	2.8
รวม	1,285,5000	72	-	-	1,261,358.12	702,264.11	559,094.01	2,275,890	4.1

จากตารางที่ 4-2 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารศรชัยฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคารและ
การใช้งาน ดังนี้

- ชั้น 1 และชั้น 2 เป็นพื้นที่ให้บริการเกี่ยวกับการรักษาพยาบาล จะเห็นได้ว่าชั้นที่ 1 จะไม่มีรายการที่ต้อง
ปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเนื่องจากการได้มีการปรับปรุงพื้นที่ไปเมื่อ 4 ปีที่แล้ว (เมื่อพ.ศ. 2557) จึงไม่อยู่ใน
เงื่อนไขในครั้งนี้
- ชั้น 3 เป็นพื้นที่ใช้เกี่ยวกับการเรียนการสอนการใช้พื้นที่ของห้องจะเป็นครั้งคราวและมีการปรับปรุงพื้นที่เมื่อ
4 ปีที่แล้ว (เมื่อพ.ศ. 2557) ไม่อยู่ในเงื่อนไขในครั้งนี้
- ชั้น 4 เป็นพื้นที่ของภาควิชาส่วนใหญ่จะเป็นห้องทำงานอาจารย์การใช้งานจะใช้เวลาปกติคือ 8.30-16.30 น.
- ชั้น 5 และชั้น 6 เป็นพื้นที่หอพักรับรองการใช้งานจะใช้เวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 4-3 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารจำลองฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร

บริเวณ ใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 1	18,000	1	2.78	1.55	17,661.96	9,833.42	7,828.55	33,705	4.3
ชั้น 2	12,000	4	1.85	1.03	47,098.57	26,222.45	20,876.12	98,440	4.7
	13,000	1	2.00	1.12	12,755.86	7,101.91	5,653.95	24,610	4.4
	18,000	3	2.78	1.55	52,985.89	29,500.25	23,485.64	101,115	4.3
	24,000	5	3.70	2.06	117,746.43	65,556.12	52,190.31	189,925	3.6
	30,000	1	4.63	2.58	29,436.61	16,389.03	13,047.58	43,335	3.3
	33,000	2	5.09	2.83	64,760.54	36,055.87	28,704.67	86,670	3.0
	36,000	10	5.55	3.09	353,239.30	196,668.36	156,570.93	433,350	2.8
ชั้น 4	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	18,000	2	2.78	1.55	35,323.93	19,666.84	15,657.09	67,410	4.3
	24,000	1	3.70	2.06	23,549.29	13,111.22	10,438.06	37,985	3.6
	36,000	3	5.55	3.09	105,971.79	59,000.51	46,971.28	130,005	2.8
ชั้น 5	13,000	1	2.00	1.12	12,755.86	7,101.91	5,653.95	24,610	4.4
	18,000	1	2.78	1.55	17,661.96	9,833.42	7,828.55	33,705	4.3
	24,000	5	3.70	2.06	117,746.43	65,556.12	52,190.31	189,925	3.6
ชั้น 6	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	16,000	2	2.47	1.37	31,399.05	17,481.63	13,917.42	67,410	4.8
	24,000	2	3.70	2.06	47,098.57	26,222.45	20,876.12	75,970	3.6
	36,000	2	5.55	3.09	70,647.86	39,333.67	31,314.19	86,670	2.8
ชั้น 8	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	13,000	1	2.00	1.12	12,755.86	7,101.91	5,653.95	24,610	4.4
	16,000	1	2.47	1.37	15,699.52	8,740.82	6,958.71	33,705	4.8
ชั้น 8	18,000	10	2.78	1.55	176,619.65	98,334.18	78,285.47	337,050	4.3
	24,000	1	3.70	2.06	23,549.29	13,111.22	10,438.06	37,985	3.6
	36,000	1	5.55	3.09	35,323.93	19,666.84	15,657.09	43,335	2.8
ชั้น 9	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	18,000	6	2.78	1.55	105,971.79	59,000.51	46,971.28	202,230	4.3
	24,000	3	3.70	2.06	70,647.86	39,333.67	31,314.19	113,955	3.6
	36,000	2	5.55	3.09	70,647.86	39,333.67	31,314.19	86,670	2.8
ชั้น 10	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	13,000	1	2.00	1.12	12,755.86	7,101.91	5,653.95	24,610	4.4
	18,000	9	2.78	1.55	158,957.68	88,500.76	70,456.92	303,345	4.3
	24,000	6	3.70	2.06	141,295.72	78,667.35	62,628.37	227,910	3.6
	30,000	2	4.63	2.58	58,873.22	32,778.06	26,095.16	86,670	3.3
	36,000	2	5.55	3.09	70,647.86	39,333.67	31,314.19	86,670	2.8

ตารางที่ 4-3 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารจำลองฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร (ต่อ)

บริเวณใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 11	12,000	1	1.85	1.03	11,774.64	6,555.61	5,219.03	24,610	4.7
	18,000	2	2.78	1.55	35,323.93	19,666.84	15,657.09	67,410	4.3
ลิฟท์	18,000	1	2.78	1.55	17,661.96	9,833.42	7,828.55	33,705	4.3
รวม	2,278,000	100	-	-	2,235,219.77	1,244,473.71	990,746.06	3,582,360	3.6

