

การศึกษาจุดคุ้มทุนระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันของอาคารสำนักงาน

INVESTIGATION OF BEAK-EVEN POINT FOR VARIABLE REFRIGERANT FLOW AIR CONDITIONING SYSTEM IN OFFICE BUILDING

สุทัศน์ ศิลาเกษ¹ ดุสิต งามรุ่งโรจน์² กิตติ เกื้อสกุล³ โกวิทย์ กัลยาทอง⁴ จงจิตร หิรัญลาม⁵
 สุเมธ สติตบุญอนันต์⁶ โจเซฟ เคดารี⁷ นุภาพ แยมไตรพัฒน์⁸ โยธิน อึ้งกุล⁹ สติพร ใหญ่ธนายศ¹⁰
 ปรีดา จันทวงษ์^{11*}

Suthat Silaket¹, Dusit Ngamrungronj², Kitti Kuesakul³, Kowit Kalayathong⁴, Jongjit Hirunlabh⁵,
 Sumate Sathitbunanan⁶, Joseph Khedari⁷, Nuparb Yamtralpat⁸, Yothin Ungkoon⁹,
 Sittiporn Yaitranayot¹⁰, Preeda Chantawong^{11*}

^{1,10,11} หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม
 เครื่องต้นกำลัง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{3,4} อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{5,6} อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี

⁷ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

⁸ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

⁹ บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

* Corresponding author E-mail: preedac@kmutnb.ac.th, cpreeda@yahoo.com

Received: 19 October 2021

Revised: 1 December 2021

Accepted: 27 December 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาจุดคุ้มทุนของการใช้ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันสำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง โดยขอบเขตของงานวิจัยจะใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้ง การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าบำรุงรักษาของระบบปรับอากาศ เพื่อหาจุดคุ้มทุนด้วยวิธีต้นทุนวงจรอายุ (Life Cycle Cost : LCC) ในช่วงอายุโครงการตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 20 ปี ก่อนมีการลงทุนติดตั้งจริง โดยกำหนดสมมติฐานการใช้งานไว้ 2 สมมติฐาน ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนด้วยวิธีต้นทุนวงจรอายุของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันที่ใช้กับอาคารสำนักงานตัวอย่าง พบว่าระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันมีค่าใช้จ่ายค่าเครื่องและค่าติดตั้งระบบอยู่ที่ 4,649,390 บาท มีค่าบำรุงรักษา 68,150 บาทต่อปี โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 196,700 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 822,973 บาทต่อปี ตามสมมติฐานการใช้งานที่ 1 และมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 185,021 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 774,108 บาทต่อปี ตามสมมติฐานการใช้งานที่ 2 ซึ่งทั้ง 2 สมมติฐานมีจุดคุ้มทุนที่ใช้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดอยู่ที่ 12 ปี ที่จะเหมาะสมต่อการเปลี่ยนระบบปรับอากาศใหม่

คำสำคัญ : ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน, จุดคุ้มทุน, ต้นทุนวงจรอายุ

ABSTRACT

This research study the cost of variable refrigerant flow air conditioning system in office building. This is to find the beak-even point by using life cycle cost during lifetime from 1 to 20 years before the actual installation. The scope of this research bases on installation cost, energy consumption and maintenance cost comparison between two hypotheses of use. The results of the beak-even point by using life cycle cost analysis of variable refrigerant flow air conditioning system in office building showed that the installation cost is 4,649,390 Baht, maintenance cost is 68,150 Baht/year with electricity consumption of 196,700 kWh/year charge for electricity is 822,973 Baht/year according to hypothesis 1 and electricity consumption of 185,021 kWh/year charge for electricity is 774,108 Baht/year according to hypothesis 2. In which both hypothesis have a beak-even point is 12 years and the average pay costs to a minimum for change the new air conditioning system.

Keywords: variable refrigerant flow air conditioning system, beak-even point, life cycle cost

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงด้านสภาวะอากาศอยู่ตลอดเวลา และที่สำคัญคือมีแนวโน้มของอุณหภูมิที่สูงขึ้นมากในทุก ๆ ปี ดังนั้นเพื่อความสุขสบายในการดำรงชีวิต มนุษย์จึงคิดค้นระบบปรับอากาศขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่สนองต่อความต้องการของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นสำหรับการอยู่อาศัยพักผ่อนภายในบ้าน การทำงานในอาคารสำนักงาน โรงงาน หรือสำหรับสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าสถานที่ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น มีการใช้งานระบบปรับอากาศที่แตกต่างกันไปตามขนาดและรูปแบบของอาคารสถานที่นั้น ๆ โดยจะมีการใช้งานระบบปรับอากาศตั้งแต่ขนาดเล็ก เช่น ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) ระบบปรับอากาศขนาดกลาง เช่น ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน (Variable refrigerant flow) ไปจนถึงระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ เช่น ระบบчилเลอร์ (Chiller) เป็นต้น สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศส่วนใหญ่แล้ว ระบบปรับอากาศจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่สูงมากเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอื่น ๆ ของอาคาร โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าถึง 65% [1] ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ซึ่งในปัจจุบันอาคารสำนักงานภายในประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องใช้งานเครื่องปรับอากาศเพื่อปรับสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน จึงได้มีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบต่าง ๆ ไว้ หนึ่งในระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน เนื่องจากเป็นระบบที่ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง ชุดคอยล์ร้อน ทำให้ไม่กระทบต่อรูปลักษณ์ความสวยงามของอาคาร และยังสามารถเลือกเชื่อมต่อกับคอยล์เย็นได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งใช้งานก็ย่อมสูงตามไปด้วย

