การลดใช้พลังงานของระบบปรับอากาศที่มีการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อน เพื่ออนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา: อาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท

Energy Reduction of Air Conditioning System with Cooled Water Chiller Control to Conserve Energy Efficiently, Case Study: Palace Adaman Resort Hotel Building

สัญชัยยะ ผสมกุศลศีล[1] และชำนิ ใจประดิษฐ์ธรรม[2*]

Sanchaiya Pasomkusolsil[1] and Chamni Jaipradidtham[2*]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กรุงเทพฯ 10250

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กรุงเทพฯ 10250

[1]Department of Electrical Engineering and Energy Management, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University, Bangkok 10250

[2]Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University, Bangkok 10250

[*]Corresponding author: Tel.: 02 321 6930. E-mail: j_chamni@hotmail.com

Received: 24 July 2021, Revised: 19 June 2022, Accepted: 14 July 2022, Published online: 30 August 2022

Abstract

This research paper presents the objectives to study energy consumption and analyze energy reduction in indoor air conditioning system installation. A survey to examine the loss of air conditioning in the energy use, case study: Palace Adaman Beach Resort Hotel Building, Chumphon Province. If can control the operation of the air conditioning system to have good efficiency, it can reduced the use of electricity. Therefore, this research is study of energy efficiency to energy conservation by controlling of using air-cooled and water-cooled water chiller. Adjust the temperature to suit the maximum power demand. Measure the building's peak demand and control the system with collect data to analyze the results. The results show that it was necessary to control, check the cool and air conditioning system by reducing the refrigerant condenser temperature. Comparative results evaluation of the water chiller control before and after the improvement found that the electricity cost was reduced by 10 %, which can reduce the electricity of 15,249.78 kWh/year, and the cost of energy is reduced by approximately 106,748.46 baht/year, thus results in a reduction for use to help reduce the cost of electricity.

Keywords: air conditioning, adjust temperature, energy conservation, water chiller, energy reduce

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์การลดใช้พลังงานในการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร ทำการสำรวจตรวจสอบความสูญเสียของระบบปรับอากาศในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น กรณีศึกษา: อาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท จังหวัดชุมพร ถ้าสามารถควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพที่ดีก็สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่ออนุรักษ์พลังงานโดยการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และทำการปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด ทำการตรวจวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารและควบคุมระบบพร้อมทั้งเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล ผลการวิจัยพบว่าจำเป็นจะต้องทำการควบคุมตรวจสอบระบบทำความเย็นและปรับอากาศด้วยการลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็น โดยทำการประเมินผลเปรียบเทียบผลจากการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นก่อนที่จะทำการปรับปรุงกับหลังทำการปรับปรุงจึงพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าลดลงประมาณ 10 % สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 15,249.78 kWh และคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าประหยัดเงินได้ประมาณ 106,748.46 บาท/ปี ดังนั้นส่งผลช่วยลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลงได้

คำสำคัญ: ระบบปรับอากาศ ปรับลดอุณหภูมิ การอนุรักษ์พลังงาน เครื่องทำน้ำเย็น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันนี้รูปแบบการใช้พลังงานได้เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นมูลเหตุให้อัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นทุกๆปี ค่าไฟฟ้าที่เกิดจากค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งที่ทางผู้ใช้ไฟฟ้าต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ที่ 20–30 % ของค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม ถือเป็นการลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี การควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โดยทั่วไปจะใช้วิธีการตรวจวัดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจากระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าหลักของอาคารขนาดใหญ่ เช่น อาคารโรงแรมขนาดใหญ่ที่มีการใช้ระบบปรับอากาศจะใช้พลังงานมากกว่าร้อยละ50 โดยเฉพาะเครื่องทำความเย็น (Chiller) ถือเป็นอุปกรณ์ที่เป็นหัวใจของระบบปรับอากาศในอาคารสูง การควบคุมความดันด้านคอนเดนเซอร์ให้ต่ำสุด กรณีใช้ระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ [1] และทำการปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่มีความสำคัญยิ่งเพื่ออนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้พลังงานและวิเคราะห์การลดใช้พลังงานสูญเสียในการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร ทำการสำรวจตรวจสอบความสูญเสียของระบบทำความเย็นและปรับอากาศในการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเกินความจำเป็นที่เป็นปัญหา และนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพลังงาน โดยการแก้ไขปัญหาที่จะสามารถนำมาสู่การลดใช้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียซึ่งได้ทำการศึกษา ณ อาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท จังหวัดชุมพร

วิธีการดำเนินวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานด้านระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ และนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพลังงาน เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบระบายความร้อนด้วยน้ำดังแสดงภาพที่ 1 และภาพที่ 2 [3] กรณีศึกษาอาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท จังหวัดชุมพร ซึ่งศึกษาเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ โดยนำข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจ ตรวจสอบวัดหาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารและควบคุมระบบทำความเย็นและปรับอากาศในการใช้พลังงานไฟฟ้า พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล วิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและให้มีประสิทธิภาพ

สูงสุด โดยจะนำค่าที่ได้มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและประเมินผลหาการประหยัดพลังงาน งานวิจัยนี้ที่ได้แสดงผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานในเชิงเปรียบเทียบผล ได้แก่ ผลวิเคราะห์การลดใช้พลังงานสูญเสียก่อนและหลังปรับปรุงในการติดตั้งระบบปรับอากาศในอาคารโรงแรมฯ เป็นต้น

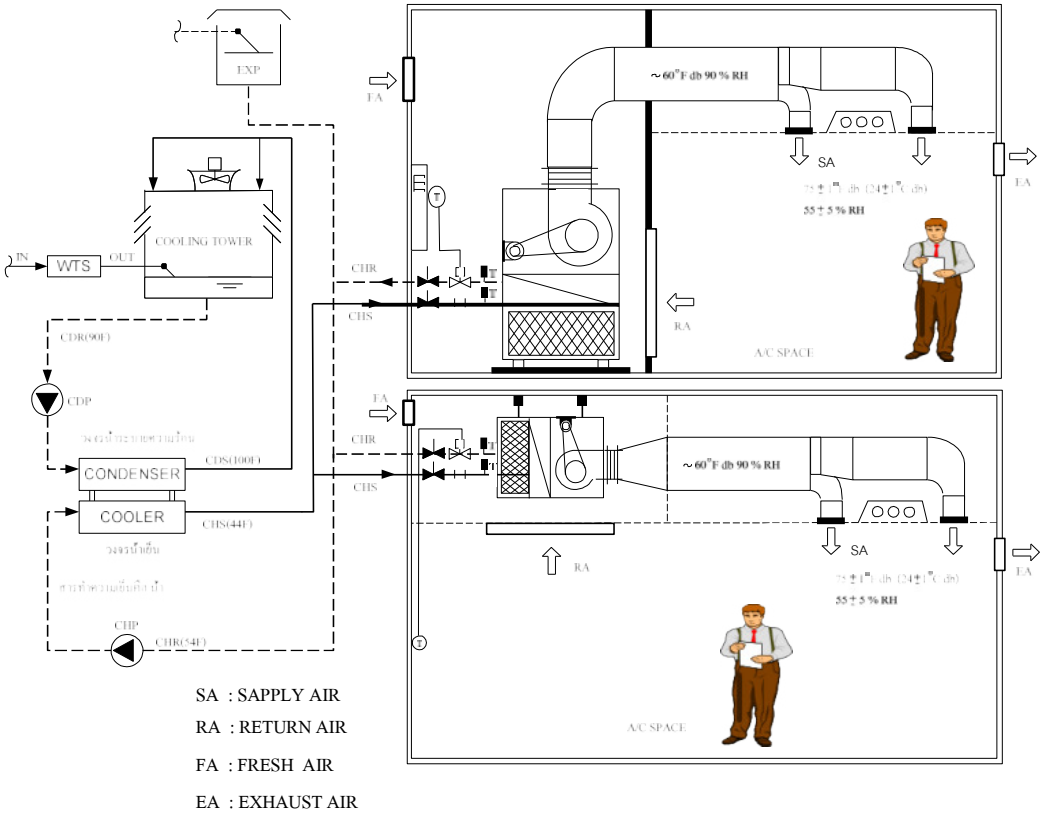
1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

- ข้อมูลการวิจัยทั่วไป จะศึกษาอาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท จังหวัดชุมพร ภายในห้องประชุมจัดเลี้ยง ห้องสัมมนา ซึ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 46,850 m^2 คิดเป็น 90% และเป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 5,683 m^2 คิดเป็น 10%

- ข้อมูลการใช้พลังงาน มีการใช้พลังงานหลัก ๆ 3 ประเภท คือ ระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานร้อยละ 56 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีสัดส่วนการใช้พลังงานร้อยละ 30 และระบบอื่นๆ [2] มีสัดส่วนการใช้พลังงานร้อยละ 14

- ข้อมูลด้านอุปกรณ์ ได้แก่ ชนิดเครื่องปรับอากาศ เป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่แบบรวมศูนย์ (Central Air Conditioning System) ประเภทเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและน้ำ ปั๊มน้ำเย็น (Chiller Pump) ข้อมูลจำนวนมอเตอร์ปั๊มน้ำ ชนิดและปริมาณมอเตอร์ที่ใช้งาน