จากตารางที่ 4-3 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารจำลองฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคารและ
การใช้งานดังนี้

- ชั้น 1 เป็นพื้นที่ของโรงอาหารส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และมีเพียง 1 เครื่องสำหรับห้องควบคุมระบบเท่านั้น
- ชั้น 2 เป็นพื้นที่ที่ให้บริการเกี่ยวกับการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์
- ชั้น 3-5 เป็นพื้นที่ใช้สอยการเรียนการสอนของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน และชั้น 3 ได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศใหม่ทั้งหมดแล้ว
- ชั้น 6-9 เป็นพื้นที่ของภาควิชาต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเป็นห้องทำงานของอาจารย์การใช้งานในเวลาปกติ คือ เวลา 8.30-16.30 น.
- ชั้น 7 ได้ดำเนินการปรับเมื่อ 7 ปีที่ผ่านมา (เมื่อพ.ศ. 2554)
- ชั้น 10 เป็นพื้นที่ของศูนย์ทดสอบวัดชิ้นการใช้งานของพื้นที่จะเป็นครั้งคราว
- ชั้น 11 เป็นพื้นที่เช่าให้บริการของหน่วยงานต่างประเทศ คือ Worldwide Antimalarial Resistance Network (WWARN)

ตารางที่ 4-4 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารตระหนักจิตฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร

บริเวณใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 1	12,000	3	1.85	1.03	35,323.93	19,666.84	15,657.09	73,830	4.7
	18,000	4	2.78	1.55	70,647.86	39,333.67	31,314.19	134,820	4.3
ชั้น 2	12,000	2	1.85	1.03	23,549.29	13,111.22	10,438.06	49,220	4.7
	12,500	1	1.93	1.07	12,265.25	6,828.76	5,436.49	24,610	4.5
	16,000	2	2.47	1.37	31,399.05	17,481.63	13,917.42	67,410	4.8
	33,400	1	5.15	2.87	32,772.76	18,246.45	14,526.30	43,335	3.0

ตารางที่ 4-4 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารตระหนักจิตฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร (ต่อ)

บริเวณ ใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 8-9	12,500	7	1.93	1.07	85,856.77	47,801.34	38,055.43	172,270	4.5
	18,000	3	2.78	1.55	52,985.89	29,500.25	23,485.64	101,115	4.3
	18,300	3	2.82	1.57	53,868.99	29,991.93	23,877.07	101,115	4.2
	20,000	1	3.08	1.72	19,624.41	10,926.02	8,698.39	37,985	4.4
	25,800	2	3.98	2.21	50,630.97	28,189.13	22,441.83	75,970	3.4
	28,300	7	4.36	2.43	194,379.73	108,222.23	86,157.50	303,345	3.5
	33,400	1	5.15	2.87	32,772.76	18,246.45	14,526.30	43,335	3.0
รวม	709,400	37	-	-	696,077.66	387,545.94	308,531.72	1,228,360	4.0

จากตารางที่ 4-4 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารตระหนักจิตฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร และการใช้งาน ดังนี้

- ชั้น 1 เป็นพื้นที่ให้บริการหน่วยเวชศาสตร์แผนไทย
- ชั้น 2 เป็นพื้นที่ภาควิชาพยาธิวิทยาเขตร้อน ที่ใช้เป็นการเรียน การสอน และวิจัย
- ชั้น 3 เป็นพื้นที่ของสำนักงานโรงเรียนผู้ช่วยพยาบาล จะเห็นได้ว่าไม่มีรายการของการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเลย เนื่องจากมีการปรับปรุงพื้นที่ดังกล่าวเมื่อ 4 ปีที่ผ่านมา (เมื่อพ.ศ. 2557)
- ชั้น 4-5 เป็นเวิร์ด (ผู้ป่วยใน) ให้บริการผู้สูงอายุและเวิร์ดทดสอบวัคซีน (ได้ดำเนินการปรับปรุงพื้นที่เมื่อ พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557 ตามลำดับ)
- ชั้น 6-9 เป็นพื้นที่ของภาควิชา การใช้งานพื้นที่ใช้ในเวลากลางคืน โดยชั้น 6-7 ที่ไม่มีรายการของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากมีการปรับปรุงพื้นที่เมื่อ 6 ปีที่ผ่านมา (เมื่อพ.ศ. 2555) และชั้น 7 (เมื่อพ.ศ. 2558) จึงไม่อยู่ในเงื่อนไขปรับเปลี่ยนในครั้งนี้

ตารางที่ 4-5 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารสันต์ศิริฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร

บริเวณ ใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 1	18000	4	2.78	1.55	70,647.86	39,333.67	31,314.19	134,820	4.3
ชั้น 2	13,000	24	2.00	1.12	306,140.72	170,445.92	135,694.81	590,640	4.4
	18,000	7	2.78	1.55	123,633.75	68,833.93	54,799.83	235,935	4.3
	30,000	3	4.63	2.58	88,309.82	49,167.09	39,142.73	130,005	3.3
ชั้น 3	13,000	11	2.00	1.12	140,314.50	78,121.04	62,193.45	270,710	4.4
	18,000	5	2.78	1.55	88,309.82	49,167.09	39,142.73	168,525	4.3
	30,000	7	4.63	2.58	206,056.26	114,723.21	91,333.04	303,345	3.3

