

## การศึกษาเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นที่ใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก Study of air cooler integrated with thermoelectric water cooler

วิฑธวัช ทิพย์แสนพรหม<sup>1\*</sup>, มลฤดี บุญยะศรี<sup>2</sup>, เจริญพร เลิศสถิตธนกร<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิศวกรรมระบบอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

<sup>2</sup> สาขาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 80 ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

<sup>3</sup> คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

\*E-mail: tsp\_witt@hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นที่ใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อให้ได้อุณหภูมิปรับอากาศของพัดลมไอเย็นที่เหมาะสมในการอยู่อาศัย ระบบประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูล ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งกับถังเก็บน้ำของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น และด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งชุดระบายความร้อนซีพียูแบบท่อความร้อน ในการทดลองได้ปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริก ผลการทดลองพบว่า อัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น สภาพการทำงานที่เหมาะสม คือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A ที่อัตราการไหลอากาศด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก 0.035 kg/s ซึ่งได้อัตราการทำความเย็น 35.30 W สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น 0.42 ที่อุณหภูมิ น้ำเย็น 24.9°C ส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศเย็น 26.2°C ซึ่งอยู่ในช่วงสภาวะสบายเชิงความร้อนของคนไทย โดยสรุป เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นที่ใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถลดอุณหภูมิอากาศ ทำให้เกิดภาวะน่าสบาย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาในเชิงพาณิชย์

**คำหลัก:** เทอร์โมอิเล็กทริก, สมรรถนะการทำความเย็น, พัดลมไอเย็น

### Abstract

This research aims to study of air cooler integrated with thermoelectric water cooler. The thermoelectric air conditioner is composed of two thermoelectric modules. The cold side of thermoelectric modules was fixed to water box of air cooler, and the hot side of thermoelectric modules was fixed to heat pipe CPU cooling. Test was conducted using various electric current applied to the thermoelectric modules. The results showed that the cooling capacity could be increased as the electric current increased. The suitable condition occurred at 3.0 A of current flow, hot air flow rate at 0.035 kg/s. The corresponding cooling capacity of 35.30 W, which gave the COP of 0.42 with water temperature of 24.9°C and cooled air temperature of 26.2°C. In summary, the air cooler integrated with thermoelectric water cooler used to reduce the ambient air temperature for thermal comfort. Such application is considered to be reliable and merit further investigations towards commercial development.

**Keywords:** Thermoelectric, COP, Air cooler

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ระบบปรับอากาศและทำความเย็นกันอย่างแพร่หลาย พบเห็นได้ทั้งในภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น ตู้แช่เย็น เป็นต้น ระบบการทำความเย็นโดยทั่วไปจะเป็นระบบอัดไอ ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูง อย่างไรก็ตามจากการรายงานของกลุ่มวิชาการและมาตรฐานสำนักพัฒนาทรัพยากรและบุคลากรด้านพลังงานรายงานว่า ระบบปรับอากาศ เป็นส่วนที่ใช้พลังงานมากที่สุดในภาคอาคารธุรกิจ มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าถึงประมาณ 60% ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร [1] ซึ่งส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลา อีกทั้งมีขนาดใหญ่ เสียงตั้ง และจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา ที่สำคัญมีการใช้สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon, CFC) เป็นสารทำความเย็น หากสาร CFC นี้รั่วออกสู่บรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เนื่องจากการทำลายโอโซนชั้นบรรยากาศทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก จึงมีความพยายามหามาตรการต่างๆ เพื่อลดการใช้พลังงานแนวทางในการปรับอากาศอีกรูปแบบหนึ่งคือใช้หลักการทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling) โดยการปล่อยน้ำไหลผ่านแผงทำระเหย เมื่ออากาศไหลผ่านแผงทำระเหย ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากอากาศเพื่อไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำกลายเป็นไอ เกิดการระเหยขึ้น เป็นผลทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลง อากาศที่ไหลผ่านแผงทำระเหยจึงมีอุณหภูมิลดลงจากอุณหภูมิปกติ 5-13 °C แต่อากาศเย็นที่ได้มีความชื้นสูงจึงเหมาะกับการนำไปใช้ในพื้นที่เปิดโล่ง ปัจจุบันมีการนำหลักการทำความเย็นแบบระเหยมาประยุกต์ใช้งานในเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้ 5-13 °C ไม่มีละอองน้ำไม่ทำให้อับชื้น ไม่ปล่อยสาร CFC ได้ลมเย็นสดชื่นเหมือนลมธรรมชาติ สามารถใช้ได้ในพื้นที่เปิดและปิด ใช้งานง่ายเคลื่อนย้ายสะดวก [2] และใช้พลังงานเพียง 1/8 เท่าเมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอในพื้นที่เดียวกัน [3] เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นตามท้องตลาดมีหลายราคาขึ้นอยู่กับความสามารถในการลดอุณหภูมิ