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจศึกษาหาจุดคุ้มทุนด้วยวิธีวิเคราะห์ต้นทุนของการใช้งานระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันของอาคารสำนักงานตัวอย่างแห่งหนึ่งในเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศบริเวณชั้นที่ 5 ขนาด 1,300 ตารางเมตร ก่อนมีการลงทุนติดตั้งใช้งานจริง โดยวิธีการคำนวณต้นทุนวงจรอายุ (Life Cycle Cost : LCC) ในช่วงอายุโครงการตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 20 ปี เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการใช้งานและเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาตัดสินใจในการลงทุนใช้งานระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการออกแบบระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันก่อน จากนั้นจึงทำการหาอัตราการใช้พลังงานเพื่อหาค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ โดยกำหนดสมมติฐานการใช้งานออกเป็น 2 สมมติฐานได้แก่

สมมติฐานที่ 1 กำหนดให้ระยะเวลาใช้งานเท่ากันที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 365 วันต่อปี ตามการคิดค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

สมมติฐานที่ 2 กำหนดให้การใช้งานไม่เท่ากันตามการใช้งานจริงของห้องประเภทนั้น ๆ จากการสำรวจเวลาที่คาดว่าจะใช้งานจริงของอาคารสำนักงานตัวอย่าง และในส่วนสุดท้ายจะเป็นการหาจุดคุ้มทุนของโครงการด้วยวิธีคำนวณต้นทุนวงจรอายุ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1.1 หาภาระการทำความเย็นจากโปรแกรมคำนวณโหลด Load_estimatev3.0 by MELCO Software ของบริษัท มิตรบุษิณี อิเล็กทรอนิกส์ ประเทศไทย

2.1.2 เลือกใช้เครื่องปรับอากาศรุ่นฝังในฝ้าเพดาน กระจุยลม 4 ทิศทาง (Ceiling cassette) [2] เพื่อความเหมาะสมในการกระจายลมของแต่ละห้องซึ่งเป็นพื้นที่สำนักงาน โดยเลือกขนาดการทำความเย็นจากภาระการทำความเย็นที่คำนวณได้

2.1.3 กำหนดตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์คอยล์เย็น และคอยล์ร้อน แล้ววางแผนผังการติดตั้งระบบท่อน้ำยา โดยต้องเลือกขนาดของคอยล์ร้อน โดยการรวมขนาดภาระการทำความเย็นทั้งหมดของคอยล์เย็น ที่อยู่ในระบบการจ่ายสารทำความเย็นของคอยล์ร้อนตัวดังกล่าว จากนั้นตรวจสอบข้อกำหนดการเดินท่อของระบบที่ระยะท่อไกลสุดไม่เกิน 165 เมตร, ระยะห่างระหว่างคอยล์ร้อนและคอยล์เย็นในแนวดิ่งไม่เกิน 50 เมตร (40 เมตร กรณีคอยล์ร้อนอยู่ต่ำกว่าคอยล์เย็น), ระยะห่างระหว่างคอยล์เย็นในแนวดิ่งไม่เกิน 15 เมตร และระยะห่างจากท่อแบ่งสารทำความเย็นตัวแรก (First branch) จนถึงคอยล์เย็นตัวที่ไกลสุด 40 เมตร [3], [4]

2.1.4 เขียนแบบระบบปรับอากาศลงในแผนผังอาคาร (Floor plan)

2.2 การหาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 2 สมมติฐาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 หาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ [5], [6], [7], [8] โดยคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศ} = P \times \text{hr./Day} \times \text{Day/year} \times \% \text{ factor} \quad (1)$$

เมื่อ	P	คือ	กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (kW)
	hr./Day	คือ	จำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ (hr./day)
	Day/year	คือ	จำนวนวันที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศ (Day/year)
	% factor	คือ	% system operation hours at less than of full load

2.2.2 หาค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีของระบบปรับอากาศ โดยคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{อัตราค่าไฟฟ้า} \quad (2)$$

โดย	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	มีหน่วยเป็น kWh/year
	อัตราค่าไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น Baht/kWh

โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าที่ 4.1839 บาทต่อหน่วย ที่กิจการขนาดกลาง ประเภทที่ 3 ตามการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งไม่รวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม และค่าปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)

2.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนด้วยวิธีต้นทุนวงจรอายุของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน

2.3.1 ศึกษาข้อมูลราคาเครื่องปรับอากาศ ราคางานติดตั้ง และค่าบำรุงรักษา จากการให้ บริษัท มิตรบุษิณี อีเล็กทริก กันยงวัฒนา จำกัด ทำการเสนอราคาจากแบบของระบบปรับอากาศที่ได้ออกแบบแล้วเสร็จ