ตารางที่ 4-5 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารสันต์ศิริฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร (ต่อ)

บริเวณ ใช้งาน	ขนาด BTU/hr	จำนวน	กำลังไฟฟ้า ก่อนปรับปรุง (kW)	กำลังไฟฟ้า หลังปรับปรุง (kW)	ค่าไฟฟ้าก่อน ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าหลัง ปรับเปลี่ยน (บาท/ปี)	ส่วนประหยัด (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายแอร์ ใหม่ (บาท)	ระยะคุ้ม ทุน (ปี)
ชั้น 4	13,000	17	2.00	1.12	216,849.68	120,732.52	96,117.15	418,370	4.4
	18,000	9	2.78	1.55	158,957.68	88,500.76	70,456.92	303,345	4.3
	28,000	1	4.32	2.40	27,474.17	15,296.43	12,177.74	43,335	3.6
รวม	1,454,000	88	-	-	1,426,694.27	794,321.67	632,372.59	2,599,030	4.1

จากตารางที่ 4-5 จำแนกคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศในอาคารสันต์ศิริฯ แบ่งตามพื้นที่ของอาคาร และการใช้งาน ดังนี้

- ชั้น 1 เป็นพื้นที่ของหน่วยซ่อมบำรุง งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม
- ชั้น 2-4 เป็นพื้นที่ของภาควิชาใช้ในการเรียน การสอน การวิจัย
- ชั้น 5-7 เป็นพื้นที่ของหอสมุดมหาวิทยาลัยมหิดล (ไม่ได้ใช้ในการดูแลของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน)
- ชั้น 8-9 ได้ปรับปรุงพื้นที่ใหม่ชั้น 8 (เมื่อพ.ศ. 2558) และชั้น 9 (เมื่อพ.ศ. 2560) เป็นหน่วยงาน Malaria Consortium, Mahidol Oxford Tropical Medicine Research Unit (MORU) และศูนย์ทดสอบวัคซีน ตามลำดับ จึงไม่มีรายการเครื่องปรับอากาศที่ต้องปรับเปลี่ยนในครั้งนี้

4.2 ผลการประมาณการค่าไฟฟ้ารวม

การคำนวณต้นทุนของเครื่องปรับอากาศทดแทน ตลอดจนค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากราคาเครื่องปรับอากาศที่คณะผู้วิเคราะห์คิดก่อนปรับเปลี่ยนคิดค่าเสื่อมราคา ดังนั้นเมื่อเครื่องปรับอากาศมีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี จึงมีค่าเท่ากับ 1 บาท [13] อย่างไรก็ตามสำหรับการปรับเปลี่ยนเราอาจจะคิดราคาเท่ากับ 0 บาทก็ได้เพราะเมื่อเปลี่ยนแล้วเครื่องปรับอากาศเดิมจะไม่มีราคาเลย

