

แผนลดอุณหภูมิในการระบายความร้อนสำหรับเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

The Evaporative Pre-cooling for Air-cooled Chillers in Electronic Industries in Thailand

ธเนศ เดชโหมด^{1*} วรรัตน์ ปัตตประกร¹ และ พระพีพัฒน์ ภาสบุตร²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12121

โทร 0-2564-3001 ต่อ 3053 โทรสาร 0-2987-6800 *อีเมล์ thanet_ep@yahoo.com

² ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12121

โทร 0-2564-3001 ต่อ 3053 โทรสาร 0-2978-6800 อีเมล์ bporr@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย โดยการจัดตั้งแผนลดอุณหภูมิของอากาศให้มีค่าลดต่ำลงก่อนระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ ผลการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 200 ตันความเย็น พบว่าสามารถลดอุณหภูมิของอากาศจาก 1.9°C เป็น 9.6°C เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพสามารถลดค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น จาก 1.04 เป็น 0.97 หรือคิดเป็น 6.85% เมื่อศึกษาถึงผลของฤดูกาลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง จาก 115,680 kWh/เดือน เป็น 108,104 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 6.55% ในฤดูร้อน จาก 121,085 kWh/เดือน เป็น 114,350 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 5.56% ในฤดูฝน และจาก 115,520 kWh/เดือน เป็น 110,867 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 4.03% ในฤดูหนาว รวมถึงเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในรอบหนึ่งปีของเครื่องปรับอากาศ พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจาก 1,409,300 kWh/ปี เป็น 1,330,520 kWh/ปี หรือคิดเป็น 5.59% ดังนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ทางการเงินจะได้ว่าระยะเวลาคืนทุนของแผนลดอุณหภูมิของอากาศคิดเป็น 1.63 ปี

Abstract

In this paper, the evaporative pre-cooling for air-cooled chillers is studied in electronic industries in Thailand. The results show that it can reduce air temperature from 1.9°C to 9.6°C and kilowatt per refrigerant ton from 1.04 to 0.97 or 6.85%, when evaporative pre-cooling is installed at the 200 RT air-cooled

chiller. In addition, the energy consumption for various seasons is evaluated which evaporative pre-cooling can reduce the energy consumption from 115,680 kWh/month to 108,104 kWh/month or 6.55% in summer season, from 121,085 kWh/month to 114,350 kWh/month or 5.56% in rainy season, and from 115,152 kWh/month to 110,867 kWh/month or 4.03% in winter season. Furthermore, the annual energy consumption is reduced from 1,409,300 kWh/year to 1,330,520 kWh/year or 5.59% and the simple payback period is 1.63 year

1. คำนำ

อุตสาหกรรมประเภอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศประมาณ 50-60 % ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดภายในโรงงาน โดยพื้นที่ปรับอากาศส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ในส่วนของห้องสะอาด (clean room) ในพื้นที่ของห้องสะอาดนี้จะมีการควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในห้องอยู่ในช่วง 24±0.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 40±5 % [1] และมีกระบวนการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง ในส่วนประเภทของเครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้จะเป็นแบบรวมศูนย์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (air cooled chiller) และชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (water cooled chiller) และเมื่อพิจารณาในแง่ของการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ จะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูงกว่าชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ แต่ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะดูแลรักษาง่ายกว่าและความน่าเชื่อถือของการทำงานสูงกว่าทำให้โรงงานอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบาย

ความร้อนด้วยอากาศ มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่าโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเมื่อเทียบกับภาระในการทำความเย็นที่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศให้มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นโดยภาควิชาวิศวกรรมอาคารมหาวิทยาลัยฮ่องกงโปลีเทคนิคได้ศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศด้วยการควบคุมความดันของคอนเดนเซอร์ ผลการศึกษาสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 18.2-29% และมีการใช้พลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.08 kW/RT [2] จากนั้นได้มีการศึกษาวิธีการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ โดยใช้หลักการไหลเวียนของอากาศ ผลการทดลองสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้สูงสุดถึง 20 °C [3] และมีการศึกษาออกแบบคอนเดนเซอร์ให้สามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้น และใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบแบบอัตโนมัติของมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ ผลการศึกษาสามารถเพิ่มค่าสมรรถนะการทำความเย็น (coefficient of performance ,COP) ได้ 5.6-13.4% [4] และมหาวิทยาลัยไทเปเทคโนโลยี ได้ทำการศึกษารออกแบบเครื่องเติมอากาศในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการลดการทำงานของฮีตเตอร์ ด้วยการนำความร้อนส่วนเกินมาใช้ในการลดความชื้นของอากาศแทนการใช้ฮีตเตอร์ ร่วมกับการศึกษาการควบคุมอุณหภูมิของน้ำเย็นขาเข้าและออกของเครื่องทำน้ำเย็น ผลการศึกษามารถลดการใช้พลังงานได้ 38.65% [5]

ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศด้วยการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ (evaporative pre-cooling) ที่คอนเดนเซอร์เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศให้มีอุณหภูมิต่ำลงก่อนระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ โดยทดลองติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศกับเครื่องปรับอากาศขนาด 200 ตันความเย็น ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และมีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อทำการศึกษาผลของการประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเทียบกับอุณหภูมิของอากาศในแต่ละฤดูกาลของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถในการลดอุณหภูมิของ แผงลดอุณหภูมิของอากาศแสดงในสมการที่ 1

$$T_{\text{supply}} = T_{\text{db}} - (T_{\text{db}} - T_{\text{wb}}) \times \eta \% \quad (1)$$

โดยที่ T_{supply} คือ อุณหภูมิของอากาศหลังผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศ (°C)

T_{db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ (°C)

T_{wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ (°C)

η % คือ ค่าประสิทธิภาพของแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

3. หลักการทำงานของระบบการลดอุณหภูมิของอากาศและขั้นตอนการทดลอง

วิธีการลดอุณหภูมิของอากาศด้วยการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ มีหลักการคือเมื่ออากาศร้อนภายนอกสัมผัสกับแผงลดอุณหภูมิที่มีน้ำไหลผ่าน พลังงานความร้อนในอากาศจะถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำเพื่อให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอ ดังนั้นเมื่ออากาศร้อนภายนอกไหลผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศจะทำให้มีอุณหภูมิต่ำลง และสามารถแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการลดอุณหภูมิของอากาศที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆของอุณหภูมิที่เท่ากันในตารางที่ 1

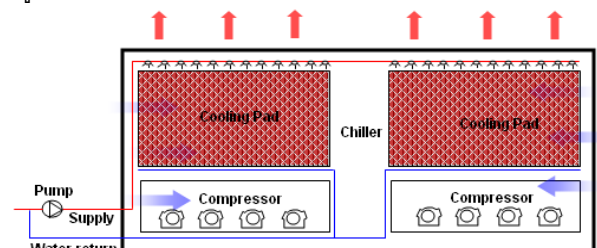
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการลดอุณหภูมิที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ

T_{db} (°C)	T_{wb} (°C)	%RH	n%	T_{supply} (°C)
35	22	30	88	23
35	24	40	88	25
35	26	50	88	27
35	28	60	88	29

จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 1 พบว่าสภาวะที่แผงลดอุณหภูมิสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้มากที่สุดคือในช่วงสภาวะที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกก่อนผ่านแผงลดอุณหภูมิมีค่าความชื้นต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับค่าของอุณหภูมิของอากาศภายนอกที่เท่ากันดังแสดงในตารางที่ 1 เนื่องจากเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าลดลงจะทำให้ให้อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศลดลงตามไปด้วย ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนของแผงลดอุณหภูมิของอากาศดีขึ้น ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศลดลงมากขึ้น

