

การจัดการและการอนุรักษ์พลังงานด้วยการปรับปรุงระบบระบายความร้อน ของเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ (Chiller)

ไตรภพ คำวิเศษณ์¹, กฤษณชัย โกยกอบการ², เฌม นวลจันทร์³

รับบทความ: 16 ธันวาคม 2565 ; ส่งแก้ไข: 23 ธันวาคม 2565 ; ตอบรับ: 28 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

บทนำ: ระบบทำความเย็นเป็นระบบที่สำคัญมากของโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นระบบที่รองรับในการบริการผู้ป่วยและผู้ที่มาใช้บริการ อีกทั้งในส่วนของบริการและสนับสนุนต่างๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ นั้น ก็เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็นทั้งสิ้น

วัตถุประสงค์: 1. เพื่อปรับปรุงระบบระบายความร้อนของเครื่อง Chiller ให้มีประสิทธิภาพที่ดี ให้มีเสถียรภาพไม่ให้เกิดการ Shutdown เองจากการที่เครื่องระบายความร้อนไม่ทันและ 2. เพื่อให้สามารถบริการลูกค้าได้ต่อเนื่องและเกิดความปลอดภัยกับผู้ป่วยรวมถึงความคุ้มค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพควบคุมค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

วิธีดำเนินการวิจัย: มีการดำเนินโครงการ ตามกรอบ Plan do check Act และดำเนินการโดยเริ่มจากออกแบบพร้อมติดตั้งให้ขนาดท่อและวาล์วมีความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม ปรับเปลี่ยน Motor ที่ขับ Condenser Pump ให้ถูกต้องตามสเปค ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของปั๊ม (VSD) เพื่อที่จะสามารถปรับแต่งการทำงานให้เกิดการประหยัดพลังงาน และติดตั้งระบบลดตะกอน ลดตะกอนเพื่อช่วยในการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว ซึ่งมีข้อดีทั้งในส่วนของประสิทธิภาพและ Operating Cost ต่ำ

ผลการศึกษา: พบว่าสามารถควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser อยู่ในช่วง 6-10 องศาฟาเรนไฮต์นั้นหมายความว่า Flow ของน้ำเพียงพอต่อการระบายความร้อน และสามารถควบคุมค่า Approach Temperature ได้ที่ไม่เกิน 3 องศาฟาเรนไฮต์ ถึงแม้มาตรฐานของผู้ผลิตกำหนดไว้ว่าสามารถสูงได้ถึง 10 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ก็ไม่ได้เป็นค่าที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน เพราะว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์จะลดประสิทธิภาพ 1-1.5% ผลประหยัดจากการคำนวณอยู่ที่ 3.52 ล้านบาท (ลงทุน 2.8 ล้านบาท) ซึ่งมาจาก 2 ส่วนคือ ผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนจากระบบระบบโอโซนมาเป็นระบบลดตะกอนแบบ Pulse-Powered (Vulcan WE) ประหยัด Operating Cost สะสม 6 ปี เท่ากับ 466,206 บาท ผลประหยัดที่เกิดจากการปรับปรุงระบบท่อรวมถึงผลจากการที่ปรับปรุงระบบลดตะกอนที่จะไปเกาะ Tube สะสม 6 ปี เท่ากับ 3,056,628.36 บาท รวมทั้งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสม 6 ปี เท่ากับ 317,112.35 กิโลกรัม

สรุป: การนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมมาปรับปรุงระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ของโรงพยาบาล ส่งผลให้เกิดเสถียรภาพในการทำงานของเครื่องจักร มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นทำให้ประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายรวมถึงช่วยลดการเกิดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และทำให้มีระบบที่ส่งเสริมในการรักษาประสิทธิภาพในระยะยาว

คำสำคัญ: ประหยัดพลังงานไฟฟ้า, Energy saving, Chiller, Cooling Tower, Approach Temperature

¹ หัวหน้าแผนก Facility Management, ² เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญแผนก Facility Management, ³ เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญ Facility Management ชื่อหน่วยงาน Facility Management สังกัด รพ.กรุงเทพภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

*Corresponding E-mail: supannika.po@bgh.co.th

Improve Condenser Efficiency for Water Cool Chiller

Traipop Kamwised¹, Kritsanachai Koykobkarn², Game Nualchan³

Received: December 16, 2022; Received in first revision: December 23, 2022; Accepted: December 28, 2022

Abstract

Introduction: The refrigeration system is a very important system in a hospital, because it is a system that supports the service of patients and those who come to use the service. In addition, in terms of services and support such as temperature and humidity control, it is related to the refrigeration system.