ขนาดความจุถึงน้ำและคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น มีรีโมท มีเครื่องฟอกอากาศในตัว มีเครื่องสร้างโอโซนในตัวเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำ มีฟังก์ชันปรับระดับความเร็วลม มีฟังก์ชันปรับทิศทางการกระจายลม อย่างไรก็ตาม เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นก็มีข้อด้อย คือหากใช้ในห้องปิดนานๆ อาจเกิดกลิ่นอับชื้น ต้องหมั่นทำความสะอาดช่องใส่ น้ำ ต้องคอยเติมน้ำเพื่อให้ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ และความเย็นที่ได้ไม่เท่าเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ [4] จากการรายงานของ Lertsatitthanakorn และคณะ [5] พบว่า ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความหนาของแผงทำระเหย อัตราการไหลอากาศ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้นหากเราทำให้อุณหภูมิ น้ำลดลงก็จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศที่ไหลออกจากแผงทำระเหยมีค่าต่ำลงด้วย ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นหากเราต้องการให้อากาศเย็นขึ้น (อุณหภูมิอากาศลดลง) สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าด้วยการเติมน้ำแข็งลงในถังเก็บน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิ น้ำซึ่งอาจเกิดความยุ่งยากและเสียเวลาในการถอดอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดอุณหภูมิ น้ำในถังให้ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมในระหว่างการใช้งาน โดยคำนึงถึงความสะดวกสบายในการใช้งาน การติดตั้งชุดทำน้ำเย็นเข้ากับพัดลมไอเย็นต้องมีขนาดกะทัดรัด และสามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิอากาศเย็นได้ การนำเอาเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) มาทำความเย็นน้ำในถังจึงมีความเหมาะสม ซึ่งมีข้อดีคือ ระบบการทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกจะอยู่ในสภาวะของแข็ง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ ไม่ใช้สาร CFC จึงไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่จึงไม่ต้องบำรุงรักษา ไม่มีเสียงในขณะที่ทำงาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบาและยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทำความเย็นโดยทั่วไป

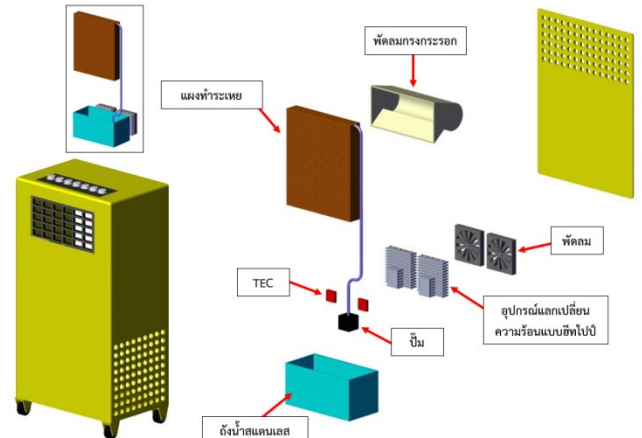
การทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกมีการใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นเพื่อใช้ในทางการแพทย์ [6] ตู้เย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดพกพา [7-8] กล่องแช่เย็นด้วยเทอร์โมอิ

เล็กทรอนิกส์สำหรับเก็บวัดขึ้นเพื่อการขนส่ง [9] ตู้เย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก [10] และการปรับอากาศโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก [11-12] จากงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำเทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้กับการทำความเย็น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นร่วมกับชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น เพื่อให้ได้อุณหภูมิปรับอากาศของพัดลมไอเย็นที่เหมาะสม โดยด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อดึงความร้อนออกจากถังเก็บน้ำของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น และด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งชุดระบายความร้อนซีพียูแบบท่อความร้อน

