ประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ในธุรกิจโรงแรม 5 ดาว
Electrical Energy Management of Chillers System for Five Star Hotel

ทวีศักดิ์ โศภาพิสิฐกุล[1], ศักดิ์ชาย รักการ[1], จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[2], ศุภวัชร์ เมฆบูรณ์[2] และ จอมภพ ละออ[2]

[1]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
[2]หลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Taweesak Sopapisitkul[1], Sakchai Rakkarn[1], Jeerawat Plongmai[2], Suphawat Mekboon[2] and Jomphop La-or[2]
[1]Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School,
Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Road., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand
[2]Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University,
1761 Pattanakarn Road., Suanluang, Bangkok 10250, ThailandE-mail[1]: sopapisitkul@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ ในอาคารโรงแรมระดับ 5 ดาว ผู้ศึกษาวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าในปี 2017 พบว่า ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงถึง 7,918,412 kW/ปี ซึ่งเฉลี่ยสูงถึง 659,686 kW/เดือน ซึ่งพบว่า ปัญหาหลักมาจากขาดการบริหารจัดการที่ดี ไม่มีตารางการเปิด-ปิดเครื่องจักรในระบบทำความเย็น โดยมีแนวทางแก้ไขปัญหาคือ ทำการตรวจวัดหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น และจัดทำตารางการเปิด-ปิด เครื่องจักรปัญหาขาดการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบทำความเย็น ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองพลังงาน โดยมีแนวทางแก้ไขปัญหาคือ จัดทำแผนซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและพร้อมใช้งานตลอดเวลา ปัญหาการควบคุมการตั้งค่าการทำความเย็นของเครื่อง Chiller ปัญหาการเปิดใช้งานเครื่องจักรไม่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกัน เช่น เปิดใช้งาน Chiller 2 ตัวต่อจำนวน Cooling tower 4 ตัว ทำให้การระบายความร้อนของน้ำฝั่งคอนเดนเซอร์กลับมามีอุณหภูมิที่สูงถึง 90 °F ส่งผลให้เครื่องทำความเย็น (Chiller) มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง 900 kW/ชั่วโมง โดยมีแนวทางแก้ไขปัญหาคือ ทำการบันทึกข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิภายนอก จำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) การปรับการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำเย็น จำนวนการเปิดใช้งานหอผึ่งเย็น (Cooling tower) ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็น และนำค่าดังกล่าวมาทำการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE: Design of Experiment) ซึ่งทำให้ได้ตัวแปรหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าพลังงานไฟฟ้าของ Chiller คือ การตั้งค่าอุณหภูมิทำน้ำเย็นของ Chiller และจำนวนการเปิดใช้งานของหอผึ่งเย็น (Cooling tower) ที่เหมาะสมกับจำนวนของการใช้งาน Chiller ซึ่งจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำความเย็นหลักลงได้เฉลี่ยเดือนละ 52,085 kW หรือลดลงปีละ 625,020 kW คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง 7.2 เปอร์เซ็นต์/ปี

คำหลัก : การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พลังงานไฟฟ้า การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ประสิทธิภาพ

Abstract

This research is to study the problem of using electricity consumption in a Chillers system in a 5-star hotel building, researchers collected data on the amount of electricity used in 2017. The centralized cooling system uses up to 7,918,412 kW of electricity per year, averaging 659,686 kW per month. The main problem is the lack of good management. There are no openings-shutdown machines schedule for chillers system. Measure the efficiency of the chillers. And schedule the opening - shutdown. Lack of machinery maintenance in chillers system. The machine is not working efficiently and consumes energy. The solution is prepare maintenance plan for the machine to be effective and available at all times, Chiller system control problems, improper machine activation, and inconsistencies, such as two chiller operating with 4 cooling towers, condenser water return temperature as high as 90° F, the Chiller has a high power consumption of 900 kW/hour. The solution is record data of relevant variables such as external temperature, Number of Chiller operating, Chiller Water Temperature Adjustment, number of Cooling Tower operating and Energy consumption of Chiller operating. This is the design of the experimental design (DOE: Design of Experiment), which results in the main parameters that directly affect the electrical energy of the Chiller is the Chiller's cold water temperature setting and suitable for the number of Cooling Tower operating. With this solution, it can reduce the Electricity consumption of the Chiller system. An average of 52,085 kW a month, or a decrease of 625,020 kW a year, the total energy savings of 7.2 percent / year.