2.3.2 วิเคราะห์ต้นทุนของระบบปรับอากาศด้วยวิธีคำนวณต้นทุนวงจรอายุ (Life Cycle Cost: LCC) โดยกำหนดระยะเวลาโครงการตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 20 ปี โดยไม่นำมูลค่าซากระบบปรับอากาศเมื่อสิ้นสุดโครงการในแต่ละปีมาคำนวณด้วย นอกจากนี้ยังกำหนดให้ค่าไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นปีละ 7% ค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นปีละ 3% รวมทั้งกำหนดให้อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดอยู่ที่ 8% โดยในที่สุดท้ายจะเป็นการวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดเพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ใช้ในโครงการที่ 5%, 6%, 7%, 9% และ 10% พร้อมหาค่าเฉลี่ยระยะเวลาคู่ทุนของโครงการ [9], [10], [11], [12]

2.3.2.1 แปลงต้นทุนราคาเครื่องพร้อมติดตั้ง ค่าไฟฟ้า และค่าบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี จากสมการ

$$R = P [i (1+i)^n / ((1+i)^n - 1)] \quad (3)$$

เมื่อ R คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Baht/year)

P คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าเครื่องรวมติดตั้ง, ค่าไฟฟ้า และค่าบำรุงรักษา (Baht/year)

i คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด กำหนดที่ 8%

n คือ ระยะเวลาของโครงการที่ทำการวิเคราะห์

2.3.2.2 แปลงค่าไฟฟ้าที่มีค่าส่วนต่างที่เพิ่มขึ้น 7% ในแต่ละปี และค่าบำรุงรักษาที่มีค่าส่วนต่างที่เพิ่มขึ้น 3% ในแต่ละปี เป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยใช้สมประสิทธิ์ดอกเบี้ยเงินจ่ายครั้งเดียว จากสมการ

$$P = S [1 / (1+i)^n] \quad (4)$$

เมื่อ P คือ มูลค่าปัจจุบัน (Baht/year)

S คือ ค่าส่วนต่างในแต่ละปี (Baht/year)

i คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด กำหนดที่ 8%

n คือ ระยะเวลาของโครงการที่ทำการวิเคราะห์

2.3.2.2 ปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ใช้ในโครงการเป็น 6%, 7%, 9% และ 10% ตามลำดับ โดยใช้สมการ (3) และ (4) ทำการวิเคราะห์ซ้ำ พร้อมหาค่าเฉลี่ยระยะเวลาคู่ทุนของโครงการ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการออกแบบระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน มีดังต่อไปนี้

3.1.1 ผลการคำนวณภาระการทำความเย็นด้วยโปรแกรม Load_estimatev3.0 software แสดงได้ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณภาระโหลดทำความเย็นด้วยโปรแกรม Load_estimatev3.0 software

NO.	ROOM NAME	AREA (m ²)	COOLING LOAD (BTU/HR.)
1	MEETING RM. 1	73	75,646
2	ADVERTISING RM.	241	260,210
3	IT OFFICE	141	137,772
4	TRINING RM.	125	145,660
5	SALES AND ENGINEER OFFICE RM.	462	461,708
6	PHOTOCOPYING RM.	32	24,867
7	MEETING RM. 2	75	75,713
8	CENTER CORRIDOR	64	48,474
9	CORRIDOR	91	91,370

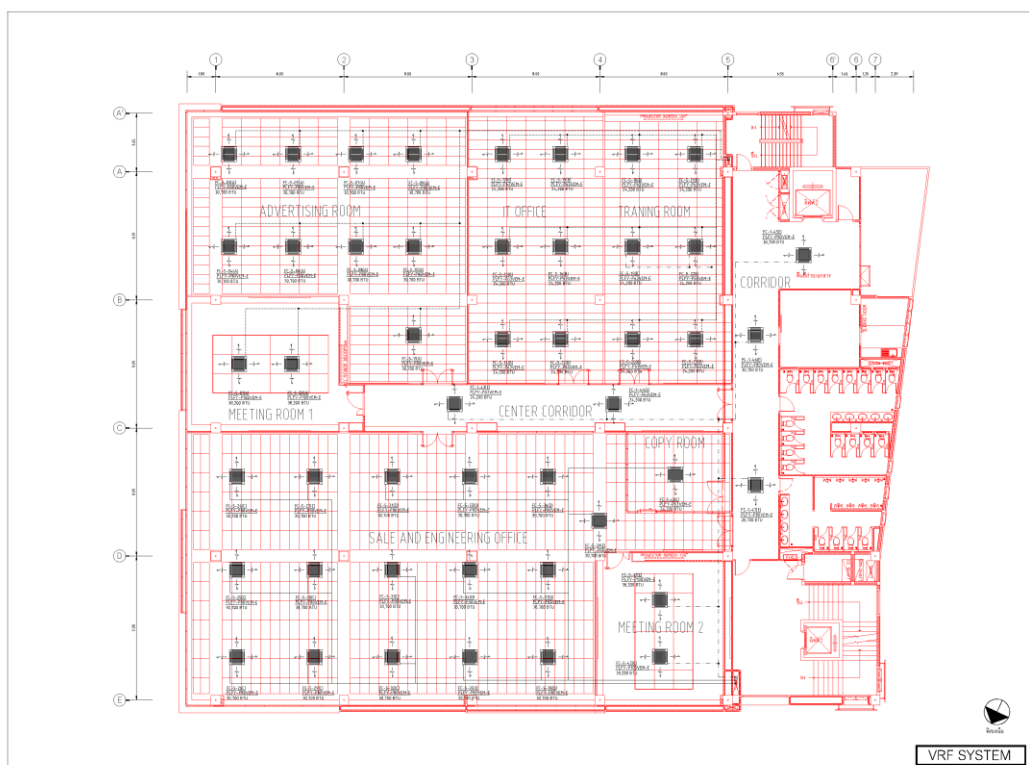
3.1.2 จากผลการโหลดทำความเย็นตามตารางที่ 1 นำค่าภาระการทำความเย็นที่ได้มาเลือกระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันจากแบรนด์ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศมิตซูบิชิ อิเล็กทริก (MITSUBISHI ELECTRIC) แสดงได้ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเลือกระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน

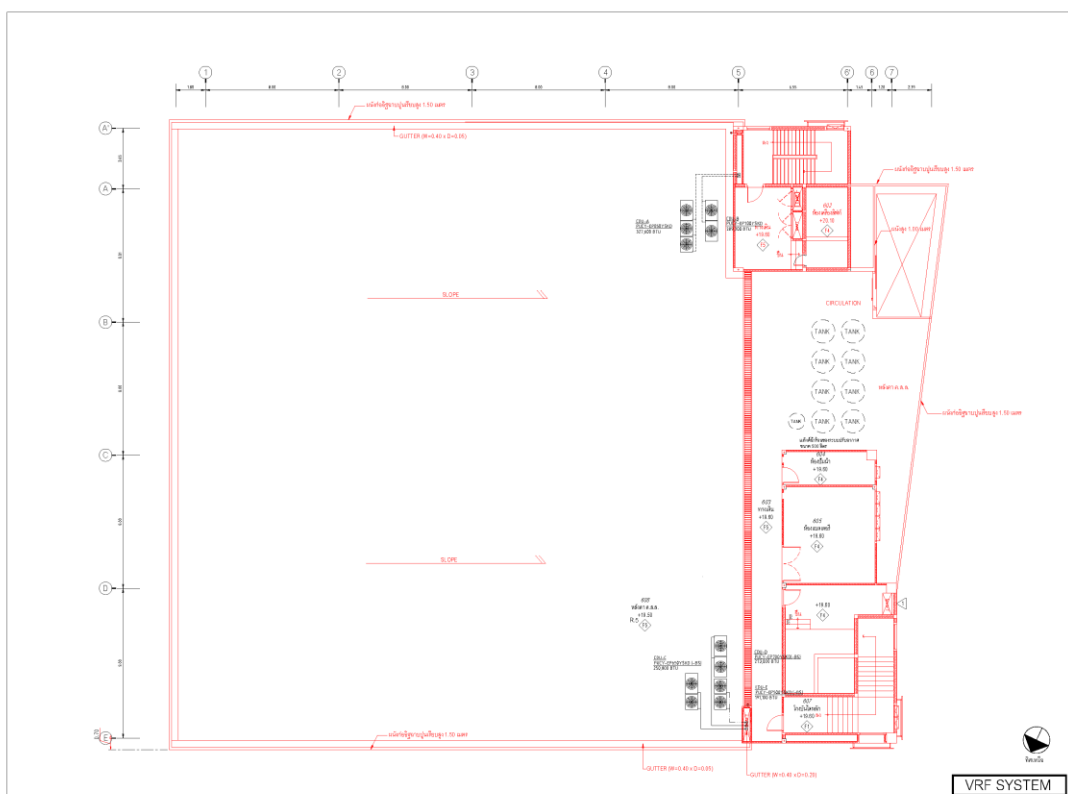
NO.	FCU	LOCATION RESERVE	COOLING LOAD	MODEL	QTY.	CAPACITY	TOTAL CAPACITY
			Btu/hr.			Btu/hr.	Btu/hr.
1	FC-01-02	MEETING RM. 1	75,646	PLFY-P100VEM	2	38,200	76,400
2	FC-03-11	ADVERTISING RM.	260,210	PLFY-P80VEM	9	30,026	270,234
		CDU-A		PUCY-EP850YSKD	1		327,600
3	FC-12-17	IT OFFICE	137,772	PLFY-P63VEM	6	24,225	145,350
4	FC-18-23	TRINING RM.	145,660	PLFY-P63VEM	6	24,225	145,350
		CDU-B		PUCY-EP700YSKD	1		273,000
5	FC-24-31	SALES OFFICE RM.	461,708	PLFY-P80VEM	8	30,026	240,208
		CDU-C		PUCY-EP650YSKD	1		250,800