3.1 การติดตั้งแผงลดอุณหภูมิที่แผงคอนเดนเซอร์

การทดลองจะทำการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศขนาดความหนา 150 มิลลิเมตร แผงที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพของการระบายความร้อน 88 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการติดตั้งเข้ากับแผงคอนเดนเซอร์ ของเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ส่วนการออกแบบการจ่ายน้ำเพื่อใช้ในการระบายความร้อนให้กับแผงลดอุณหภูมิของอากาศเป็นระบบปิดสามารถนำน้ำที่ผ่านการระบายความร้อนแล้วไหลเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยแสดงระบบการทำงานในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบการทำงานของการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

ในการออกแบบจะทำโครงสร้างเป็นห้องขนาด 4.8 x 10 x 2.5 (เมตร³) ล้อมรอบตัวเครื่องทำน้ำเย็น และเว้นระยะห่างระหว่างแผงลดอุณหภูมิกับแผงของคอนเดนเซอร์ 1.5 เมตรทุกด้านของตัวเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาตัวแผงลดอุณหภูมิของอากาศและแผงคอนเดนเซอร์ โดยรูปที่ 2 แสดงเครื่องทำน้ำเย็นก่อนติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศและรูปที่ 3 แสดงเครื่องทำน้ำเย็นหลังติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ



รูปที่ 2 เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ขนาด 200 ตันความเย็น ก่อนการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

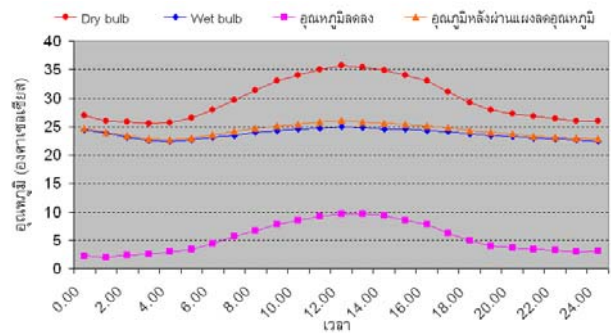


รูปที่ 3 เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ขนาด 200 ตันความเย็น หลังการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิ

4. การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศหลังผ่านแผงลดอุณหภูมิ

การทดลองทำการศึกษาผลของอุณหภูมิของอากาศ โดยการทดลองจะทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิจำนวน 2 เครื่องเพื่อใช้วัดอุณหภูมิของอากาศด้านนอกโดยวัดอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่านแผงลดอุณหภูมิ และด้านในเพื่อใช้วัดอุณหภูมิของอากาศหลังจากผ่านแผงลดอุณหภูมิ โดยทำการบันทึกผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการลดอุณหภูมิของอากาศเมื่อเทียบกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศก่อนและหลังผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยแสดงในรูปที่ 4

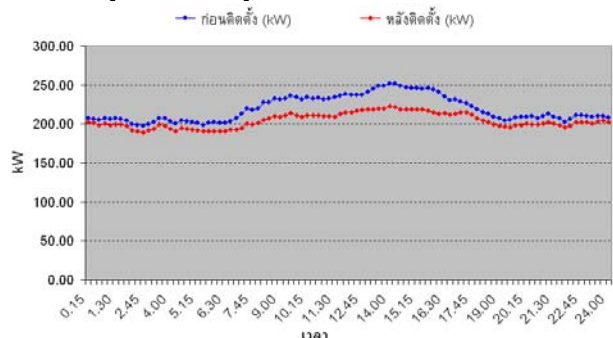


รูปที่ 4 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศหลังผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

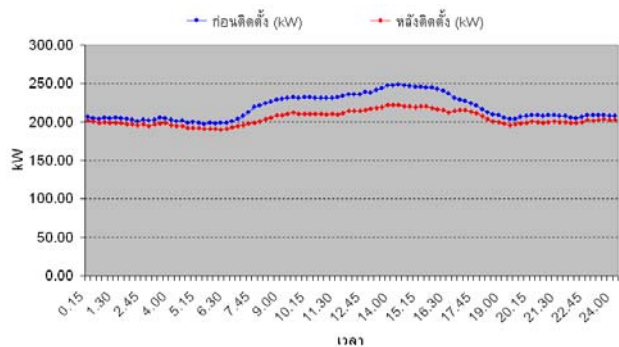
จากการทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศหลังผ่านแผงลดอุณหภูมิของอากาศพบว่าสามารถลดอุณหภูมิของอากาศได้ต่ำสุด 1.98 °C ในเวลา 1.00 น. และสูงสุด 9.63 °C ในเวลา 13.00 น.