- ข้อมูลเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) มีประสิทธิภาพสูงอายุการใช้งาน 3 ปี, ขนาดภาระการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น 500 TR (ตันความเย็น) จำนวน 3 เครื่อง มี Control Monitor ที่ตัวเครื่อง จัดว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์อัตโนมัติและระบบ Manual สามารถสั่งการเพิ่มเติมได้ทั้งระบบ ข้อมูลปั๊มระบายความร้อน (Condenser Pump) ทำการติดตั้งจำนวน 3 เครื่อง [3] เพื่อระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) รุ่น PACO/USA Model, Capacity 1350/110 US GPM/Ft, Speed 1,450 rpm มีขนาด 60 Hp และข้อมูลปั๊มน้ำเย็น (Chiller Pump) ทำการติดตั้งเครื่องส่งน้ำเย็นจำนวน 3 เครื่อง รุ่น PACO/USA Model KP 6019-5 Capacity 1080/200 US GPM/Ft, Speed 1,450 rpm 80 Hp



ภาพที่ 1 ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ [3]

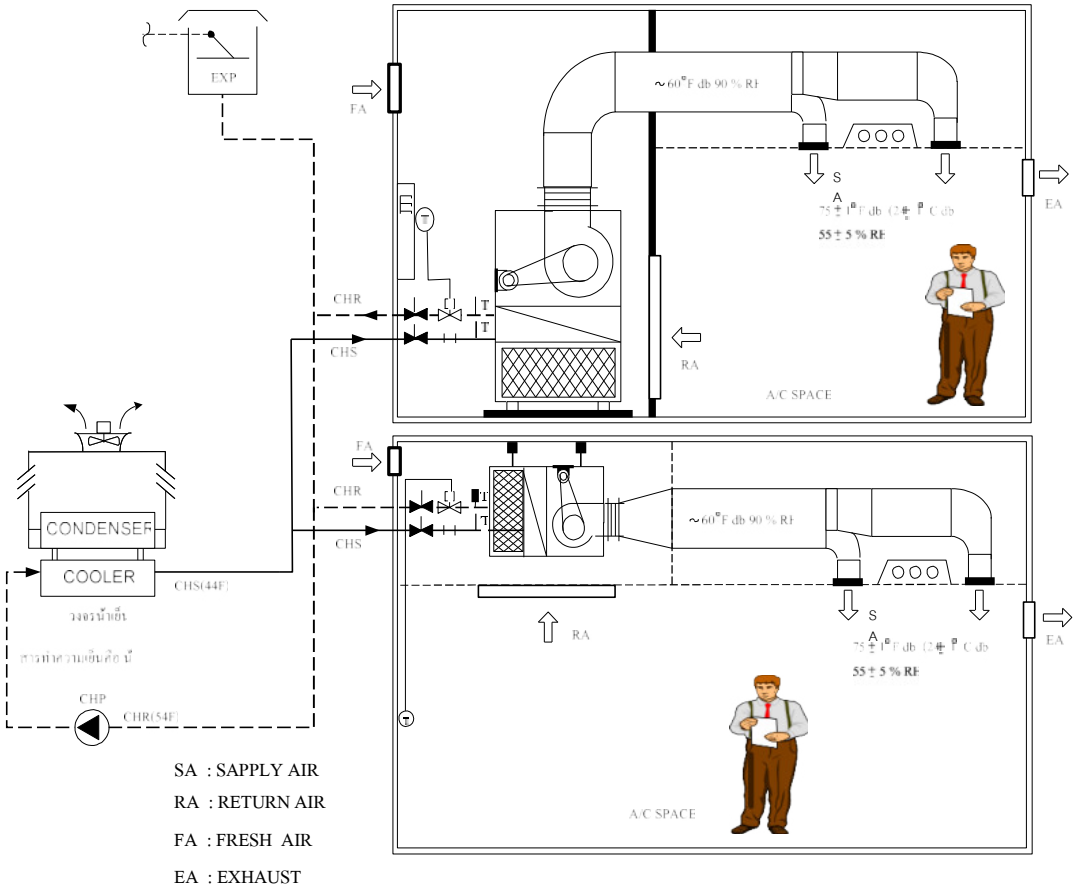
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องวัดเพื่อการตรวจวัดหาประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นและมอเตอร์ระบบน้ำระบายความร้อน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าและผลกระทบต่อการทำงานPart Load เครื่องวัดหาปัจจัยต่างๆ ดังนี้ [4]

- การวัดกำลังไฟฟ้า P_E
- อัตราการไหลของอากาศ m°
- อุณหภูมิน้ำเข้า T_1
- อุณหภูมิน้ำออก T_2

3. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

เริ่มต้นตรวจสอบอุณหภูมิภายในห้องประชุมจัดเลี้ยงของอาคารโรงแรม เพื่อวัดอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารทั้งก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อดูผลกระทบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในระบบปรับอากาศที่ติดตั้งเครื่องทำความเย็น (Chiller) โดยการตรวจวัดและวิเคราะห์การทำงานในช่วงระยะเวลาเดียวกันรวมทั้งตำแหน่งติดตั้งของเครื่องทำความเย็นทั้ง 3 เครื่อง โดยตรวจวัดการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นในแต่ละวัน ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบเครื่องสูบน้ำทำความเย็นทั้งหมด 15 เครื่อง และตรวจวัดหาประสิทธิภาพในแต่ละเครื่องนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณการใช้พลังงาน โดยทำการจดบันทึกค่าของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่อง



ภาพที่ 2 ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ [3]

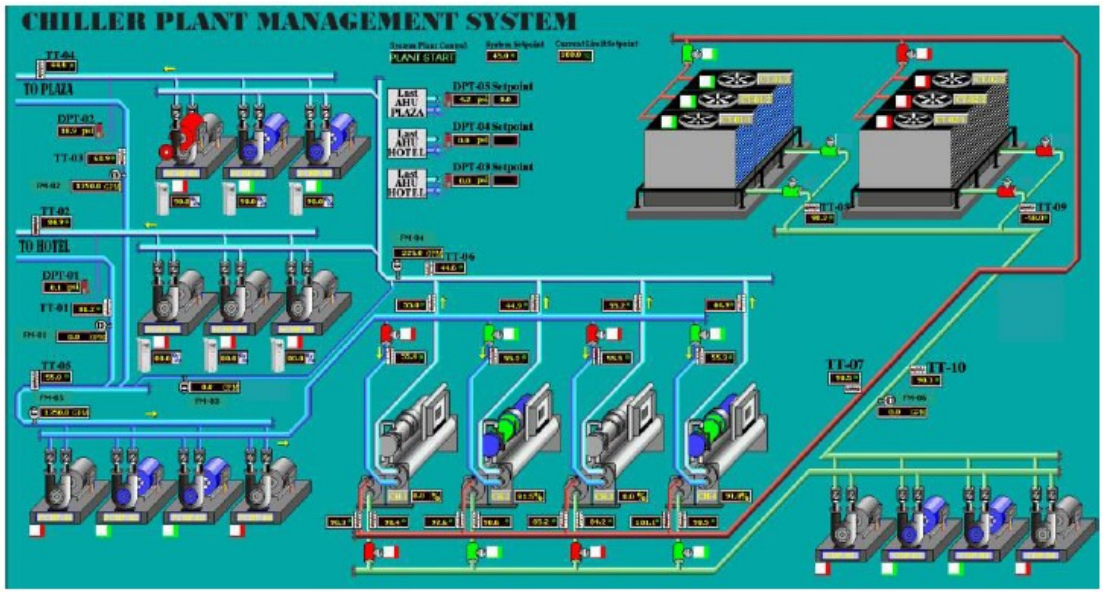
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ วิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารของห้องประชุม จัดเลี้ยง ห้องสัมมนาของโรงแรมทั้งก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนมาตรการใช้พลังงาน เพื่อดูผลกระทบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด วิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศส่วนที่มีการใช้พลังงานสูงสุดในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) โดยอ้างอิงจากกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และศึกษาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการจดบันทึกการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นและจากการวัดค่าการใช้พลังงานมาคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น

วิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานโดยทำการศึกษามาตรการการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมกับอาคารโรงแรมโดยไม่ให้มีผลกระทบกับผู้มาใช้บริการและพนักงานของโรงแรมฯ [4-6] วิเคราะห์เรื่องการลดใช้พลังงานต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศโดยเน้นที่ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ได้แก่ ควบคุมปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของอาคารโรงแรม ปรับเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น [7] เป็นการลดเวลาการทำงานหน่วยจ่ายลมเย็นแล้วทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังดำเนินการตามมาตรการ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อปีโดยคำนึงถึงการลดใช้พลังงานของระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้อาคารโรงแรมใช้ระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อน (Cooled Water Chiller) โดยใช้เครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 500 ตัน ทำความเย็น 3 เครื่อง [8-10] จะมีขนาดและจำนวนของชุดเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นและหอทำความเย็นเท่ากันกับเครื่องทำน้ำเย็น โดยปกติใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น 2 เครื่องในช่วงเวลา 08.30 น.-18.00 น. และอีก 1 เครื่องในช่วงเวลา 18.00 น.-21.00 น. ทำการปรับอุณหภูมิอากาศภายในพื้นที่ห้องประชุมจัดเลี้ยง ห้องสัมมนาของอาคารโรงแรมโดยใช้เครื่องส่งลมเย็นกระจายไปในพื้นที่ปรับอากาศ และมีการหมุนเวียนอากาศจากภายนอกอาคาร จะอาศัยแรงดูดภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นดูดอากาศภายนอกผ่านเข้ามาโดยตรงแบบคงที่ สำหรับพื้นที่ส่วนห้องพักของโรงแรมจะมีเครื่องปรับอากาศดูดอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาแล้วจ่ายเข้าในแต่ละห้องแสดงดังภาพที่ 3 [4]