Objectives: 1. To improve the cooling system of the chiller to have better performance, be stable, not to cause the shutdown itself from the cooling machine that is not being able to catch up. 2. In order to be able to provide continuous service to customers and ensure safety for patients, including effective control of electrical energy consumption, energy costs and emissions reduction of greenhouse gas.

Research Methodology: The project was conducted according to the Plan do check Act framework and proceeded from designing and installing to make pipe and valve sizes suitable according to engineering principles, modifying the motor that drives the condenser pump to meet the specifications. Additionally, install a pump speed control device (VSD) to be able to adjust the operation to save energy and install a scale reduction system to contribute to long-term energy conservation, which has advantages in terms of efficiency and low operating cost.

Discussion and Results: It was found that the temperature difference of the water entering and leaving the chiller on the condenser side was controlled in the range of 6-10 degrees Fahrenheit, meaning that the water flow was sufficient for cooling, and it can control the Approach Temperature at no more than 3 degrees Fahrenheit. Although the manufacturer's standards set that it can be as high as 10 degrees Fahrenheit, but it is not a cost-effective value to save energy. This is because when the temperature rises by 1degree Fahrenheit, the efficiency will be reduced by 1-1.5%. The savings from the calculation are 3.52 million baht (investment 2.8 million), which comes from 2 parts: savings when switching from an ozone system to a pulse-powered scale reduction system (Vulcan WE) which accumulated the operating cost savings over 6 years in total amount of 466,206 baht. Savings arising from pipe system improvements including results from scaling reduction system improvements accumulated over 6 years equal to 3,056,628.36 baht. Cumulative greenhouse gas emissions for 6 years in total of 317,112.35 kg.

Conclusion: Applying engineering knowledge to improve the large cooling system of the hospital resulted in stability for the operation of the machine itself with improved efficiency, saved energy, reduced costs and reduced greenhouse gas emissions. Also, it can make a system that promotes to maintain long-term efficiency.

Keywords: Electricity saving, Energy saving, Chiller, Cooling Tower, Approach Temperature, HVAC

บทนำ

ระบบทำความเย็นเป็นระบบที่สำคัญมากของโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นระบบที่รองรับในการบริการผู้ป่วยและผู้ที่มาใช้บริการ อีกทั้งในส่วนของการบริการและสนับสนุนต่าง ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ นั้น ก็เกี่ยวข้องกับระบบทำความเย็นทั้งสิ้น^[1-3]

เป้าหมาย

- เพื่อควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser ไม่เกิน 10 องศาฟาเรนไฮต์ (ขยายท่อ)
- เพื่อควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser มากกว่า 6 องศาฟาเรนไฮต์ (ติดตั้งและควบคุมการทำงานของ VSD)
- เพื่อควบคุมค่า Approach Temperature ได้ที่ไม่เกิน 3 องศาฟาเรนไฮต์ (Monitor อย่างสม่ำเสมอ, ล้างทำความสะอาด เมื่อมีตะกอนมาเกาะ รวมถึงการติดตั้งระบบลดตะกอน)

กิจกรรมการพัฒนา

- ออกแบบพร้อมติดตั้งให้ขนาดท่อและวาล์วมีความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม¹
- ปรับเปลี่ยน Motor ที่ขับ Condenser Pump ให้ถูกต้องตามสเปคติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของปั๊ม (VSD) เพื่อที่จะสามารถปรับแต่งการทำงานให้เกิดการประหยัดพลังงาน
- ติดตั้งระบบลดตะกอน ลดตะกอนเพื่อช่วยในการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว ซึ่งมีข้อดีทั้งในส่วนของคุณภาพและ Operating Cost ต่ำ