4.2.1 ต้นทุนของเครื่องปรับอากาศทดแทน

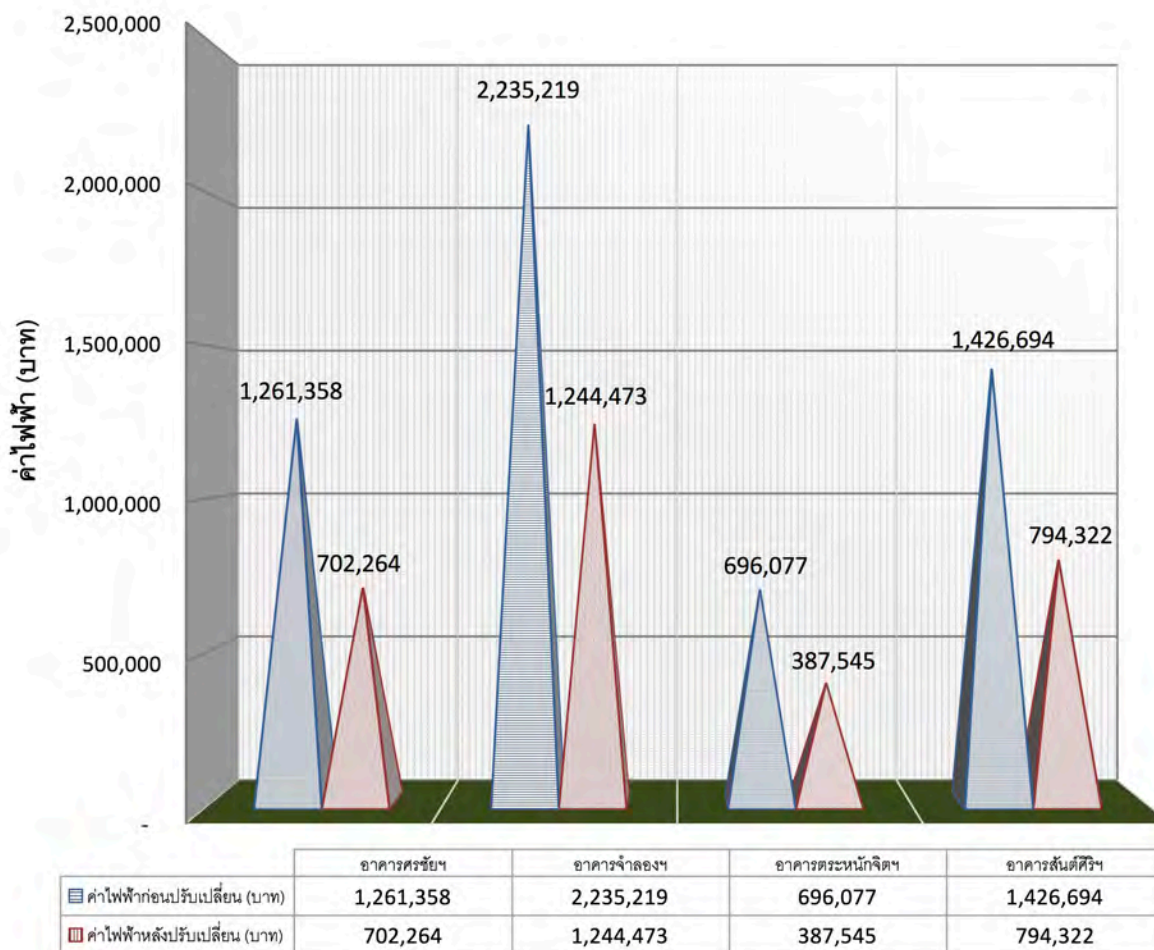
จากตารางที่ 4-2 ถึง ตารางที่ 4-5 แสดงถึงการประมาณการรายจ่ายในการจัดซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ เป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่อง โดยคำนวณราคาจำแนกตามขนาดของพื้นที่ของเครื่องปรับอากาศดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 15,000 บีทียู จำนวน 111 เครื่อง
คิดเป็นเงินเท่ากับ 2,731,710 บาท (สองล้านเจ็ดแสนสามหมื่นหนึ่งพันเจ็ดร้อยสิบบาทถ้วน)
- กลุ่มที่ 2 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพื้นที่ 16,000 – 19,000 บีทียู จำนวน 91 เครื่อง
คิดเป็นเงินเท่ากับ 3,067,155 บาท (สามล้านหกหมื่นเจ็ดพันหนึ่งร้อยห้าสิบบาทถ้วน)
- กลุ่มที่ 3 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพื้นที่ 20,000 – 26,000 บีทียู จำนวน 43 เครื่อง
คิดเป็นเงินเท่ากับ 1,633,355 บาท (หนึ่งล้านหกแสนสามหมื่นสามพันสามร้อยห้าสิบบาทถ้วน)
- กลุ่มที่ 4 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพื้นที่ มากกว่า 26,000 บีทียู จำนวน 52 เครื่อง
คิดเป็นเงินเท่ากับ 2,253,420 บาท (สองล้านสองแสนห้าหมื่นสามพันสี่ร้อยยี่สิบบาทถ้วน)

สรุปรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของการจัดซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ เป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่อง คิดเป็นเงิน 9,685,640 บาท (เก้าล้านหกแสนแปดหมื่นห้าพันหกร้อยสี่สิบบาทถ้วน)

4.2.2 ผลต่างค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

สำหรับค่าไฟฟ้าสามารถคำนวณเพื่อแสดงความแตกต่างของปริมาณค่าไฟฟ้าที่คาดว่าจะลดลงหลังจากปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์แล้ว โดยแสดงผลการคำนวณประมาณการค่าไฟฟ้าก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์จำแนกตามอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 กราฟแสดงปริมาณการค่าไฟฟ้าเปรียบเทียบแสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้าก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

จากภาพที่ 4-2 จำแนกตามอาคารดังนี้

- อาคารศรัทธา ค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน 1,261,358 บาท
หลังปรับเปลี่ยน 702,264 บาท ผลประหยัด 559,094 บาทต่อปี
- อาคารจำลองฯ ค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน 2,235,219 บาท
หลังปรับเปลี่ยน 1,244,473 บาท ผลประหยัด 990,746 บาทต่อปี
- อาคารตระหนักจิตฯ ค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน 696,077 บาท
หลังปรับเปลี่ยน 387,545 บาท ผลประหยัด 308,532 บาทต่อปี
- อาคารสันต์ศิริฯ ค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน 1,426,694 บาท
หลังปรับเปลี่ยน 794,322 บาท ผลประหยัด 632,372 บาทต่อปี

จากกราฟทั้ง 4 อาคารจะเห็นได้ว่าประมาณการค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจะมีค่าผลต่างที่ลดลงรวมเป็นจำนวนเงิน 2,490,744 บาท (สองล้านสี่แสนเก้าหมื่นเจ็ดร้อยสี่สิบบาทถ้วน) ผลประหยัดคิดเป็นร้อยละ 44.32 ของค่าไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน

4.3 ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

จะมีหัวข้อเรื่องด้วยกัน 4 หัวข้อดังนี้

- การประมาณการค่าใช้จ่ายก่อนปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ
- การประมาณการค่าใช้จ่ายหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ
- ผลประหยัด
- ระยะเวลาคืนทุน

