บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

Proceedings of the 4th RMUTP Conference of Engineering and Technology

ชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Training Unit for Spit Type Air Conditioning System

ธนพล ชื่นบาน, อดิศักดิ์ นามเขตร์, สรวิชญ์ เกิดอารีย์, สุวิทย์ แพงกันยา*, สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และสุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร *E-mail: suwit.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อหาค่าดัชนีการใช้พลังงานของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและนำเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน การทดลองดำเนินการโดยจำลองสถานการณ์ระหว่างกรณีที่คอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศระบายความร้อนได้ไม่ดี (ก่อนปรับปรุง) โดยการนำอุปกรณ์ปิดให้คอนเดนเซอร์ระบายอากาศได้ไม่ดี เปรียบเทียบกับกรณีคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศระบายความร้อนได้ตามปกติ (หลังปรับปรุง) และนำเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน จากผลการทดลองพบว่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีความสามารถในการทำความเย็นก่อนการปรับปรุงต่างจากพิกัด 20% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานต่างจากพิกัด 19% หลังจากที่ทำการปรับปรุงแล้วความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเป็น 45% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 44% และยังพบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่นำเสนอ ได้แก่ มาตรการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่เหมาะสม และมาตรการปรับตั้งอุณหภูมิของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, ดัชนีการใช้พลังงาน, มาตรการอนุรักษ์พลังงาน, ชุดฝึกปฏิบัติการ

Abstract

The objective of this project is to design, create and investigate the operation of training unit for split type air conditioning system (TU-STACS); to evaluate the energy consumption index (ECI) of STACS, and propose the energy conservation criterion in the split type air conditioning system (STACS). The experiment was conducted by simulating a situation between the cases of condenser of air conditioning system is not well ventilated (Before improvement) by using a device to close the condenser to poorly ventilate, and compared to the case of condenser of air conditioning system as usual (After improvement), and present energy conservation criterion in the STACS. The results showed that the ECI of TU-STACS had the ability to cool air before improvement of 20%, and has a different ECI of 19%. The cooling and ECI was increased to 45% and 44%, respectively. Moreover, it was also found that energy conservation criterion in the STACS offered is including the opening-closing criterion of air conditioning at the appropriate time and the criterion of adjusting temperature of air conditioning system.

Keywords: Split type air conditioner, Energy consumption index, Energy conservation, Training unit

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศถือเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับปรับสภาวะของอากาศภายในอาคารเพื่อให้มนุษย์ได้อาศัยอยู่ในบริเวณที่ไม่ร้อนหรือไม่เย็นจนเกินไป หรือใช้รักษาภาวะอากาศให้คงที่เพื่อจุดประสงค์อื่น โดยเฉพาะอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรหรือเขตร้อนชื้นมักมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิให้เย็นลง [1] อย่างไรก็ตามเครื่องปรับอากาศมีหลายประเภท โดยเครื่องปรับอากาศที่ใช้อย่างแพร่หลายส่วนใหญ่คือเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งมีทั้งแบบตั้งพื้นติดผนังและแขวนเพดาน ทำงานด้วยหลักการการถ่ายเทความร้อน กล่าวคือเมื่อความร้อนถ่ายเทออกไปข้างนอก อากาศภายในห้องจะมีอุณหภูมิลดลง เป็นต้น และเครื่องปรับอากาศยังมีความสามารถในการลดความชื้นหรือการฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ด้วย

อย่างไรก็ตามสำหรับการศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศมักมีข้อจำกัดในขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากหากใช้เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งตามอาคารสำหรับการปฏิบัติ และสาธิตการทำงานของระบบปรับอากาศมักไม่สะดวก และเป็นอันตรายในการใช้งาน ดังนั้นจำเป็นต้องออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน และมีความปลอดภัยสูงกว่าในขณะปฏิบัติงาน โดยปัจจุบันมีผู้ผลิตชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนจำหน่ายเป็นจำนวนมากสำหรับให้หน่วยงานหรือ