NO.	FCU	LOCATION RESERVE	COOLING		QTY.	CAPACITY	TOTAL
			LOAD	MODEL		Btu/hr.	CAPACITY
			Btu/hr.				Btu/hr.
6	FC-32-39	ENGINEER OFFICE RM.		PLFY-P80VEM	8	30,026	240,208
	FC-40	PHOTOCOPYING RM.	24,867	PLFY-P63VEM	1	24,225	24,225
	CDU-D			PUCY-EP700YSKD	1		273,000
7	FC-41-42	MEETING RM. 2	75,713	PLFY-P100VEM	2	38,200	76,400
8	FC-43-44	CENTER CORRIDOR	48,474	PLFY-P63VEM	2	24,225	48,450
9	FC-45-47	CORRIDOR	91,370	PLFY-P80VEM	3	30,700	92,100
	CDU-E			PUCY-EP500YSKD	1		191,100

3.1.3 จากการเลือกระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามตารางที่ 2 แล้วนั้น นำมาเขียนแบบการติดตั้งระบบท่อน้ำยาดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ได้ดังนี้



รูปที่ 1 Piping installation variable refrigerant flow air conditioning system



รูปที่ 2 Condensing unit installation variable refrigerant flow air conditioning system

การเขียนแบบการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน ได้เดินท่อน้ำยาของระบบปรับอากาศขึ้นทางช่องชาร์ป (Shaft) ของอาคารที่ชั้น 5 เพื่อขึ้นไปที่ชั้นดาดฟ้าที่จัดเตรียมไว้สำหรับวางคอยล์ร้อน จึงจะเห็นได้ว่าระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันใช้พื้นที่ในการติดตั้งคอยล์ร้อนน้อย ไม่กระทบกับความสวยงามของอาคาร สามารถนำพื้นที่ที่เหลือไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ จึงเป็นที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน

3.2 การหาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 2 สมมติฐาน มีผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

3.2.1 การหาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน พบว่า

สมมติฐานที่ 1 จากการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 365 วันต่อปี มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอยู่ที่ 196,700 kWh/year คิดเป็นค่าไฟฟ้าได้ 822,973 Baht/year

สมมติฐานที่ 2 จากการใช้งานไม่เท่ากันตามการใช้งานจริงของห้องประเภทนั้น ๆ ตามการสำรวจเวลาที่คาดว่าจะใช้งานจริงของอาคารสำนักงานตัวอย่าง โดยอ้างอิงจากการสำรวจเวลาปฏิบัติงานของบริษัท มิตรชุบิชิ อิเล็กทริก กันยงวัฒนา จำกัด (ช่วงเวลาลาปกติก่อนเกิดเหตุการณ์โควิด 19 ระบาด) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบจะอยู่ที่ 185,021 kWh/year คิดเป็นค่าไฟฟ้าได้ 774,108 Baht/year

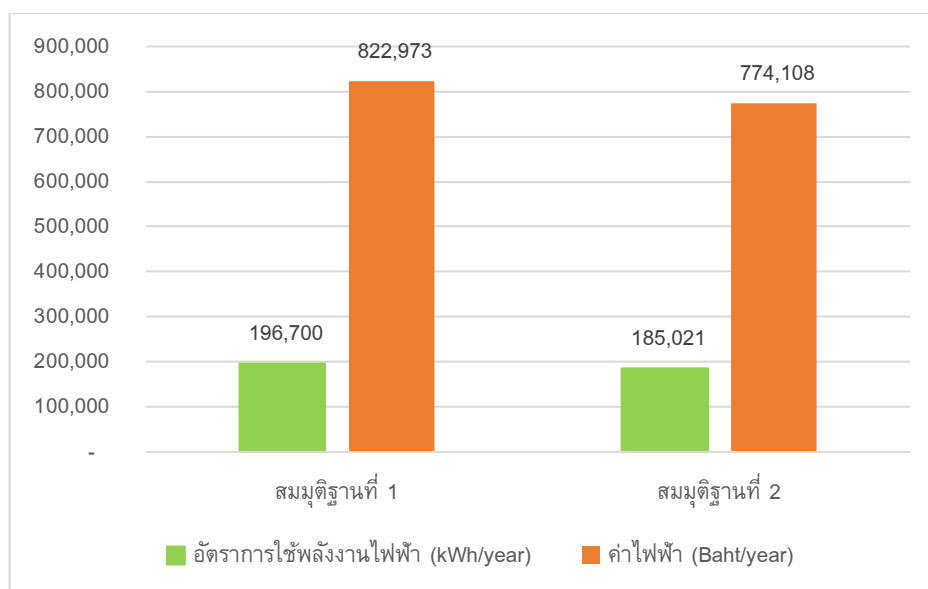
ตารางที่ 3 ระยะเวลาและจำนวนวันที่เปิดใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารสำนักงาน

NO.	ROOM NAME	WORKING HOURS		HOURS	DAY PER
		NORMAL TIME	OVER TIME	PER DAY	YEAR
1	MEETING RM. 1	-	-	4	144
2	ADVERTISING RM.	8:30 - 17:30	18:00 - 21:00	11	261
3	IT OFFICE	8:30 - 17:30	18:00 - 21:00	11	261
4	TRAINING RM.	9:00 - 16:00	-	6	6
5	SALES AND ENGINEER OFFICE RM.	8:30 - 17:30	18:00 - 21:00	11	261
6	PHOTOCOPYING RM.	8:30 - 17:30	-	8	261
7	MEETING RM. 2	-	-	4	144
8	CENTER CORRIDOR	8:30 - 17:30	-	8	261
9	CORRIDOR	8:30 - 17:30	-	8	261

หมายเหตุ : ไม่รวมช่วงเวลาปิดใช้งานระหว่างวันในช่วง 12:00 - 13:00 น. และ 17:30 - 18:00 น.