Keywords: Preventive Maintenance, Electrical Power, Engineering Design, Performance

1. บทนำ

พลังงานถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ล้วนแล้วแต่มีส่วนเชื่อมโยงในการใช้พลังงานแทบทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ การผลิตวัตถุดิบหรือแม้แต่เป็นต้นทุนในการผลิตและขนส่งสินค้าและบริการ ด้วยเหตุนี้การอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารจึงเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี โดยการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารและมาตรการฉลากแสดงประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร เป็นมาตรการตามแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่ภาครัฐกำลังผลักดันอยู่ในปัจจุบันและภาครัฐยังหวังว่าจะส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นในการออกแบบอาคารด้วย[1]

ระบบปรับอากาศเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในธุรกิจประเภทโรงแรมซึ่งมีสัดส่วนในการใช้พลังงานไฟฟ้าถึงประมาณ 40% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารโรงแรมสำหรับอาคารโรงแรมระบบปรับอากาศจะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงถึงเดือนละ 659,868kWh จากค่าไฟฟ้าทั้งระบบเฉลี่ยเดือนละ 1,735,729 kWh ซึ่งอาคารโรงแรมที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นโรงแรมระดับห้าดาวมีห้องพักจำนวนทั้งหมด 400 ห้องและห้องจัดประชุม 13 ห้อง ห้องจัดประชุมขนาดใหญ่3 ห้องห้องครัวห้องอาหารห้าห้อง ห้องแช่เย็น 19 ห้อง และห้องอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งต้องใช้น้ำเย็นจากระบบทำความเย็นมาใช้ในการปรับอากาศอากาศทั้งหมด [2]

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงได้เล็งเห็นปัญหาในการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็นที่สูง คิดเป็นมูล

ราคามากกว่าเดือนละ 2,056,148 บาท จึงทำการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องจักรหลักในระบบทำความเย็น โดยใช้แนวทางการจัดการงานวิศวกรรมและการอนุรักษ์พลังงาน โดยคาดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเปล่าลงอย่างน้อยประมาณปีละ 5%

2. ทฤษฎี

ความหมายของพลังงาน พลังงานหมายถึงแรงงานที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น น้ำ แสงแดด คลื่นลมและเชื้อเพลิงธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนั้นยังได้พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ ได้แก่ นิวเคลียร์ ไม้ฟืน แกรบ และชานอ้อยและพลังงานที่ได้จากแหล่งต่างๆดังกล่าว เรียกว่า พลังงานต้นกำเนิด (Primary Energy)ที่นำพลังงานต้นกำเนิดดังกล่าวมาแปรรูป เพื่อใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ถ่านโค้ก และก๊าซหุงต้ม เราจึงเรียกพลังงานเหล่านี้ว่าพลังงานแปรรูป (Secondary Energy) [1]

- ความหมายของค่ากำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W) หรือ กิโลวัตต์ (kW)กำลังไฟฟ้ามี 3 อย่างคือ

1. กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) มีหน่วยเป็นวัตต์(W) เป็นพลังไฟฟ้าที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

2. กำลังไฟฟ้าแฝง (Reactive Power) หรือเรียกว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย มีหน่วยเป็นวาร์ (VAR) โดยเป็นระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือUPS หรือ อินเวอร์เตอร์ ต้องผลิตออกมาแต่ใช้ไม่ได้

3. กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) มีหน่วยเป็นโวลท์แอมป์ (VA) คือกำลังไฟฟ้ารวม [3]

2.1 ทฤษฎีในการบริหารคุณภาพ

การบริหารงานด้วยวงจรคุณภาพ (PDAC) เป็นกระบวนการสากลที่ได้การยอมรับการจัดการอย่างมีคุณภาพ เป็นกระบวนการที่ดำเนินการต่อเนื่องเพื่อให้เกิดผลผลิตและบริการที่มีคุณภาพขึ้นโดยหลักการที่เรียกว่าวงจรคุณภาพ (PDAC) หรือวงจรเดมิ่งซึ่งประกอบไปด้วยสี่ขั้นตอนคือ

Plant คือการกำหนดสาเหตุของปัญหาจากนั้นวางแผนเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือทดสอบเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

Do คือการปฏิบัติตามแผนหรือทดลองปฏิบัติเป็นการนำร่องในส่วนย่อย

Check คือการตรวจสอบเพื่อทราบว่าบรรลุผลตามแผนหรือหากมีสิ่งใดที่ทำผิดพลาด หรือได้เรียนรู้ข้อผิดพลาด