การประเมินผลการเปลี่ยนแปลง

ผลการดำเนินงานพบว่าสามารถควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser อยู่ในช่วง 6-10 องศาฟาเรนไฮต์นั้นหมายความว่า Flow ของน้ำเพียงพอต่อการระบายความร้อน และสามารถควบคุมค่า Approach Temperature ได้ที่ไม่เกิน 3 องศาฟาเรนไฮต์ ถึงแม้มาตรฐานของผู้ผลิตกำหนดไว้ว่าสามารถสูงได้ถึง 10 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ก็ไม่ได้เป็นค่าที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน เพราะว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์จะลดประสิทธิภาพ 1-1.5% ผลประหยัดจากการคำนวณอยู่ที่ 3.52 ล้านบาท (ลงทุน 2.8 ล้านบาท) ซึ่งมาจาก 2 ส่วนคือ ผลประหยัดเมื่อเปลี่ยนจากระบบระบบไอโซนมาเป็นระบบลดตะกอนแบบ Pulse-Powered (Vulcan WE) ประหยัด Operating Cost สะสม 6 ปี เท่ากับ 466,206 บาท ผลประหยัดที่เกิดจากการปรับปรุงระบบท่อรวมถึงผลจากการที่ปรับปรุงระบบลดตะกอนที่จะไปเกาะ Tube สะสม 6 ปี เท่ากับ 3,056,628.36 บาท รวมทั้งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสม 6 ปี เท่ากับ 317,112.35 กิโลกรัม



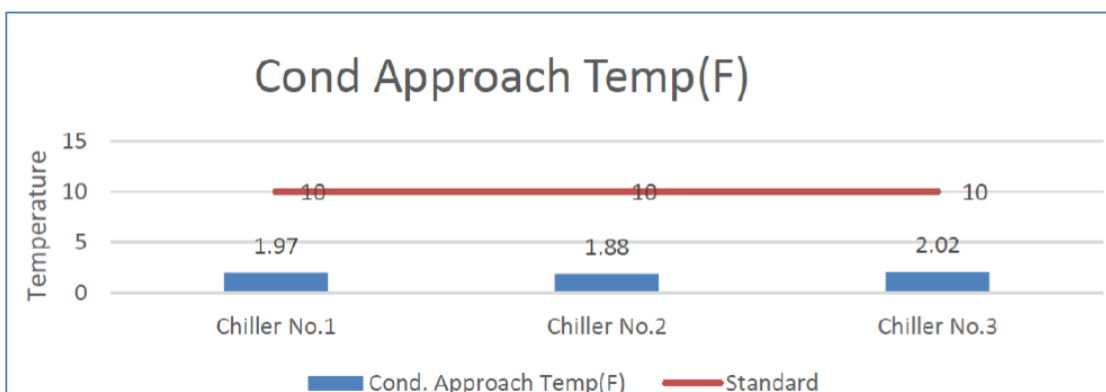
ภาพที่ 1 งานเปลี่ยนท่อ Cooling Tower ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 2 งานเปลี่ยนท่อ Cooling Tower (หลังดำเนินการแล้วเสร็จ) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของเครื่อง Chiller

Condenser	13. Cond Entering Water Temp	80-90 °F			36.9	38.4	37.1	35.2	37.8	36.1
	14. Cond Leaving Water Temp	90-102 °F			96.3	95.9	94.1	90.7	97.3	94.0
	15. Cond Sat. Refrigerant Temp	91-105 °F			99.5	98.5	96.5	93.1	97.8	96.1
	16. Cond Refrigerant Pressure	85-135 Psig			123.3	121.1	116.9	111.6	124.1	116.2
	17. Cond Approach Temp	<10 °F			2.7	2.6	2.4	3.0	2.5	2.2
	18. Cond Water Pressure Drop	~4.8 Psig			3	4	4	5	3	4

ภาพที่ 3 ผลลัพธ์การพัฒนา (สามารถควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser ไม่เกิน 10 องศาฟาเรนไฮต์/ • สามารถควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำเข้าและออกจากเครื่อง Chiller ในฝั่ง Condenser มากกว่า 6 องศาฟาเรนไฮต์)



ภาพที่ 4 ผลลัพธ์การพัฒนา (สามารถควบคุมค่า Approach Temperature ได้ที่ไม่เกิน 3 องศาฟาเรนไฮต์/ • ถึงแม้มาตรฐานของผู้ผลิตกำหนดไว้ว่าสามารถสูงได้ถึง 10 องศาฟาเรนไฮต์แต่ก็ไม่ได้เป็นค่าที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน)