โดย PHOTOCOPYING RM., CENTER CORRIDOR และ CORRIDOR ไม่มีการเปิดใช้งานในช่วง OVER TIME MEETING RM.1 & 2 เป็นการประมาณค่าการใช้งานที่ 4 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ และ TRAINING RM. เป็นการใช้งานจัดอบรมโดยประมาณ 3 ครั้งต่อปี ครั้งละ 2 วัน จำนวน 6 ชั่วโมงต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าตามสมมติฐานการใช้งานทั้งสองแล้วนั้น สามารถนำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานและค่าไฟฟ้าของทั้งสองสมมติฐานดังแสดงในรูปที่ 3 ได้ดังนี้



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามสมมติฐานการใช้งาน 2 สมมติฐาน

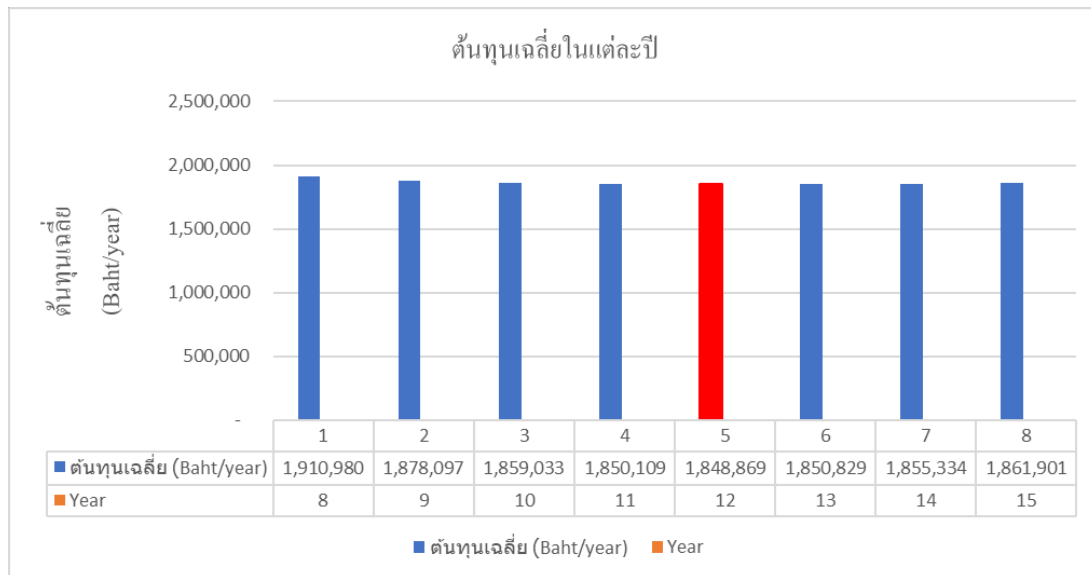
จากกราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามสมมติฐานการใช้งานทั้งสองสมมติฐานจะพบว่า อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าตามสมมติฐานที่ 2 มีค่าต่างจากสมมติฐานที่ 1 ประมาณ 6% เท่านั้น เนื่องจากในการคำนวณอัตราการใช้พลังงานตามเวลาที่คาดว่าจะใช้งานจริงในสมมติฐานที่ 2 นั้น ในกลุ่มคอยล์ร้อนที่เปิดใช้งานจะอ้างอิงระยะเวลาใช้งานจากห้องที่มีการเปิดใช้งานสูงสุดในกลุ่มคอยล์ร้อนนั้น ๆ เป็นหลัก ทำให้สมมติฐานที่ 2 เหมาะที่จะทำการวิจัยหลังจากมีการติดตั้งระบบจริงแล้วเสร็จต่อไป

3.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนด้วยวิธีต้นทุนวงจรอายุของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันพบว่า จากข้อมูลราคาเครื่องปรับอากาศ ราคาถ่างานติดตั้ง และราคาค่าบำรุงรักษา จากเอกสารใบเสนอราคาของบริษัท มิตรชัย อีเล็คทริก กันยงวัฒนา จำกัด สามารถสรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายได้ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