ภาพที่ 3 ระบบควบคุมเครื่องทำความเย็นในระบบปรับอากาศภายในอาคารโรงแรมฯ [4]

ตารางที่ 1 ผลตรวจวัดก่อนปรับปรุงหอทำความเย็นในระบบควบคุมเครื่องทำความเย็นภายในอาคารโรงแรมฯ

จุดที่ตรวจวัด	ตัวแปรที่ตรวจวัด	คุณสมบัติเครื่องทำน้ำเย็น		
		CT-1	CT-2	CT-3
สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°Cab)	33.5	33.5	33.5
	อุณหภูมิกระเปาะเปียก (°Cab)	27.0	27.0	27.0
น้ำหล่อเย็น	อุณหภูมิเข้า (°C)	38.6	39.2	38.4
	อุณหภูมิออก (°C)	33.8	33.4	33.6
	ปริมาณการไหล (GPM)	95.2	99.3	96.5
ค่าไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW)	15.2	15.5	15.3

1. ผลการตรวจวัดสำหรับปรับลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็น

ข้อสังเกตก่อนการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ต้องการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนภายในอาคารโรงแรมพาเลซ อันดามัน บีชรีสอร์ท จังหวัดชุมพร นั้น โดยปกติระบบเดิมจะมีการควบคุมอุณหภูมิ 2 จุด [9] มีดังนี้

1) การปรับเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

2) การปรับเพิ่มอุณหภูมิของชุด เครื่องส่งลมเย็น ซึ่งต้องปรับตามจุดติดตั้งเครื่องส่งลมเย็น

ซึ่งการทำงานในลักษณะดังกล่าวจะพบปัญหาคือไม่สามารถควบคุมให้เหมาะสมกับค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของอาคาร รวมถึงผู้ควบคุมไม่สามารถทราบอุณหภูมิตามพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ภายหลังจากการติดตั้งระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อน เครื่องส่งลมเย็นและระบบแสดงผลค่าไฟฟ้า ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิของพื้นที่ปรับอากาศและทราบค่าอุณหภูมิตามพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ทำให้ผู้ควบคุมสามารถปรับและควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการใช้งานและค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้เป็นอย่างดี พบว่าอุณหภูมิเข้าน้ำหล่อเย็นจากหอทำความเย็นที่ใช้งานปัจจุบันสูงกว่าค่าพิกัดเครื่องมีปริมาณน้ำรั่วไหลตรงปะเก็นของเครื่องสูบน้ำเย็นดังแสดงผลตารางที่ 1 และตารางที่ 2 [10]

ตารางที่ 2 ผลตรวจวัดเครื่องสูบน้ำเย็นในระบบควบคุมเครื่องทำความเย็นสำหรับระบบปรับอากาศของอาคารโรงแรมฯ

ตัวแปรที่ตรวจวัด	คุณสมบัติเครื่องทำน้ำเย็น		
	CHP-01	CHP-02	CHP-03
ปริมาณน้ำขาเข้า (GPM)	80.5	79.6	74.9
ปริมาณน้ำขาออก (GPM)	80.2	79.4	74.6
ปริมาณน้ำที่รั่วไหล (GPM)	0.3	0.2	0.3
อุณหภูมิน้ำที่รั่ว (°C)	12.4	12.3	12.5

*หมายเหตุ GPM แทนค่า อัตราการไหลของน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที)

ตารางที่ 3 ผลตรวจวัดเครื่องทำน้ำเย็นในระบบควบคุมสำหรับระบบปรับอากาศภายในอาคารโรงแรมฯ