4.3.1 การประมาณการค่าใช้จ่ายก่อนปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

- หาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีปีทียูรวม 5,726,900 ปีทียู/ชั่วโมง โดยต้องการหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ตัน) คำนวณได้จากสูตร

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)

$$= \text{ผลรวมของปีทียูทั้งหมด (QBTU)} \\ \times \text{ค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์/ตัน)} \\ \div \text{แอร์ 1 ตันความเย็น (ปีทียู/ชั่วโมง)}$$

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)

$$\text{ผลรวมของปีทียูทั้งหมด (QBTU)} = 5,726,900 \text{ ปีทียู/ชั่วโมง}$$

$$\text{ค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน} = 1.85 \text{ กิโลวัตต์ (เฉลี่ย 10-19 ปีโดยใช้ค่าดัชนีปีที่ 15)}$$

$$\text{ค่าแอร์ 1 ตันความเย็น} = 12,000 \text{ ปีทียู/ชั่วโมง}$$

แทนค่าในสูตร

$$= 5,726,900 \times 1.85 \div 12,000$$

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยน} = 882.8970 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน}$$

- หาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปีของเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง เมื่อคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน) จึงสามารถหาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปี คำนวณได้จากสูตร

ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ปี)

$$\begin{aligned}
 &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)} \\
 &\quad \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน} \\
 &\quad \times \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี} \\
 &\quad \times \text{Factor การทำงานเฉลี่ย} \\
 &\quad \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)}
 \end{aligned}$$

ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ปี)

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)} &= 882.8970 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน} \\
 \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน} &= 8 \text{ ชั่วโมง/วัน} \\
 \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี} &= 248 \text{ วัน/ปี} \\
 \text{Factor การทำงานเฉลี่ย} &= 0.8 \\
 \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี)} &= 4.01 \text{ บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 &= 882.8970 \times 8 \times 248 \times 0.8 \times 4.01 \\
 \text{ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปี} &= 5,619,349.81 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

สรุปประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้าก่อนการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

เท่ากับ 5,619,349.81 บาท/ปี (ห้าล้านหกแสนหนึ่งหมื่นเก้าพันสามร้อยสี่สิบเก้าบาทแปดสิบเอ็ดสตางค์ต่อปี)

4.3.2 การประมาณการค่าใช้จ่ายหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

- หาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศคำนวณจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่อง มีขนาดบิตูรวม 5,726,900 บิตู/ชั่วโมง โดยต้องการหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน) คำนวณได้จากสูตร

กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)

$$\begin{aligned}
 &= \text{ผลรวมของบิตูทั้งหมด (QBTU)} \\
 &\quad \times \text{ค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์/ตัน)} \\
 &\quad \div \text{แอร์ 1 ตันความเย็น (บิตู/ชั่วโมง)}
 \end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)

$$\begin{aligned}
 \text{ผลรวมของบิตูทั้งหมด (QBTU)} &= 5,726,900 \text{ บิตู/ชั่วโมง} \\
 \text{ค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน} &= 1.03 \text{ (ใช้ค่าดัชนีกำลังไฟฟ้าของปีที่ 1)} \\
 \text{ค่าแอร์ 1 ตันความเย็น} &= 12,000 \text{ บิตู/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} &= 5,726,900 \times 1.03 \div 12,000 \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยน} &= 491.558 \text{ กิโลวัตต์/ตัน} \end{aligned}$$

- หาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปีของเครื่องปรับอากาศคำนวณจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่อง เมื่อคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน) จึงสามารถหาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปี คำนวณได้จากสูตร

ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ปี)

$$\begin{aligned} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)} \\ &\quad \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน} \\ &\quad \times \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี} \\ &\quad \times \text{Factor การทำงานเฉลี่ย} \\ &\quad \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง)} \end{aligned}$$

ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (บาท/ปี)

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับเปลี่ยน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตัน)} &= 491.558 \text{ กิโลวัตต์/ตัน} \\ \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน} &= 8 \text{ ชั่วโมง/วัน} \\ \text{จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี} &= 248 \text{ วัน/ปี} \\ \text{Factor การทำงานเฉลี่ย} &= 0.8 \\ \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี)} &= 4.01 \text{ บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} &= 491.558 \times 8 \times 248 \times 0.8 \times 4.01 \\ \text{ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเป็นบาทต่อปี} &= 3,128,605.43 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

สรุปประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้าหลังการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

เท่ากับ **3,128,605.43 บาท/ปี** (สามล้านหนึ่งแสนสองหมื่นแปดพันหกร้อยห้าบาทสี่สิบบาทสามสตางค์ต่อปี)

4.3.3 ผลประหยัด

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= \text{ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน} - \text{ประมาณการค่าใช้จ่ายไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน} \\ &= 5,619,349.81 - 3,128,605.43 \text{ บาท/ปี} \\ \text{ผลประหยัด} &= 2,490,744.38 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

สรุปผลประหยัดของประมาณการค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ คิดเป็นจำนวนเงินเท่ากับ **2,490,744.38 บาท/ปี** (สองล้านสี่แสนเก้าหมื่นเจ็ดร้อยสี่สิบบาทสามสิบบาทสามสตางค์ต่อปี)