Act การยอมรับการเปลี่ยนแปลงหากบรรลุผลเป็นที่น่าพอใจ หรือหากผลการปฏิบัติไม่เป็นไปตามแผน ให้ทำตามวงจร โดยการใช้การเรียนรู้การกระทำในวงจรที่ได้ปฏิบัติไปแล้วให้เกิดผลมากที่สุด

การวางแผนงาน(PDAC) มี 4 ขั้นดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษา คือ การวางแผนศึกษาข้อมูลวิธีการ ความต้องการของกระบวนการผลิต ข้อมูลด้านเชื้อเพลิง ข้อมูลของปริมาณการใช้ และข้อมูลทางด้านต้นทุน

2. ขั้นตอนเตรียมงาน คือ การวางแผนการเตรียมงานด้านสถานที่ ด้านออกแบบ และระบบความพร้อมของพนักงานที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์ เครื่องจักร และวัตถุดิบ

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน คือ การวางแนวทางการปฏิบัติงานของแต่ละส่วน แต่ละฝ่าย เช่น ฝ่ายผลิต ระบบของเครื่องจักร

4. ขั้นตอนการประเมินผล คือ การวางแผนหรือเตรียมการประเมินผลอย่างเป็นระเบียบ เช่น ประเมินจากยอดปริมาณเชื้อเพลิงเปรียบเทียบการผลิต ประเมินจากระยะเวลาการผลิต เพื่อให้ผลที่ได้จากการประเมินเกิดการเที่ยงตรงและถูกต้อง [4]

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ คือ กระบวนการรักษาสภาวะอากาศโดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด การกระจายลมและเสียง ให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้อยู่อาศัยในอาคารธุรกิจ และเกิดสภาวะอากาศตามความต้องการในโรงงานอุตสากรรม สำหรับอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้ระบบปรับอากาศในกระบวนการการผลิต เพื่อรักษาอุณหภูมิและ

ความชื้นให้เหมาะสม รวมทั้งการใช้เพื่อระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

สำหรับโรงงานและอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ระบบปรับอากาศที่นิยมติดตั้ง คือ ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System) โดยเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ [4]

3. วิธีดำเนินการศึกษา

การดำเนินงานวิจัยสำหรับการศึกษา การจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ในธุรกิจ กรณีศึกษาโรงแรม 5 ดาว ตั้งอยู่บนพื้นที่ 14 ไร่ บนถนนพระราม 1 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานครฯ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเปล่าลงอย่างน้อยประมาณปีละ 5% โดยมีรายละเอียดการใช้งานระบบทำน้ำเย็น ภายในอาคารโรงแรมติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เพื่อผลิตน้ำเย็นให้กับระบบปรับอากาศในอาคารโรงแรม และระบบห้องเย็นทั้งหมด เพื่อจ่ายลมเย็นให้กับอาคาร Garden Wing, Public Area, Royal wing ประกอบด้วยเครื่องจักร/อุปกรณ์ คือ

ตารางที่ 1 แสดงขนาดพิกัดของเครื่องจักรในระบบทำน้ำเย็น

อุปกรณ์หลัก	รหัส	ขนาดพิกัด		จำนวน (ชุด)	อายุการใช้งาน (ปี)
1.เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH-1,2,3,4	809 Ton	488 kW	4	7
2.เครื่องสูบน้ำเย็น (CHP)	PCHWP-1,2,3,4	800 GPM	30 kW	4	7
	SCHWP-H-1,2,3	801 GPM	75 kW	3	7
	SCHWP-A-1,2,3	802 GPM	37 kW	3	7
3.เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน	CDWP-1,2,3,4	803 GPM	55 kW	4	7
4.หอระบายความร้อน (CT)	CT1,2,3,4,5,6,7,8	500 Ton	11 kW	8	7

3.1 สภาพของปัญหาและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) Chiller no.2 มีปัญหาด้านประสิทธิภาพในการทำความเย็น ไม่สามารถ Run ได้เต็ม 100 % เนื่องจากมีปัญหาเรื่องการระบายความร้อน

2) Chiller no.4 มีการรั่วซึมของสารทำความเย็น ทำให้ความสามารถในการทำความเย็นลดลง

3) Balancing valve ฝั่งน้ำเย็นปรับอัตราการไหลของน้ำไม่เหมาะสม

4) มีน้ำเย็นไหลผ่าน Chiller ชุดที่ไม่เปิดใช้งานเนื่องจากวาล์วอัตโนมัติปิดไม่สนิท ทำให้น้ำเย็นที่ส่งไปใช้งานมีอุณหภูมิสูงขึ้น