จุดที่ตรวจวัด	ตัวแปรที่ตรวจวัด	คุณสมบัติเครื่องทำน้ำเย็น			
		CH-01	CH-02	CH-03	พิกัดอุปกรณ์
น้ำเย็น	อุณหภูมิเข้า (°C)	12.40	12.30	12.55	12.23
	อุณหภูมิออก (°C)	7.11	7.43	7.62	6.67
	ปริมาณการไหล (GPM)	78.2	79.4	76.6	75.7
น้ำหล่อเย็น	อุณหภูมิเข้า (°C)	33.06	33.06	33.06	32.24
	อุณหภูมิออก (°C)	38.07	38.06	38.08	37.78
	ปริมาณการไหล (GPM)	97.6	98.2	96.4	94.6
ค่าไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW)	351	349	353	350
ความสามารถในการทำความเย็น (TR)		466	460	450	500
สมรรถนะของเครื่องน้ำเย็น (kW/TR)		0.75	0.76	0.78	0.70

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการศึกษา สำรวจและตรวจวัดความสูญเสียของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบควบคุมการทำงาน และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลดใช้พลังงานในการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคารแสดงผลตารางที่ 3 [10] มีรายละเอียดดังนี้

1) หอทำความเย็นและเครื่องทำน้ำเย็น จากข้อมูลการตรวจวัดพบว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นสูงกว่าพิกัด เป็นผลจากหอทำความเย็นไม่สามารถลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นลงได้ตามที่กำหนดมีผลทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นสูงขึ้น

2) เครื่องสูบน้ำ จากการตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเย็น พบว่า มีการรั่วไหลที่ปะเก็นของเครื่องสูบน้ำค่อนข้างมาก เป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องทำน้ำเย็นที่ต้องทำอุณหภูมิเติมระบบให้ได้อุณหภูมิที่ใช้งานและยังเป็นการสูญเสียค่าน้ำประปาอีกด้วย จึงเห็นควรให้มีการแก้ไขจุดที่รั่วไหลดังกล่าว

3. แนวทางการปรับปรุงและผลที่ได้รับ

1) หอทำความเย็นและเครื่องทำน้ำเย็น ควรทำการปรับปรุงเพื่อให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นลดลง สำหรับอาคารโรงแรมนี้สามารถปรับปรุงได้โดยการใช้งานหอทำความเย็นเพิ่ม 1 เครื่อง [11]

2) เมื่อทดลองใช้หอทำความเย็นเพิ่มอีก 1 เครื่องแล้วตรวจวัดข้อมูลจะได้ผลทดสอบแสดงดังตารางที่ 4 มีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลตรวจวัดหลังปรับปรุงหอทำความเย็นในระบบควบคุมเครื่องทำความเย็นภายในอาคารโรงแรมฯ

จุดที่ตรวจวัด	ตัวแปรที่ตรวจวัด	คุณสมบัติเครื่องทำน้ำเย็น		
		CT-1	CT-2	CT-3
สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°Cab)	34.0	34.0	34.0
	อุณหภูมิกระเปาะเปียก (°Cab)	27.5	27.5	27.5
น้ำหล่อเย็น	อุณหภูมิเข้า (°C)	36.0	36.0	36.0
	อุณหภูมิออก (°C)	32.0	32.0	32.0
	ปริมาณการไหล (GPM)	72.0	60.5	61.7
ค่าไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW)	14.8	14.7	14.5

จากข้อมูลตรวจวัดหลังจากเปิดใช้งานหอทำความเย็นเพิ่มอีก 1 เครื่อง ทำให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ผ่านเข้าเครื่องน้ำเย็นลดลง สามารถวิเคราะห์ผลที่ได้รับมีดังนี้

4. ผลการลดใช้พลังงานในการลงทุน

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นเมื่อใช้หอทำความเย็น 2 เครื่อง = 33.4 ℃ (92.12°F)

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นเมื่อใช้หอทำความเย็น 1 เครื่อง = 32.0 ℃ (89.6°F)

ความแตกต่างอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น = 1.4 ℃ (2.52°F)

จาก Pressure-Enthalpy Diagram ของสารทำความเย็นเมื่ออุณหภูมิทางด้านคอนเดนเซอร์ ลดลง 1°F จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นดีขึ้นประมาณ 1.5 % ดังนั้นภายหลังการปรับปรุงทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นดีขึ้นประมาณ 3.78 % ดังแสดงผลตารางที่ 5 สามารถวัดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียได้ของเครื่องทำน้ำเย็นมีดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสีย (4.58TR × 0.825 kWh/TR) จำนวน 1 เครื่อง = 3.78 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสีย จำนวน 2 เครื่อง = 15,246 kWh/ปี

ดังนั้นสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ = 3.78 + 15,246

= 15,249.78 kWh/ปี

ค่าไฟฟ้า หน่วยละ = 7 บาท/kWh

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 15,249.78 x 7 = 106,748.46 บาท/ปี