4.3.4 ระยะเวลาคืนทุน

การลดค่าใช้จ่ายจากค่าไฟฟ้าโดยการลดค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งกำหนดเป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ให้มีการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเดิมที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ภายในอาคารควบคุมเป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์นั้น ต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ ทดแทนของเดิมจำนวน 297 เครื่อง

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์ (บาท/ปี)}}$$

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 297 เครื่อง ในวงเงินลงทุนทั้งหมด 9,685,640.00 บาท

ผลประโยชน์ที่ได้จากส่วนต่างของประมาณการค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก่อนและหลังปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ 2,490,744.38 บาท/ปี

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าระยะเวลาคืนทุน} &= 9,685,640.00 \text{ บาท} \div 2,490,744.38 \text{ บาท/ปี} \\ &= 3.88 \text{ ปี หรือ 3 ปี 10 เดือน 17 วัน} \end{aligned}$$

สรุประยะเวลาคืนทุนในการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ อยู่ที่ 3 ปี 10 เดือน 17 วัน

ตารางที่ 4-6 สรุปข้อมูลการคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	การปรับปรุงโดย เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	หน่วย
1	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	N	Audit data	297	เครื่อง
2	คิดเป็นความสามารถในการ ทำความเย็นทั้งหมด	Q_{BTU}	Audit data	5,726,900	บีทียู
3	คิดเป็นความสามารถในการ ทำความเย็นทั้งหมด	Q_{ton}	Audit data	477.24	ตัน
4	กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งหมด	P	$(Q_{BTU})(1.85)/12,000)$	882.897	kW
5	ชั่วโมงทำงานเฉลี่ย	H_d	Audit data	8	ชั่วโมง/วัน
6	วันทำงานเฉลี่ยต่อปี	D_y	Audit data	248	วัน/ปี
7	Factor การทำงานเฉลี่ย	F	Audit data	0.80	-
8	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยไฟฟ้า 5 ปี	E_c	ข้อมูลค่าไฟฟ้า	4.01	บาท/kWh

ตารางที่ 4-6 สรุปข้อมูลการคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	การคำนวณ	การปรับปรุงโดย เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ	หน่วย
ก่อนการปรับเปลี่ยน					
9	กำลังไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน	kW_1	P	882.897	kW
10	พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับเปลี่ยน	E_1	$(kW_1)(H_d)(D_y)(F)$	1,401,334.12	kWh/ปี
11	คิดเป็นเงิน	B_1	$E_c \times E_1$	5,619,349.81	บาท/ปี
หลังการปรับเปลี่ยน					
12	กำลังไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน	kW_2	P	491.558	kW
13	พลังงานไฟฟ้าหลังปรับเปลี่ยน	E_2	$(kW_2)(H_d)(D_y)(F)$	780,200.85	kWh/ปี
14	คิดเป็นเงิน	B_2	$E_c \times E_2$	3,128,605.43	บาท/ปี
ผลประหยัด					
15	คิดเป็นเงิน	B	$B_1 - B_2$	2,490,744.38	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน					
16	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งทดแทน เครื่องปรับอากาศ	U	ข้อมูลผู้ผลิต	9,685,640.00 (เก้าล้านหกแสนแปดหมื่นห้าพันหกร้อยสี่สิบบาทถ้วน)	บาท
17	ระยะเวลาคืนทุน	PB	U/B	3.88 (3 ปี 10 เดือน 17 วัน)	ปี

จากตารางที่ 4-6 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ถ้าดำเนินการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีอายุเกิน 10 ปี จำนวน 297 เครื่องจะทำให้ลดกระแสไฟฟ้าได้ 780,200.85 หน่วย/ปี คิดเป็นเงิน 3,128,605.43 บาท/ปี (สามล้านหนึ่งแสนสองหมื่นแปดพันหกร้อยห้าบาทสี่สิบสามสตางค์ต่อปี)
2. ค่าลงทุนในการติดตั้งทดแทนเครื่องปรับอากาศใหม่ จำนวน 297 เครื่องจะใช้งบประมาณ 9,685,640.00 บาท (เก้าล้านหกแสนแปดหมื่นห้าพันหกร้อยสี่สิบบาทถ้วน)
3. จากการคำนวณจะได้ระยะเวลาคืนทุนหรือจุดคุ้มทุน เท่ากับ 3.88 ปี หมายความว่า ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจะถูกชดเชยด้วยค่าไฟฟ้าที่ลดลงในระยะเวลา 3 ปี 10 เดือน 17 วัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนภายในคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบเดิมซึ่งมีเครื่องคอมเพรสเซอร์เป็นรุ่นที่ใช้ลูกสูบและใช้พลังงานไฟฟ้ามาก [9] ขณะเดียวกันก็ผลิตความเย็นได้ดี โดยพิจารณาเปลี่ยนเฉพาะเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพต่ำ มีอายุการใช้งานมานาน การดูแลซ่อมแซมและบำรุงรักษามีค่าใช้จ่ายสูง เป็นภาระค่าใช้จ่ายของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนในอนาคต โดยจะปรับเปลี่ยนใช้เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ในอาคารควบคุม จำนวน 4 อาคาร ได้แก่ อาคารศรชัยฯ อาคารจำลองฯ อาคารตระหนักจิตฯ อาคารสันต์ศิริฯ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งมีเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง คิดเป็นปริมาณความเย็นที่ผลิตได้จำนวน 5,726,900 บีทียู/ชั่วโมง ต้องใช้กำลังไฟฟ้าจำนวน 882.897 กิโลวัตต์/ตัน โดยคำนวณจากการคิดเฉลี่ยชั่วโมงการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน และจำนวนวันการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 248 วันต่อปี จากผลการวิเคราะห์พบว่าก่อนการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะมีค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อปีเท่ากับ 5,619,349.81 บาทต่อปี (ห้าล้านหกแสนหนึ่งหมื่นเก้าพันสามร้อยสี่สิบเก้าบาทแปดสิบเอ็ดสตางค์ต่อปี) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าเมื่อได้รับการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ แล้วจะมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 3,128,605.43 บาท (สามล้านหนึ่งแสนสองหมื่นแปดพันหกร้อยห้าบาทสี่สิบสามสตางค์) คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง ปีละ 2,490,744.38 บาท (สองล้านสี่แสนเก้าหมื่นเจ็ดร้อยสี่สิบสี่บาทสามสิบแปดสตางค์) คิดเป็นร้อยละ 44.32 ของค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ โดยมีระยะเวลาคืนทุนที่ 3.88 ปี หรือเท่ากับ 3 ปี 10 เดือน 17 วัน