5) มอเตอร์ควบคุม Hot gas มีปัญหาทำให้มีแก๊สร้อนรั่วไหลเข้าสู่ระบบทำน้ำเย็น

6) ชุดพัดลมของ Cooling tower ขาดการบำรุงรักษา สายพานหย่อน และขาด

7) แผ่นระบายความร้อน และสภาพน้ำใน Cooling tower สกปรก

8) AHU จากการตรวจสอบในเบื้องต้น พบว่า Filter และ Coil AHU สกปรก มีการอุดตันสูง สายพานหย่อน สายพานขาด และขาดการวางแผนบำรุงรักษา

9) การปรับตั้งค่า Set point อุณหภูมิของการทำน้ำเย็นไม่เหมาะสมกับภาระโหลด

10) การเปิดใช้งานจำนวน Cooling tower ไม่เหมาะสมกับการทำงานของจำนวน Chiller

3.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. กำหนดตารางการ เปิด-ปิด เครื่องจักรในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ ให้เหมาะสมและให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. วางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรหลักในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์

3. จัดการควบคุมการตั้งค่าความเย็นด้วยการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการควบคุมความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE: Design of Experiment)

4. วิธีการ

ผู้ทำการศึกษาวิจัยได้ศึกษาแนวทาง และวิธีในการแก้ปัญหาดังนี้

1. จากการตรวจสอบวิเคราะห์สภาพ และการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) พบว่า เครื่องจักรขาดแผนการบำรุงรักษา จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิด ลูกปืนมอเตอร์มีเสียงดัง มีการรั่วซึมของสารทำความเย็น ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้น จึงได้ดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข

2. กำหนดตารางการเปิด-ปิด เครื่องจักรในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ ให้เหมาะสมและให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การตรวจวัดเครื่องทำน้ำเย็น จะพิจารณาค่าสมรรถนะของเครื่องในรูปของกำลังไฟฟ้าที่ใช้เทียบกับความเย็นที่ได้ (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น; kW/TR) ที่ภาระเต็มพิกัดเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบกับสมรรถนะของเครื่องของผู้ผลิต เพื่อพิจารณาความแตกต่างก่อนที่จะหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่ต่อไป โดยใช้สมการคำนวณดังนี้

$ChP = P_C / Q$

P_C = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)

Q = ความสามารถในการทำความเย็น (TR)

$= 500 \times F \times \Delta T / 12{,}000$

F = อัตราการไหลของน้ำเย็น (GPM)

ΔT = อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า-อุณหภูมิน้ำเย็นออก ($^{\circ}F$)

จากการตรวจวัดและคำนวณประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น ได้ผลดังนี้

1) ค่า kW/TR ของ CH-1 ประมาณ 0.543 kW/TR ต่ำกว่าพิกัดที่ 0.603 kW/TR ประมาณ10% เกณฑ์ดีมาก

2) ค่า kW/TR ของ CH-2 ประมาณ 0.729 kW/TR มีค่าสูงกว่าพิกัดที่ 0.603 kW/TR ประมาณ 21.0 %

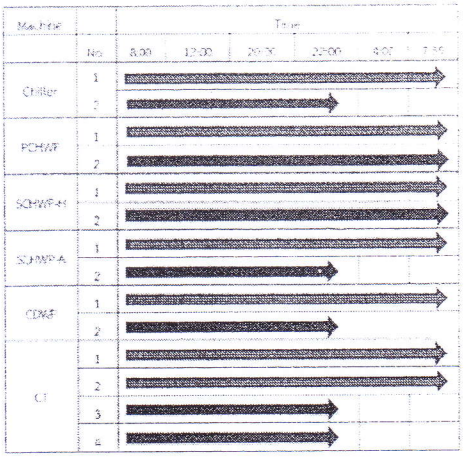
3) ค่า kW/TR ของ CH-3 ประมาณ 0.758 kW/TR สูงกว่าพิกัดที่ 0.62 kW/TR ประมาณ 26%

4) ค่า kW/TR ของ CH-4 ประมาณ 0.656 kW/TR สูงกว่าพิกัดที่ 0.603 kW/TR ประมาณ 9%

ซึ่งจากตารางการเปิด-ปิด เครื่องจักรหลังทำการแก้ไข จะเปิด-ปิดตามลำดับและเวลาดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงกำหนดเวลาเปิด-ปิด อุปกรณ์ทำน้ำเย็น ก่อนปรับปรุง