4.2 การทดลองวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

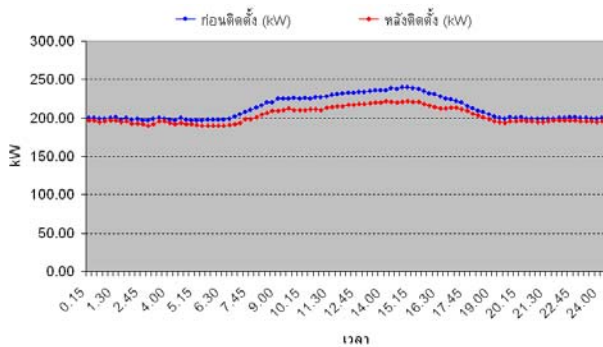
การทดลองทำการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ ในการศึกษาทำการแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน และฤดูหนาวตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม ผลการทดลองวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศช่วงฤดูร้อนแสดงรูปที่ 5 ช่วงฤดูฝนแสดงในรูปที่ 6 และช่วงฤดูหนาวแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 5 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน



รูปที่ 6 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน



รูปที่ 7 ผลการวัดค่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาว

จากการทดลองวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ หลังจากติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ ในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าในฤดูร้อนสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดเฉลี่ย 6.67% รองลงมาในรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าในฤดูฝนสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 5.90% และน้อยที่สุดในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าในฤดูหนาวสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4.14% และการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีก่อนการติดตั้งและหลังการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศก่อนระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้ารายเดือนเปรียบเทียบระหว่างการติดตั้งและหลังการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ

เดือน	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	ผลการประหยัด	
	kWh/month	kWh/month	kWh/month	%
ม.ค.	120,420	112,500	7,920	6.58
ก.พ.	98,020	91,520	6,500	6.63
มี.ค.	121,540	113,500	8,040	6.62
เม.ย.	112,020	104,800	7,220	6.45
พ.ค.	126,400	118,200	8,200	6.49
มิ.ย.	121,540	114,500	7,040	5.79
ก.ค.	126,000	118,800	7,200	5.71
ส.ค.	121,600	114,900	6,700	5.51
ก.ย.	115,200	109,200	6,000	5.21
ต.ค.	116,960	112,200	4,760	4.07
พ.ย.	119,520	114,800	4,720	3.95
ธ.ค.	110,080	105,600	4,480	4.07

เมื่อนำข้อมูลจากการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีมาวิเคราะห์ผลประหยัดพลังงานตามช่วงของฤดูกาล สามารถแสดงผลประหยัดจากการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศแยกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	ก่อนติดตั้ง kWh/Month	หลังติดตั้ง kWh/Month	ผลประหยัด kWh/Month	ประหยัด %
ร้อน	115,680	108,104	7,576	6.55
ฝน	121,085	114,350	6,735	5.56
หนาว	115,520	110,867	4,653	4.03

จากการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคมสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดคือ 7,575 kWh คิดเป็น 6.55% ต่อเดือน รองลงมาช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายนสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 6,735 kWh คิดเป็น 5.65% ต่อเดือน และช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 4,653 kWh คิดเป็น 4.03% ต่อเดือน ในส่วนประสิทธิภาพของการใช้พลังงานจากการตรวจวัดพบว่าหลังติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศทำให้ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานดีขึ้น จาก 1.04 kW/RT ก่อนทำการติดตั้ง เป็น 0.97 kW/RT หลังจากทำการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ ทั้งนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งนี้มีการลงทุนสำหรับระบบทั้งสิ้นคิดเป็น 235,000 บาท ผลการวัดผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้งานของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ตลอดทั้งปีหลังจากติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ โดยการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าตามอัตราการใช้ไฟฟ้าแบบ TOU ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ แผงลดอุณหภูมิของอากาศสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง On-Peak 33,401.80 kWh/ปี คิดเป็น 90,017.85 บาท และในช่วง Off-Peak 45,378.20 kWh/ปี คิดเป็น 54,063.59 บาท โดยผลประหยัดรวมคิดเป็น 144,081.44 บาทต่อปี จะได้ผลของระยะเวลาคืนทุน 1.63 ปี