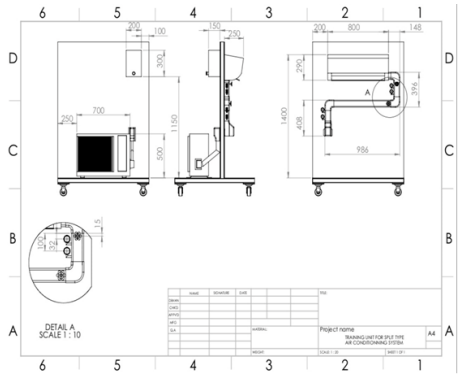
ผู้ที่สนใจใช้ในการศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ถือเป็นหน่วยงานหลักมีหน้าที่ในการจัดการโครงการพัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ เพื่อให้ความรู้แก่บุคคลทั่วไปที่มีความสนใจเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ ผู้จัดการฝึกอบรมฯ ได้มีการเตรียมชุดปฏิบัติการสำหรับสาธิตฝึกปฏิบัติ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทดลองปฏิบัติ [2, 3] แต่อย่างไรก็ตามชุดฝึกปฏิบัติการดังกล่าวส่วนใหญ่ยังคงมีข้อจำกัดบางประการ และมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นการออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการฯ สำหรับใช้ฝึกปฏิบัติการในการศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศจึงมีราคาถูกกว่า และทำให้เข้าใจในหลักการทำงานของระบบมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบ และสร้างชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับใช้ในการศึกษาระบบการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และเพื่อเป็นการกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ออกแบบมีความสูง 160 เซนติเมตร กว้าง 120 เซนติเมตร เครื่องระเหยมีความกว้าง 290 เซนติเมตร และมีความยาว 800 เซนติเมตร เครื่องควบแน่นมีความกว้าง 500 เซนติเมตร และมีความยาว 700 เซนติเมตร ตู้ควบคุมมีความกว้าง 200 เซนติเมตร และความยาว 300 เซนติเมตร รางเก็บท่อมีความกว้าง 804 เซนติเมตร และความยาว 986 เซนติเมตร เพรสเชอร์เกจและวาล์วมีความ กว้างเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองดำเนินการเดินเครื่องชุดฝึกปฏิบัติการฯ อย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้ระบบอยู่ในสภาวะสมดุลสังเกตจากอุณหภูมิ/ความดันไม่เปลี่ยน ให้ทำการตรวจวัด และบันทึกแรงดันไฟฟ้า (โวลต์) กระแสไฟฟ้า (แอมป์) และกำลังไฟฟ้า (วัตต์) การทดลองเป็นการเปรียบเทียบระหว่างกรณีศึกษาที่ใช้อุปกรณ์ปิดบริเวณพัดลมระบายอากาศของเครื่องควบแน่น และกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ปิด เพื่อเป็นการจำลองสถานการณ์กรณีเมื่อมีเครื่องควบแน่นระบายอากาศได้ไม่ดีจะทำให้ค่าดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นอย่างไร โดยขั้นตอนการตรวจวัดและบันทึกค่าดำเนินการดังนี้

1) ให้ทำการตรวจวัดและบันทึกความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และพื้นที่หน้าตัดของด้านลมจ่าย และด้านลมกลับ ดังแสดงตามรูปที่ 2

2) วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance; COP) ตามสมการ (1) และค่าประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio; EER) ของเครื่องปรับอากาศ ตามสมการ (2)

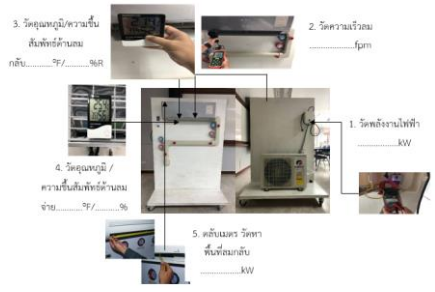
$$COP = \frac{Q}{W}, \quad COP = \frac{m \cdot \Delta(h_{out})}{m \cdot \Delta(h_{in})} \qquad (1)$$

$$EER = 3.412 \times COP \qquad (2)$$

โดย

- Q คือ ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (W)
- W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)
- m คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/kg)
- Δh_{out} คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้านทำความเย็น h_1-h_4 (kJ/kg)
- Δh_{in} คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้าน Compressor h_2-h_1 (kJ/kg)

3) เปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในแต่ละกรณี ความสามารถในการทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลง กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดที่เปลี่ยนแปลง ค่า COP-EER และกิโลวัตต์/ตันของการทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2 ตำแหน่งการตรวจวัดสำหรับหาดัชนีการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ผลการทดสอบชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในชุดฝึกปฏิบัติการสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โครงสร้างของชุดฝึกปฏิบัติการมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของเครื่องปรับอากาศได้ แต่การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันของสารทำความเย็นมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่สามารถเดินระบบท่อสารทำความเย็นให้เรียงลำดับตำแหน่งของเกจวัดแรงดันตามที่ต้องการได้ หากดำเนินการเดินระบบตามที่กล่าวจะต้องเพิ่มระยะการเดินท่อของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้นซึ่งระยะทางของการเดินท่อของสารทำความเย็นยาวเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศลดลง เนื่องจากคอมเพรสเซอร์ต้องทำงานหนักขึ้น และทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้น

3.2 สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากการตรวจวัดเพื่อคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่า ร้อยละความสามารถในการทำความเย็นก่อนการปรับปรุงต่างจากพิกัด 20% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานต่างจากพิกัด 19% หลังจากที่ทำการปรับปรุงแล้วความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเป็น 45% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 44% เนื่องจากหลังการปรับปรุงคอนเดนเซอร์สามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้นทำให้ดัชนีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์สมรรถนะของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ลำดับ	รายการตรวจวัด	ข้อมูลการตรวจวัด	หน่วย
1.	1.1 พิกัดความสามารถในการทำความเย็นโดยดูจาก Name Plate	0.95	TR
	1.2 พิกัดพลังไฟฟ้าของเครื่องความเย็นโดยดูจาก Name Plate	0.75	kW
2.	ความเร็วลมเฉลี่ยที่ส่งออกจากเครื่องปรับอากาศ	4.00	m/s
3.	3.1 ความกว้างของจุดที่วัดความเร็วลม	67	cm
	3.2 ความสูงของจุดที่วัดความเร็วลม	10	cm
4.	ก่อนการปรับปรุง		
	4.1 อุณหภูมิอากาศที่ส่งออกจากเครื่องปรับอากาศ	75	°F
	4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ส่งออกจากเครื่อง	52	%
	4.3 อุณหภูมิอากาศที่กลับเข้าเครื่องปรับอากาศ	77	°F
	4.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่กลับเข้าเครื่องปรับอากาศ	56	%
	4.5 อุณหภูมิอากาศที่ระบายความร้อนก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	82	°F
	4.6 พลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้	0.85	kW
5.	หลังการปรับปรุง		
	5.1 อุณหภูมิอากาศที่ส่งออกจากเครื่องปรับอากาศ	71	°F
	5.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ส่งออกจากเครื่อง	58	%
	5.3 อุณหภูมิอากาศที่กลับเข้าเครื่องปรับอากาศ	77	°F
	5.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่กลับเข้าเครื่องปรับอากาศ	56	%
	5.5 อุณหภูมิอากาศที่ระบายความร้อนก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	82	°F
	5.6 พลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้	0.75	kW

ตารางที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะของชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ลำดับ	ผลการวิเคราะห์	เกณฑ์ที่แนะนำ	สรุปผลการวิเคราะห์
1.	ร้อยละความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุงต่างจากพิกัด 20%	ร้อยละความสามารถทำความเย็นจริงไม่ควรต่ำกว่าพิกัดเกิน 10% ขณะภาระโหลดเท่ากัน	ร้อยละความสามารถทำความเย็นจริงต่างจากพิกัดเกิน 10% ขณะภาระโหลดเท่ากันอาจเกิดจาก 1.การระบายความร้อนที่ เครื่องควบแน่น ไม่ดี 2. เกิดการสกปรกที่เครื่องระเหย
2.	ร้อยละดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงต่างจากพิกัด 19%	ร้อยละดัชนีการใช้พลังงานไม่ควรสูงกว่าพิกัดเกิน 10% ขณะภาระโหลดเท่ากัน	ร้อยละดัชนีการใช้พลังงานสูงต่างจากพิกัดเกิน 10% ขณะภาระโหลดเท่ากันอาจเกิดจาก 1.การระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่นไม่ดี 2. เกิดการสกปรกที่เครื่องระเหย
3.	ร้อยละความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกัน 45%		ร้อยละความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุงสูงกว่าหลังการปรับปรุง 45%
4.	ร้อยละดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกัน 44%		ร้อยละดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงสูงกว่าหลังการปรับปรุง 44%

3.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นมาตรการที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย รายละเอียดแสดงดังนี้

3.3.1 มาตรการกำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าสำหรับมาตรการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอย่างเหมาะสม เครื่องปรับอากาศจำนวน 1 เครื่อง โดยลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