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ในครั้งนี้วิเคราะห์บนพื้นฐานการคำนวณจุดคุ้มทุน ในกรณีมีการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจำนวน 297 เครื่องใน 4 อาคารควบคุม ในคราวเดียวกันจะสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนได้ ดังที่คำนวณมาแล้วข้างต้น แต่ทั้งนี้คณะผู้วิเคราะห์ไม่ได้พิจารณาในด้านผลประโยชน์จากจำนวนเงินที่ลงทุน กล่าวคือไม่ได้คิดภาระดอกเบี้ยของเงินลงทุนเป็นเวลาคู่ทุน ซึ่งหมายความว่าถ้าคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนนำเงินลงทุนจำนวนนี้ไปลงทุนเพื่อให้เกิดผลกำไร จะมีผลประโยชน์จำนวนหนึ่งกลับมาที่งบประมาณของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาทางเลือกในการแบ่งเงินการลงทุนในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศให้นานขึ้น เป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ออกเป็นงวด ๆ เช่นปรับเปลี่ยนจำนวนร้อยละ 30 ของจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดในแต่ละปี จะพบว่าจุดคุ้มทุนจะยาวขึ้นแต่การลงทุนจะไม่เป็นภาระในการลงทุนค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศมากเกินไป ซึ่งจะต้องอยู่ในเงื่อนไขที่ว่าค่าพลังงานไฟฟ้า (คือปริมาณการใช้ไฟ) ต้องไม่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีหรือค่อนข้างคงที่ อีกประการหนึ่งปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (คือจำนวนวัน และจำนวนชั่วโมงในการใช้เครื่องปรับอากาศ) ในแต่ละปีต้องค่อนข้างคงที่และไม่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันด้วย

ในการจะปรับการลงทุนเป็นงวด ๆ นี้ มีตัวแปรที่ควรพิจารณาถึงลำดับความสำคัญก่อน-หลังในการตัดสินใจปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ ที่ควรคำนึงถึง ได้แก่

1) ลักษณะพื้นที่ใช้สอย อาจพิจารณาการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศก่อนในรอบปีแรก ตามกิจกรรมของพื้นที่ ว่าเป็นพื้นที่ในงานส่วนกลาง เช่น พื้นที่ใช้เพื่อการเรียนการสอน เพื่อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และหรือเพื่อการให้บริการผู้ป่วยมาก่อนพื้นที่สนับสนุนหรือพื้นที่ใช้สอยส่วนบุคคล

2) ขนาดบิทยู ขนาดบิทยูของเครื่องปรับอากาศแปรผันโดยตรงกับขนาดของพื้นที่ กล่าวคือเมื่อพื้นที่ใช้สอยในแต่ละหน่วยมีพื้นที่ใหญ่ ขนาดบิทยูของเครื่องปรับอากาศก็เพิ่มตามไปด้วย และส่งผลถึงราคาของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องที่จะปรับเปลี่ยน จากขนาดบิทยูของเครื่องปรับอากาศนี้จะกระทบโดยตรงต่อจำนวนงบประมาณในภาพรวมของการลงทุนในที่สุด

เมื่อพิจารณาลักษณะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิมที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 297 เครื่อง นั้น จำแนกตามพื้นที่อาคารและตามขนาดบิทยูเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตามลำดับความสำคัญในการเลือกเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ กรณีที่ต้องการแบ่งหรือขยายเวลาในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นงวด ๆ หรือตามวาระปีงบประมาณ

โดยเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดน้อยกว่า 20,000 บิทยู มีจำนวน 202 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 68.02 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด เครื่องปรับอากาศที่มีบิทยูน้อยเป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้กับพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น ห้องทำงานอาจารย์ ห้องพักรับรอง โดยมีโอกาสใช้งานที่น้อยกว่าเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ และเมื่อจำแนกตามพื้นที่ที่ติดตั้งพบว่า มีเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดน้อยกว่า 20,000 บิทยู ติดตั้งอยู่ใน 4 อาคาร ดังนี้

1) อาคารศรชัย หล่ออารีย์สุวรรณ	จำนวน 48 เครื่อง
2) อาคารจำลอง หาริณสูตร	จำนวน 52 เครื่อง
3) อาคารตระหนักจิต หาริณสูตร	จำนวน 25 เครื่อง
4) อาคารสันต์ศิริ ศรีมณี	จำนวน 77 เครื่อง

ส่วนเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดบิทยูมากกว่า 20,000 บิทยู มีจำนวน 95 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 31.98 ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด เครื่องปรับอากาศที่มีบิทยูมากจะเป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่มีราคาแพง โดยทั่วไปจะติดตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการ ห้องประชุม สำนักงาน หรือโถงที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ การใช้งานกับคนจำนวนมาก แต่เป็นครั้งคราวไม่ได้ใช้ตลอดเวลา ติดตั้งอยู่ใน 4 อาคาร ดังนี้

1) อาคารศรชัย หล่ออารีย์สุวรรณ	จำนวน 24 เครื่อง
2) อาคารจำลอง หาริณสูตร	จำนวน 48 เครื่อง
3) อาคารตระหนักจิต หาริณสูตร	จำนวน 12 เครื่อง
4) อาคารสันต์ศิริ ศรีมณี	จำนวน 11 เครื่อง

ดังนั้นการบริหารการใช้พลังงานของคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน โดยใช้แนวทางการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิมที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบบอินเวอร์เตอร์ นั้น คณะผู้วิเคราะห์ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ จากการคำนวณและเสนอข้อมูลประกอบการพิจารณาดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ผู้บริหารและคณะทำงานนำไปใช้ประกอบในการบริหารงาน พัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อนต่อไป

บรรณานุกรม

1. กระทรวงพลังงาน. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 [วันที่ 1 กรกฎาคม 2560]. ที่มา: <http://www.eppo.go.th>
2. คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน. นโยบายอนุรักษ์พลังงาน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน; 2553.
3. คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน. มาตรการอนุรักษ์พลังงาน คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน; 2548.
4. จันทรีรัตน์ แสงทอง. ความคิดเห็นในการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันของพนักงานในองค์กรเอกชน. (วิทยานิพนธ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2536.
5. เทวินทร์ นุภาพ. การประเมินโครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ : กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2544.
6. ธานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: วี. อินเทอร์เน็ต; 2550.
7. บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์; 2543.
8. พรศักดิ์ ธรรมวานิช. การศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานภายในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2547.
9. ศิริชัย กาญจนวาสี. สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2550.
10. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย และ The Energy Conservation Center of Japan; (2012-2013) [วันที่ 1 กรกฎาคม 2560]. ที่มา: <http://www.eccj.or.jp>
11. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน; 2554 [วันที่ 1 กรกฎาคม 2560]. ที่มา: <http://www.report.energy.go.th>
12. มนชิต วชิรพรพงศา. เครื่องมือวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551. หน้า 3-9.
13. กรมบัญชีกลาง. หลักเกณฑ์การคำนวณค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ถาวรสำหรับหน่วยงานภาครัฐ; 2557 [วันที่ 27 กันยายน 2560]. ที่มา: <http://www.cgd.go.th>

The worthiness analysis of Split-type-inverter Air-conditioner Replacement in Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University

Sawake Chomming * Somsak Lohphueng, Taywin Khaosanit

Facilities Environment Unit, Office of the Dean,
Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University

Abstract

This worthiness analysis of split-type-inverter air conditioners replacement in Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University aim to compare split-type-inverter air conditioner replacement with the old split-type air conditioners which their aged are over 10 yrs. The estimated power consumption was compared between the old split type air conditioner, which means before replacement, and the split-type-inverter air conditioner, after the replacement. A calculation based on equal of areas and total British Thermal Units (BTU). Data collection of installed air conditioners has been done from four buildings, which are Sornchai building, Chamlong building, Tranakjitr building, and Sansiri building. There are 297 split type air conditioners which aged over 10-years-old and generate 5,726,900 BTU.

The 297 air-conditioners-based were calculate the estimated power consumption, unit per year, of before and after replacement. The difference, less consumed after replacement of the split-type-inverter air conditioner, is 780,200 units per year. Further in calculated the before-after estimate expenditure of these air conditioners shown that it would be saved 2,490,744 baht. However, there is an investment of the 297 new split-type-inverter air conditioner cost which is 9,685,640 baht. Based on our energy savings analysis, term of break even point (B.E.P) per year was calculated from investment cost divided by saving cost, which is three years, ten month and seventeen days. This analysis could be information for Faculty of Tropical Medicine Board to decide for effective energy management.

Keywords: Air Conditioner, Split-type air conditioner, Split-type-inverter air conditioner, Break Even Point

* Corresponding author : Sawake Chomming
E-mail address: Sawake.cho@mahidol.ac.th