Compare Vulcan WE vs Ozone							
No	Technology	Operation Cost (inc.vat)					
		Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6
Ozone	ค่าบริการ	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
	ค่าจ้าง Tube ของ Chiller	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000
	ค่าไฟฟ้า	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304	47,304
	Total cost Ozone (Yearly)	312,304	312,304	312,304	312,304	312,304	312,304
	Total cost	936,912			1,249,216	1,561,520	1,873,824
Vulcan WE	Technology	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6
	ค่าบริการ(รวมค่าน้ำยา)	200,090	200,090	200,090	183,505	154,080	154,080
	ค่าจ้าง Tube ของ Chiller		105,000		105,000		105,000
	ค่าไฟฟ้า	114	114	114	114	114	114
	Total cost Vulcan WE (Yearly)	200,204.00	305,204.00	200,204.00	288,619.00	154,194.00	259,194.00
	Total cost	705,612			994,231	1,148,425	1,407,619
ผลประโยชน์สะสม		231,300			254,985	413,095	466,205

ภาพที่ 5 ผลประหยัสด่วนของระบบลดตะกรันแทนระบบโอโซน

NO.	kw	Time (hr.)	DAY	Baht/Unit (INC VAT)	kwh	5% saving (kwh)	SAVE (Baht)
Chiller 1	156.00	12.00	365.00	5.4765	683,280	34,164.00	187,098.26
Chiller 2	153.00	12.00	365.00	3.7857	670,140	33,507.00	126,846.11
Chiller 3	163.00	12.00	365.00	5.4765	713,940	35,697.00	195,493.69
SAVING 1 YEAR						103,368.00	509,438.06
SAVING 6 YEAR						620,208.00	3,056,628.36
CO ₂ (kg.)/Year						52,852.06	
CO ₂ (kg.)/6Year						317,112.35	

ภาพที่ 6 ภาพการคำนวณผลประหยัสดจากการเปลี่ยนระบบโอโซนมาเป็นระบบลดตะกรันแบบ Pulse Powered(Vulcan WE)

สรุปผลงาน

การนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมมาปรับปรุงระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ของโรงพยาบาล ส่งผลให้เกิดเสถียรภาพในการทำงานของเครื่องจักร มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ทำให้ประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายรวมถึงช่วยลดการเกิดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และทำให้มีระบบที่ส่งเสริมในการรักษาประสิทธิภาพในระยะยาว

บทเรียนที่ได้รับ

กระบวนการพัฒนางานนอกจากต้องทบทวนตามทฤษฎีแล้ว จำเป็นต้องหาผู้เชี่ยวชาญภายนอกในการตรวจวัด

ประสิทธิภาพของสมมุติฐานที่วางไว้ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการคุย สัมภาษณ์ ผู้เสนองานอย่างเข้มข้น ซึ่งหากคัดเลือกทีมชำนาญการที่ผิดจะส่งผลกระทบต่อผลการแปลผลผิดพลาด เมื่อแปลผลผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อวางแผนปรับปรุงระบบ องค์กรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์

อนาคตวางแผนในการปรับปรุงท่อน้ำเย็นเพื่อปรับปรุงระบบการเดินเครื่อง chiller ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. คู่มือ

- หลักสูตร “การพัฒนาศักยภาพการปฏิบัติ
เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้
พลังงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ตาม
เกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานในระบบ
ปรับอากาศ [Internet]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ
2 มกราคม 2565]. เข้าถึงได้จาก:
[http://lib.Med.psu.ac.th/
pdf/van01.pdf](http://lib.Med.psu.ac.th/pdf/van01.pdf).
2. สาทิต เนียมสุวรรณ. วิธีการคำนวณการลด
ก๊าซเรือนกระจก ภายใต้โครงการ LESS
[Internet]. กรุงเทพมหานคร: องค์การ
บริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การ
มหาชน). [เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2565].
เข้าถึงได้จาก: [https://ghgreduction.
tgo.or.th /th/download-
less/download/374/496/32.html](https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-less/download/374/496/32.html).
3. Refrigerating. ASHRAE greenguide:
the design, construction and
operation of sustainable buildings
[Internet]. 2006 [cited 2022 Jan 5].
Available from:
[https://www.academia.edu/3814979
5/ASHRAE_Green_Guide_pd](https://www.academia.edu/38149795/ASHRAE_Green_Guide_pd).