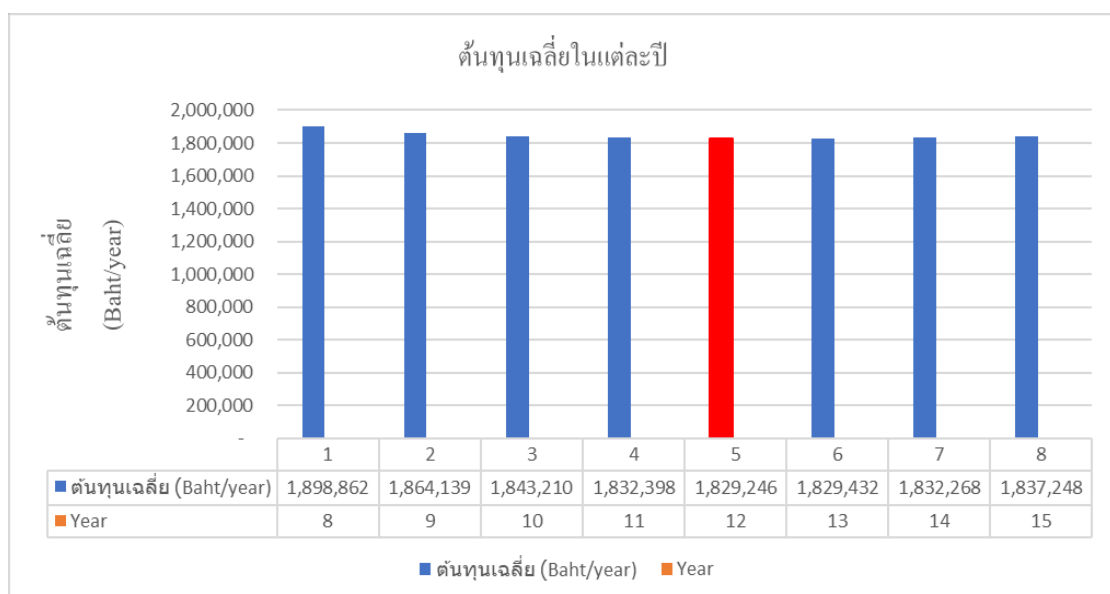
ตารางที่ 4 ต้นทุนค่าใช้จ่ายของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน

รายการ	ต้นทุนค่าใช้จ่ายของระบบปรับอากาศ	หมายเหตุ
	ค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน	
ค่าเครื่องระบบปรับอากาศ		
รวมค่าติดตั้ง	4,649,390 Baht	
	สมมติฐานที่ 1	
ค่าบำรุงรักษา	68,150 Baht/year	เพิ่มขึ้นปีละ 3%
ค่าไฟฟ้า	822,973 Baht/year	เพิ่มขึ้นปีละ 7%
	สมมติฐานที่ 2	
ค่าบำรุงรักษา	68,150 Baht/year	เพิ่มขึ้นปีละ 3%
ค่าไฟฟ้า	774,108 Baht/year	เพิ่มขึ้นปีละ 7%

ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลต้นทุนค่าใช้จ่ายของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันที่ได้มาคำนวณต้นทุนวงจรอายุในระยะเวลาช่วงอายุโครงการตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 20 ปี ก่อนมีการลงทุนติดตั้งจริงตามสมมติฐานทั้งสอง จะได้ผลวิเคราะห์เป็นกราฟต้นทุนวงจรอายุเฉลี่ยดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ได้ดังนี้



รูปที่ 4 กราฟแสดงต้นทุนวงจรอายุเฉลี่ยของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามสมมุติฐานที่ 1 ในช่วงอายุโครงการระหว่างปีที่ 8 ถึงปีที่ 15



รูปที่ 5 กราฟแสดงต้นทุนวงจรอายุเฉลี่ยของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามสมมุติฐานที่ 2 ในช่วงอายุโครงการระหว่างปีที่ 8 ถึงปีที่ 15

จากกราฟแสดงต้นทุนวงจรอายุเฉลี่ยของระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันตามสมมุติฐานทั้งสองในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 จะพบว่า ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในปีที่ 8 ที่ 1,910,980 Baht/year สำหรับสมมุติฐานที่ 1 และ 1,898,862 baht/year ตามสมมุติฐานที่ 2 โดยจะลดลงในปีที่ 9 ถึงปีที่ 12 จากนั้นในปีที่ 13 ต้นทุนค่าใช้จ่ายเฉลี่ยจะสูงขึ้นทั้ง 2 สมมุติฐาน เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันเริ่มมีอายุการใช้งานที่มากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายพลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยจนครบอายุโครงการที่

<http://jeet.siamtechu.net>

20 ปี ดังนั้นทางเลือกความคุ้มค่าในการใช้งาน จะพบว่า มีจุดของกราฟทั้งสองที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 12 ปี ซึ่งแสดงว่า มีความคุ้มค่าในการใช้งาน และถึงเวลาเปลี่ยนระบบปรับอากาศใหม่จะอยู่ที่ 12 ปี ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 1,848,869 Baht/year และ 1,829,432 Baht/year ตามลำดับสมมุติฐาน

ผลการวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ใช้ในโครงการเป็น 6%, 7%, 9% และ 10% ตามลำดับ พร้อมหาค่าเฉลี่ยระยะเวลาคจุดคุ้มทุนของโครงการจะแสดงได้ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ใช้ในโครงการ