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

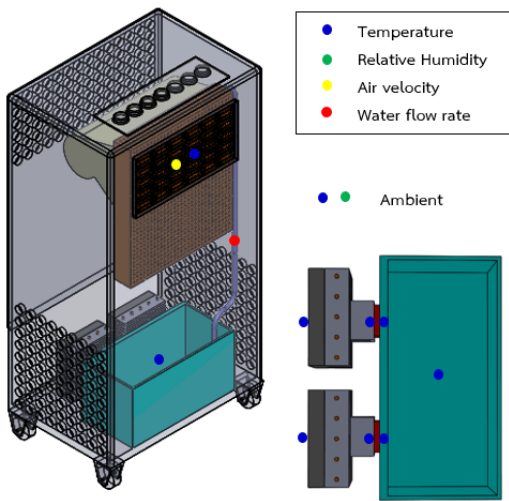
เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (TEC1-12706, China) ขนาด 4.0 cm × 4.0 cm × 0.3 cm (กว้าง × ยาว × สูง) จำนวน 2 โมดูล โดยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งชุดระบายความร้อนซีพียูแบบท่อความร้อน ขนาด 13.0 cm × 12.0 cm × 4.5 cm (กว้าง × ยาว × สูง) จำนวน 2 ชุด พร้อมพัดลมระบายความร้อน (อัตราการไหลอากาศด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก 0.035 kg/s) ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 V กำลังไฟฟ้า 3 W จำนวน 2 เครื่อง และด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อดึงความร้อนออกจากถังเก็บน้ำของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบกับพัดลมไอเย็น Hatari รุ่น AC Classic1 แรงดันไฟฟ้า 220 V กำลังไฟฟ้า 46 W ขนาด 30.0 cm × 45.0 cm × 80.0 cm (กว้าง × ยาว × สูง) ซึ่งใช้แผงทำความเย็นแบบระเหย (Cooling pad) ขนาด 27.7 cm × 33.0 cm × 5.0 cm (กว้าง × ยาว × สูง) มีปั้มน้ำ 220 V กำลังไฟฟ้า 3 W ส่งน้ำไปยังแผงทำความเย็นแบบระเหยที่อัตราการไหล 4.17 lpm และสามารถปรับความเร็วอากาศไหลผ่านทำแผงทำความเย็นแบบระเหยได้ 4 ระดับ ในการทดลองเปิดพัดลม ระดับ 1 ซึ่งมี

ความเร็วลมของอากาศเย็นหน้าแผงทำระเหย 1.5 m/s (อัตราการไหลอากาศเย็นผ่านแผงทำระเหย 0.079 kg/s)



รูปที่ 1 ลักษณะการติดตั้งและส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก

เครื่องมือวัดที่ใช้การทดลองประกอบไปด้วย เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K (accuracy ±0.5°C) โดยต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Yokogawa model IM MX 100) เพื่อใช้วัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ของระบบ เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบใบพัด (M WAVETER Meterman modl TMA 10 accuracy ±0.27 m/s) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Fuke model DT9205 accuracy ±5 %) สำหรับวัดกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow meter model L4-102) เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (Testo model 635-2 accuracy ±3% RH)



รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและอัตราการไหลน้ำ

หลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น โดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการสูบน้ำไปยัง ถาดกระจายน้ำแล้วปล่อยน้ำไหลผ่านแผงทำระเหย เมื่อ พัดลมพัดอากาศไหลผ่านแผงทำระเหย ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับ ความร้อนจากอากาศเพื่อไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะจาก น้ำกลายเป็นไอ เกิดการระเหยขึ้น เป็นผลทำให้อากาศมี อุณหภูมิลดลง อากาศที่ไหลผ่านแผงทำระเหยจึงมี อุณหภูมิลดลงจากอุณหภูมิปกติ ส่วนน้ำที่เหลือจากการ ทำระเหยจะไหลไปยังถังเก็บน้ำเพื่อรอการสูบน้ำไหลเวียน ต่อไป ซึ่งระบบทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก จะทำหน้าที่ ลดอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ การลดอุณหภูมิน้ำลงก็จะ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศที่ไหลออกจากแผงทำระเหยมีค่า ต่ำลง โดยสถานะเริ่มต้นเมื่อเราป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับ เทอร์โมอิเล็กทริกจะส่งผลให้ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็ก- ทริกดึงความร้อนออกจากถังเก็บน้ำทำให้อุณหภูมิ น้ำ ลดลง ในขณะที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกกระจาย ความร้อนด้วยชุดระบายความร้อนซีพียูแบบท่อความร้อน โดยใช้พัดลมดูดอากาศไหลผ่านชุดระบายความร้อนเพื่อ นำความร้อนทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม

### 3. การวิเคราะห์

การคำนวณหาอัตราการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก (Cooling capacity,  $Q_c$ ) [11]

$$Q_c = \alpha I T_c - 0.5 I^2 R - K(T_h - T_c) \quad (1)$$

เมื่อ

$Q_c$  คือ อัตราการทำความเย็น (W)

$\alpha$  คือ สัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค 0.0444 V/K [8]

$I$  คือ กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริก (A)

$T_c$  คือ อุณหภูมิด้านเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก (K)

$T_h$  คือ อุณหภูมิด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก (K)

$R$  คือ ความต้านทานไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก 2.545  $\Omega$

$K$  คือ ค่าการนำความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก 0.495 W/K

การคำนวณสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of performance of refrigeration, COP) พิจารณาเฉพาะชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก

$$COP_{TEC} = \frac{Q_c}{P_{TE} + P_{hb}} \quad (2)$$

พิจารณาทั้งระบบปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุด ทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก

$$COP_{Total} = \frac{Q_c}{P_{TE} + P_{hb} + P_{AC}} \quad (3)$$

เมื่อ

COP คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น

$Q_c$  คือ อัตราการทำความเย็น (W)

$P_{TE}$  คือ กำลังไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก (W)

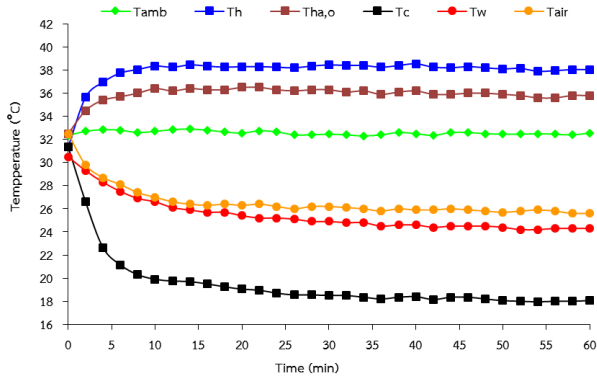
$P_{hb}$  คือ กำลังไฟฟ้าพัดลมด้านร้อน (W)

$P_{AC}$  คือ กำลังไฟฟ้าพัดลมไอเย็น (ปั้มน้ำ+พัดลม) (W)

### 4. ผลการทดลอง

ตัวอย่างอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ ของ เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุดทำน้ำเย็น เทอร์โมอิเล็กทริก ที่เงื่อนไขการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์ โมอิเล็กทริก 3.0 A พบว่า อุณหภูมิอากาศแวดล้อม ( $T_{amb}$ ) 32.4°C ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 65.0% มี อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_h$ ) เพิ่มขึ้นเป็น

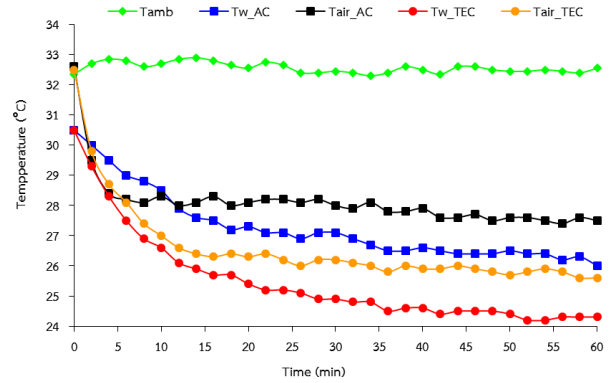
38.3°C มีอุณหภูมิอากาศร้อนที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม  
( $T_{ha,o}$ ) 36.1°C ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 อุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ ที่เงื่อนไขการจ่าย  
กระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A