การเปิด-ปิด Chiller ก่อนการแก้ไข



1. จากการตรวจสอบในส่วนของปั๊มน้ำเย็นเข้าเครื่องทำความเย็น (Primary Chilled Water Pump) พบว่า ลูกปืนเสียหาย ทำให้เกิดมีเสียงดัง และมีน้ำรั่วซึมที่ซีลปั๊ม เกิดการสูญเสียความเย็นจากการรั่วซึมของน้ำเย็นเป็นเหตุให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า จึงได้ดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข

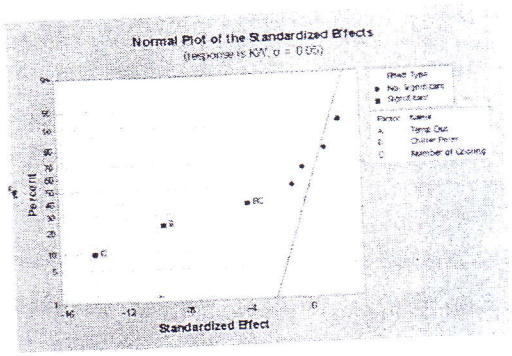
2. จากการตรวจสอบสภาพของปั๊มสูบจ่ายน้ำเย็น (Secondary Chilled Water Pump) พบว่ามีน้ำรั่วซึมจากตัวปั๊ม และลูกปืนในส่วนของมอเตอร์เสียหาย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เป็นผลทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จึงได้ดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข

3. จากการตรวจสอบสภาพการใช้งานของหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) พบว่า แผงระบายความร้อน (Fill) อุดตัน การระบายความร้อนไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และลูกปืนมอเตอร์พัดลมระบายความร้อน มีเสียงดัง สายพานขาด เสียหาย จึงได้ดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข

3. จากการตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องจ่ายลมเย็น (AHU) พบว่าแผงคอยล์เย็น มีสภาพ สกปรกอุดตัน และสายพานมอเตอร์ขาด จึงได้ดำเนินการซ่อมแซมแก้ไข ทำความสะอาด

4.1 ผลลัพธ์

ผู้ทำการวิจัยได้เริ่มทำการทดลองปรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และกำหนดจำนวนการทำงานของหอผึ่งเย็น (Cooling tower) โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE: Design of Experiment) และได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพประกอบ



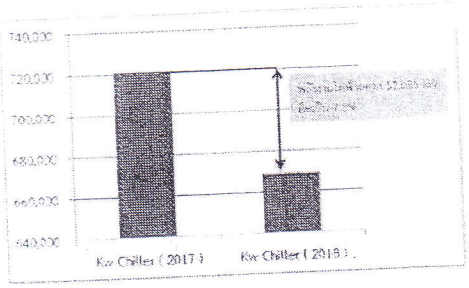
รูปที่ 2 แสดง Normal Plot of the Standardized Effect

5. สรุปผล

จากการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารโรงแรมประเภท 5 ดาว ผลการศึกษาพบว่า ระบบปรับอากาศเป็นส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ในธุรกิจประเภทโรงแรม ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าถึงประมาณ 40% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารโรงแรม ซึ่งในปี 2017 ระบบปรับอากาศมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงถึงเดือนละ 659,868 kWh จากการศึกษาสามารถลดการใช้พลังงานระบบทำความเย็นภายในโรงแรมได้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำเย็น

Month	Kw Chiller (2017)	Kw Chiller (2018)	พลังงานที่ลดลง (kW)	พลังงานที่ลดลง (%)
April	682,512	657,788	24,724	3.6
May	751,644	714,838	36,806	4.9
June	734,509	663,324	71,185	9.7
July	715,219	639,544	75,675	10.6
Average	720,971	668,886	52,085	7.2



รูปที่ 3 แสดงกราฟค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.ศักดิ์ชาย รักการ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้กรุณาสละเวลาที่มีค่าให้ความรู้คำปรึกษาในเรื่อง ข้อมูลทางด้านวิชาการด้วยดีมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัตถกร กลั่นความดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ และอาจารย์ ดร.ธนาคม สกุลไทย คณะกรรมการสอบหัวข้อวิจัยที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักวิชาการ รวมถึงอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ในสาขาที่เรียนมาตลอดการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงพลังงาน.สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย. (2560) .[ออนไลน์].ได้จาก : http://www.dede.go.th

[2] กรณุศ ตันอังสนากุล .(2015). การอนุรักษ์พลังงานของอาคาร http://www.salforest.com/blog/building-energy-saving

[3] SolarHub Co.,Ltd. ความรู้ทางไฟฟ้าเบื้องต้น. [ออนไลน์].ได้จาก : https://www.solarhub.co.th/solar-information/electrical-basic

[4] ศุภชัย นาทะพันธ์.(2551). การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น