5. สรุป

จากการศึกษาและทำการทดลองการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศก่อนระบายความร้อนให้กับแผงคอนเดนเซอร์ ของเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจาก 1.04 kW/RT เป็น 0.97 kW/RT เมื่อพิจารณาช่วงของฤดูกาลของประเทศไทยพบว่าฤดูกาลมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแผงลดอุณหภูมิ คือพลังงานไฟฟ้าลดลงจาก 115,680 kWh/เดือน เป็น 108,104 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 6.55% ในฤดูร้อน จาก 121,085 kWh/เดือน เป็น 114,350 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 5.56% ในฤดูฝน และจาก 115,520 kWh/เดือน เป็น 110,867 kWh/เดือน หรือคิดเป็น 4.03% ในฤดูหนาวตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในฤดูร้อนแผงลดอุณหภูมิของอากาศสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด รวมถึงเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในรอบหนึ่งปีของเครื่องปรับอากาศที่ทำการศึกษา พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีลดลงจาก 1,409,300 kWh/ปี เป็น 1,330,520 kWh/ปี หรือคิดเป็น 5.59% ทั้งนี้เมื่อพิจารณาด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลงสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าลงได้หลังจากการติดตั้ง

แผงลดอุณหภูมิของอากาศ 144,081 บาทต่อปีและเมื่อพิจารณาทางด้าน การลงทุนการติดตั้งแผงลดอุณหภูมิในการศึกษานี้มีระยะเวลาคืนทุน 1.63 ปี การศึกษานี้จึงเป็นประโยชน์ต่อโรงงานอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ที่ใช้เครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ สำหรับเป็นข้อมูลในการศึกษาและทดลอง ติดตั้งแผงลดอุณหภูมิของอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน ไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วย อากาศและลดต้นทุนทางด้านพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้บริหารและผู้จัดการแผนกวิศวกรรมบริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟกเจอริ่ง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรม บางปะอิน จ. พระนครศรีอยุธยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ใช้ในการทดลอง และให้ความช่วยเหลือด้านเงินลงทุนและเครื่องมือวัด

เอกสารอ้างอิง

1. Shih-Cheng Hua., Jen-Syua Wua., David Yih-Liang Chan., 2008. Power consumption benchmark for a semiconductor cleanroom facility system, Energy and Buildings, In journal homepage: www.elsevier.com, Accepted 9 March 2008
2. Chan, K.T., Yu, F.W., 2002. Applying condensing-temperature control in air-cooled reciprocating water chillers for energy efficiency, Applied Energy 72, In journal homepage: www.elsevier.com, Hong Kong, China, pp. 565–581
3. Chan, K.T., Yu, F.W., 2005. Advanced control of condensing temperature for enhancing the operating efficiency of air-cooled chillers, Building and Environment 40 , In journal homepage: www.elsevier.com, Hong Kong, China, pp. 727-737
4. Chan, K.T., Yu, F.W., 2006. Improved condenser design and condenser-fan operation for air-cooled chillers, Applied Energy 83 , In journal homepage: www.elsevier.com, Hong Kong, China, pp. 628-648
5. Jhy-Ming Tsao., Shih-Cheng Hu., David Yih-Liang Chan., 2008. Saving energy in the make-up air unit (MAU) for semiconductor clean rooms in subtropical areas, Energy and Buildings 40 , In journal homepage: www.elsevier.com, Taipei Taiwan, pp. 1387-1393