จาก 8 ชั่วโมง เป็น 6 ชั่วโมง พบว่า สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 892.30 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าสำหรับมาตรการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอย่างเหมาะสม

รายละเอียด	หน่วย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวนเครื่องปรับอากาศ	เครื่อง	1	1
จำนวนชั่วโมงการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศต่อวัน	(ชั่วโมง)	8	6
จำนวนวันทำงานเครื่องปรับอากาศต่อปี (ค่าเฉลี่ย)	(วัน/ปี)	269	269
จำนวนชั่วโมงการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศต่อปี (ค่าเฉลี่ย), h	(ชั่วโมง/ปี)	2,152	1,614
กำลังไฟฟ้า	(กิโลวัตต์)	0.85	0.85
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานในระบบปรับอากาศ	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	1,147.60	860.70
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	-	286.9
คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	(บาท/ปี)	3,569.10	2,676.80
คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	(บาท/ปี)	-	892.30
สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์		กิโลวัตต์-ชั่วโมง	(บาท/ปี)
ระดับการใช้พลังงาน (ก่อนการปรับปรุง)		1,147.60	3,569.10
ระดับพลังงานเป้าหมาย (หลังการปรับปรุง)		860.70	2,676.80
ผลการประหยัด		286.90	892.30

3.3.2 มาตรการปรับตั้งอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น

มาตรการปรับตั้งอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น โดยปรับจากอุณหภูมิ 23 ^{o}C เป็น 25 ^{o}C จำนวนเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง พบว่า สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 2,792.70 บาท/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าสำหรับมาตรการปรับตั้งอุณหภูมิอย่างเหมาะสม

รายละเอียด	หน่วย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (ในพื้นที่ปรับอากาศ)	^{O}C	23.00	25.00
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในอาคาร (ในพื้นที่ปรับอากาศ)	%	58.00	55.00
เอลทาลปีของอากาศภายในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศ (ก่อน-หลัง การปรับอุณหภูมิ)	BTU/lb	28.85	30.45
อุณหภูมิอากาศภายนอก	^{O}C	28.00	28.00
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอก	%	45.00	45.00
เอลทาลปีของอากาศภายนอกอาคาร (ก่อน-หลัง การปรับอุณหภูมิ)	BTU/lb	31.49	31.49
ภาระการทำความเย็นของห้องปรับอากาศ	BTU/hr	2.64	1.04
ภาระการทำความเย็นที่ลดลง (ภายหลังการปรับอุณหภูมิอากาศในพื้นที่)	BTU/hr	-	1.60
ร้อยละของภาระการทำความเย็นที่ลดลง	%	-	60.61
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	-	897.97
คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (บาท/ปี)	บาท/ปี	-	2,792,69
สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	ก่อนปรับปรุง (บาท/ปี)	หลังปรับปรุง 2,792.69
ระดับการใช้พลังงาน (ก่อนการปรับปรุง)		1,481.7	4,607.90
ระดับพลังงานเป้าหมาย(หลังการปรับปรุง)		583.7	1,815.20
ผลการประหยัด		898.0	2,792.70

4. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามการติดตั้งวาล์วและเครื่องวัดความดันในระบบยังมีข้อจำกัด และยังพบว่าร้อยละความสามารถในการทำความเย็นก่อนการปรับปรุงต่างจากพิกัด 20% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานต่างจากพิกัด 19% หลังจากที่ทำการปรับปรุงแล้วความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเป็น 45% และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 44% นอกจากนี้มาตรการอนุรักษ์พลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่นำเสนอเป็นมาตรการที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย คือ มาตรการกำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศอย่างเหมาะสม เป็นมาตรการที่ไม่มีการลงทุนโดยทำการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากเดิม 8 ชั่วโมง เป็น 6 ชั่วโมง ต่อวัน มาตรการปรับตั้งอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น เป็นมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนโดยการทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนุบสนุนสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] เจษฎา วิเศษมณี. รูปแบบการระบายความร้อนด้วยน้ำที่ส่งผลต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กันยายน 2559, หน้า 125-134, 2559

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. การพัฒนาบุคคลากรด้านการตรวจวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ. กรุงเทพ. :กระทรวงพลังงาน, 2553

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. คู่มือรับผิดชอบด้านพลังงาน. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน. 2554.