การประหยัดน้ำประปา: ปริมาณน้ำที่สูญเสีย = 4,973 m^3/ปี

ค่าน้ำประปา = 10 บาท/m^3

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 49,730 บาท/ปี

รวมเป็นเงินที่ประหยัดได้ คือ 106,748.46 +49,730 = 156,478.46 บาท/ปี

5. การลงทุน

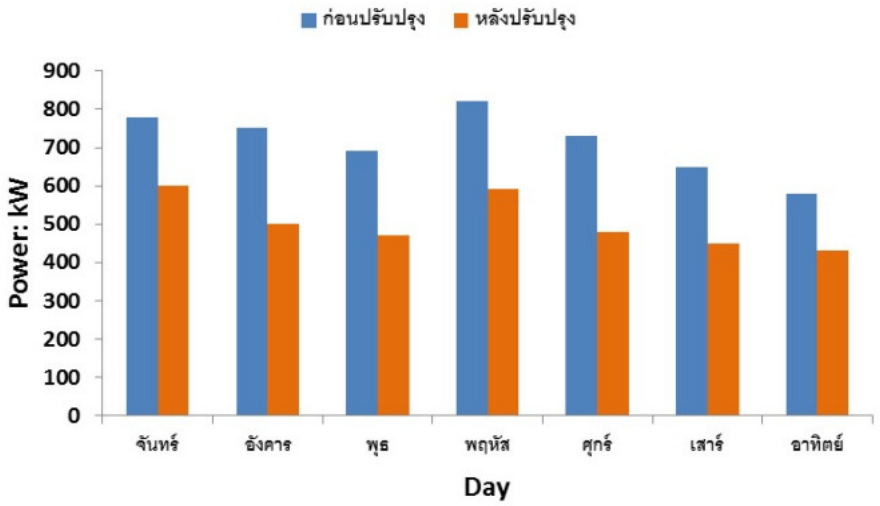
ทำการเปลี่ยนปะเก็นเครื่องสูบน้ำเย็นรวม 3 เครื่อง รวมเป็นเงิน ≅ 45,000 บาท

6. ระยะเวลาคืนทุน

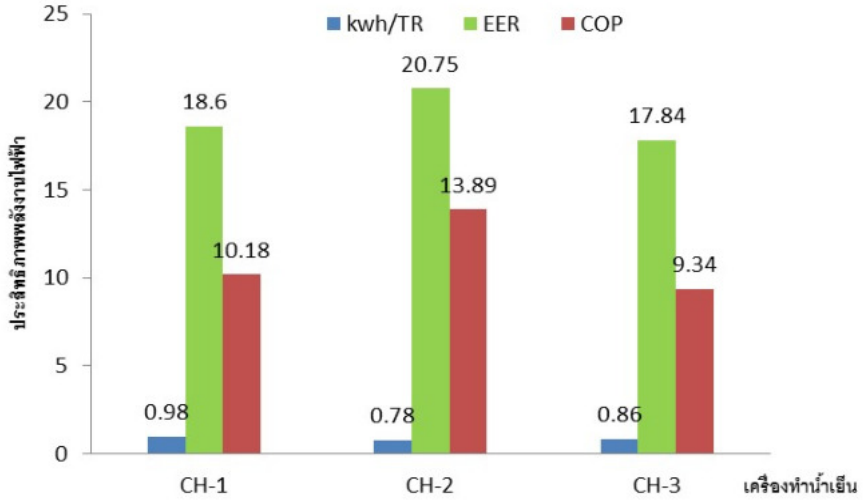
ระยะเวลาคืนทุน คือ 45,000/156,478.46 = 0.287 ปี หรือ ≅ 3 เดือน

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์การลดใช้พลังงานสูญเสียก่อนและหลังปรับปรุงในการติดตั้งระบบปรับอากาศในอาคารโรงแรมฯ

รายละเอียด	คุณสมบัติเครื่องทำน้ำเย็น			คุณสมบัติหอทำความเย็น		
	CH-1	CH-2	CH-3	CH-4	CH-5	CH-6
ภาระในการทำความเย็น (TR)	466	460	450	-	-	-
สมรรถนะก่อนปรับปรุง (kW/TR)	0.75	0.76	0.78	-	-	-
กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kW)	351	349	353	15.2	15.4	-
สมรรถนะหลังปรับปรุง (kW/TR)	0.72	0.73	0.75	-	-	-
กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (kW)	336	336	340	14.8	14.7	14.5
กำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง (kW)	-15	-13	-13	-0.4	-0.7	-14.5



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อวันของระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงที่มีการควบคุมระบบในโรงแรมฯ



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นภายในอาคารโรงแรมฯ

<u>กำหนดให้</u>

On peak of Maximum Demand หมายถึง ช่วงเวลาของระบบมีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์, เวลา 9.00 น.-22.00 น. ; หน่วย kW