สมมุติฐาน	จุดคุ้มทุน					ค่าเฉลี่ย
	อัตราคิดลดที่ 6%	อัตราคิดลดที่ 7%	อัตราคิดลดที่ 8%	อัตราคิดลดที่ 9%	อัตราคิดลดที่ 10%	
1	14	13	12	11	11	12.2
2	15	14	12	12	11	12.8

จากผลการปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ใช้ในโครงการทั้ง 2 สมมุติฐานตามตารางที่ 5 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่ออัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดมีค่าน้อย จะทำให้ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในโครงการลดลง ทำให้คุ้มค่าต่อการลงทุนใช้งานระบบปรับอากาศมากขึ้น แต่ถ้าอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดมีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในโครงการเพิ่มสูงขึ้นและกระทบต่อการไม่คุ้มค่าในการลงทุนใช้งาน โดยค่าเฉลี่ยจุดคุ้มทุนที่ได้จากโครงการนี้จากการคำนวณทั้ง 2 สมมุติฐาน จะมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 12.2 ปี และ 12.8 ปี ตามลำดับ

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันเหมาะสมกับอาคารที่มีพื้นที่วางคอยล์ร้อนจำกัด และต้องการคงรูปลักษณะความสวยงามของอาคารไว้ รวมทั้งอาคารที่ต้องการพื้นที่ใช้สอยในการทำประโยชน์อย่างอื่น เช่น ทำสวนพักผ่อน หรือติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บริเวณชั้นดาดฟ้า เป็นต้น โดยระบบนี้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งใช้งานที่สูง ดังนั้นการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในการลงทุนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้งาน ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีคำนวณต้นทุนวงจรอายุตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 2 สมมุติฐาน พบว่ามีจุดคุ้มทุนที่ใช้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดอยู่ที่ 12 ปี จึงจะเหมาะสมต่อการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ทั้ง 2 สมมุติฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยจากการปรับเปลี่ยนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดอยู่ประมาณ 12 ปี เช่นกัน

งานวิจัยนี้ใช้ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผันเพียงผู้ผลิตแบรนด์เดียวเท่านั้นในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ดังนั้นแนะนำให้ผู้ที่มีความสนใจในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนด้วยวิธีคำนวณต้นทุนวงจรอายุทำการเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศหลายๆ แบรนด์ผู้ผลิตเพื่อหาค่าที่แม่นยำยิ่งขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาเลือกใช้งานระบบปรับอากาศที่มีความคุ้มค่าและเหมาะสมกับอาคารประเภทอื่น ๆ ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากบุคคลผู้มีพระคุณดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน รวมทั้งคุณศุภพล พันธุ์หิรัญ ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่าย ฝ่ายขายระบบปรับอากาศ โครงการ บริษัท มิตซูบิชิ อิเล็กทริก กันยงวัฒนา จำกัด ที่ร่วมให้คำปรึกษาและคำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

<http://jeet.siamtechu.net>

งานวิจัยนี้ และที่สำคัญที่สุดขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ภรรยา ลูกสาว และผู้มีอุปการคุณทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลืออนุเคราะห์ด้านข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ รวมถึงสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอดซึ่งผู้จัดทำงานวิจัยมีความรู้สึกปลาบปลื้ม และซาบซึ้งในความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2560.
- [2] Mitsubishi Electric Corporation, Data book A5 R410A series of air conditioning system, Japan, 2019.
- [3] วินัย แก้วมณี, “การออกแบบระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน”, บทความวิชาการ ชุดที่ 13 สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, 2551, หน้า 78 – 88.
- [4] Mitsubishi Electric Corporation, Installation manual of air conditioners for building application inverter Y-Series OUTDOOR UNIT, Thailand, 2019.
- [5] นมดล สายสวัสดิ์, การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลางสำหรับการปรับอากาศในอาคาร 52 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [6] AHRI Standard 1230, “Standard for Performance Rating of Variable Refrigerant Flow (VRF) Multi-Split Air-Conditioning and Heat Pump Equipment”, VA 22201, USA, 2010.
- [7] Daikin Corporation, (2020, Oct.12). Energy Saving of Inverter Air Condition and R32 Refrigerant DAIKIN VIETNAM 28th Aug, 2017, [online] Available: <https://www.jica.go.jp/project/english/vietnam/036/activities/c8h0vm0000bqnnlf-att/e4e.pdf>
- [8] Jankovic Alex, (2020, Oct. 9). Back to basics: VRF systems, [online] Available: <https://www.csemag.com/articles/back-to-basics-vrf-systems/>
- [9] ธนาบดี เกตุชนากานต์ และสุชาติ คำวงศ์ษา, การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้เครื่องปรับอากาศแยกส่วน, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.
- [10] อธิยุติ จงใจ, การศึกษาทางเลือกเพื่อใช้เครื่องปรับอากาศของใหม่ และของเดิมโดยวิธีการคำนวณต้นทุนวงจรอายุ (Life Cycle Cost, LCC), สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2556.
- [11] เชษฐ์ ตั้งทรงจิตรากุล, ความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศในอาคารที่พักอาศัย, สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2551
- [12] ไพบุลย์ แย้มเผื่อน, เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2556