ค่า kWh/TR หมายถึง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วโมงต่อตันความเย็น หรือประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วโมงต่อตันความเย็น (kWh/TR)

Energy Effective Ratio: EER หมายถึง อัตราส่วนค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ ; หน่วย Btu/hr/W

Coefficient of Performance: COP หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะขีดความสามารถทำความเย็นหรือประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ ไม่มีหน่วย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถอธิบายได้ว่าการวิเคราะห์ผลการอนุรักษ์พลังงานจากมาตรการต่างๆ นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนน้อย จะต้องทำการวิเคราะห์เฉพาะผลการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายที่ลดลง ส่วนมาตรการที่ต้องใช้เงินลงทุนมากจะต้องทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมถึงระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนในการลงทุนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจในการลงทุนได้ การปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้นจะส่งผลให้ความดันสารทำความเย็นด้านต่ำ (Low Pressure) สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยค่า kWh/TR จะลดลงหรือค่า COP สูงขึ้น โดยทั่วไปถ้าอุณหภูมิน้ำเย็นสูงขึ้น 1 °F จะส่งผลให้ค่า kWh/TR ของเครื่องลดลงประมาณ 2-4 % จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น ถ้าค่า COP มีค่ามากยิ่งดีแสดงว่าเครื่องทำน้ำเย็นมีสมรรถนะสูงดังแสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นภาพที่ 5 และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น (kWh/TR) จะขึ้นอยู่อุณหภูมิน้ำยาด้านนอกและอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนของระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น จากผลการวิจัยภาพที่ 4 พบว่าการควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และทำการปรับลดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด (On peak of Maximum Demand) ช่วงก่อนทำการปรับปรุงกับหลังทำการปรับปรุงจึงพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าลดลงประมาณ 10 % ผลจากการวิเคราะห์พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 15,249.78 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าประหยัดเงินได้ประมาณ 106,748.46 บาท/ปี ดังนั้นจึงส่งผลช่วยลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลงได้ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้และอุณหภูมิของระบบปรับอากาศยังสามารถควบคุมได้โดยไม่กระทบผู้พักอาศัยภายในอาคารโรงแรมฯ และผลการวิจัยพบว่าการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและทำความเย็นในอาคารโรงแรมฯ จะเกิดประสิทธิภาพผลสูงสุดได้นั้นจะต้องมีการศึกษา วางแผนงาน ติดตั้งระบบปรับอากาศ เริ่มตั้งแต่การออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมากและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ 10-30 %

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตที่สนับสนุนงบประมาณทุนวิจัยอย่างต่อเนื่องประจำทุกปี และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆ เครื่องวัดเพื่อตรวจวัดหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นและมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นทำให้ผลงานวิจัยเรื่องนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] พีรเชษฐ ทับทิมทอง. (2554). **การปรับปรุงระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับภาระการทำความเย็นโดยใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ กรณีศึกษาโรงแรมโนโวเทล**. สารนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

[2] ธนิต คล้ายอุทัย. (2557). **การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารในโรงพยาบาลพระรามเก้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

[3] ชัยวุฒิ สุทธิเรืองวงศ์. (2555). **คู่มือหลักสูตรการพัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ตามเกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ**. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

[4] พจน์ชววัฒน์ เลาะเลิศสุข และคณะฯ. (2556). การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสูง กรณีศึกษา: ระบบปรับอากาศโรงแรมโนโวเทล แพลตินั่ม กรุงเทพ. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต.** 3 (2), 48-56.

[5] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2550). **การปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบสำหรับอาคารสูง.** กรุงเทพ ฯ : คณะกรรมการโครงการวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

[6] เวชยันต์ อะมะวัลย์. (2551). **การประหยัดพลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศของอาคารสูงอำนวยการ.** สารนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[7] สิระ ธนพัฒน์. (2550). **การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าเพื่ออนุรักษ์พลังงานภายในอาคารโรงพยาบาลนครเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[8] ศุภชัย ปัญญาวีร์. (2546). **การประหยัดพลังงานในเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อน**. ระบบปรับอากาศ ชุดที่ 2 : 40 เรื่องหน้ารู้เทคนิคการปรับอากาศ. 165-168.

[9] ศรายุทธ์ ขุนณรงค์ และคณะฯ. (2560). **การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยเทคนิคการปรับอุณหภูมิระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด**. ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[10] เอกสารคู่มือตำราอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ด้านปฏิบัติด้านไฟฟ้า. (2562). **บทที่ 3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ**. ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย. 59-62.

[11] เอกสารคู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ. (2559). **การประหยัดพลังงานในระบบทำความเย็น**. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 27-45.