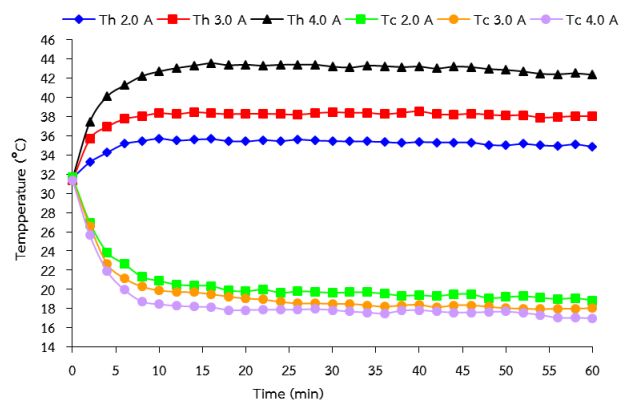
ขณะที่อุณหภูมิด้านเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_c$ ) ลดลง เป็น 18.6°C สามารถลดอุณหภูมิหน้าเย็น ( $T_w$ ) จาก 30.5°C เป็น 24.9°C ส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air}$ ) ลดลงจาก 32.5°C เป็น 26.2°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปรับอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yamtraipat และคณะ [13] ซึ่งศึกษาสภาวะสบายสำหรับห้องปรับอากาศในประเทศไทย พบว่า คนส่วนใหญ่รู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 26.0°C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 40 – 70% และความเร็วลม 0.2 - 0.25 m/s

เมื่อเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น โดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ที่เงื่อนไขการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A กับเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นธรรมดาที่สภาวะแวดล้อมเดียวกัน ดังรูปที่ 4 พบว่า อุณหภูมิอากาศแวดล้อม ( $T_{amb}$ ) 32.4°C ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 65.0% การใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก สามารถลดอุณหภูมิหน้า ( $T_{w\_TEC}$ ) ลงเป็น 24.9°C ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air\_TEC}$ ) ลดลงเป็น 26.1°C และใช้พลังงานรวม ( $P_{TEC}$ ) 84.4 W ขณะที่การใช้เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นธรรมดาสามารถลดอุณหภูมิหน้า ( $T_{w\_AC}$ ) ลงเป็น 26.8°C ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air\_AC}$ ) ลดลงเป็น 27.9°C และใช้พลังงาน ( $P_{AC}$ ) 26.0 W



รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ  
ที่สภาวะแวดล้อมเดียวกัน

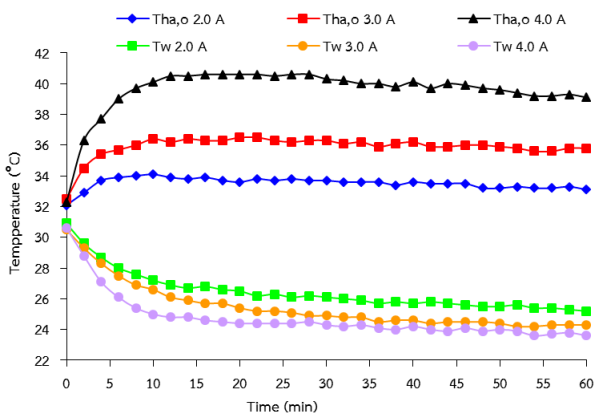
รูปที่ 5 แสดงอิทธิพลของการปรับเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก ทำการปรับกระแสทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่ 2.0 3.0 และ 4.0 A โดยปรับขึ้นครั้งละ 1.0 A ผลการทดลอง พบว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้น อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าลดลง จาก 19.6°C ที่กระแสไฟฟ้า 2.0 A เป็น 17.7°C ที่กระแสไฟฟ้า 4.0 A ขณะที่อุณหภูมิที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 35.3°C ที่กระแสไฟฟ้า 2.0 A เป็น 43.1°C ที่กระแสไฟฟ้า 4.0 A



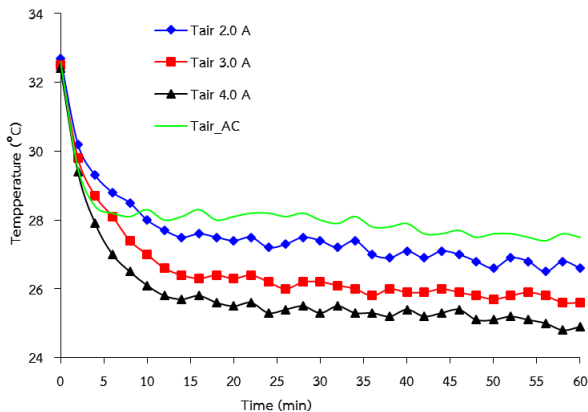
รูปที่ 5 อุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าต่างๆ

การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก ( $T_{ha,o}$ ) ที่ระบายความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อปรับกระแสไฟฟ้า 2.0 3.0 และ 4.0 A พบว่า อุณหภูมิอากาศ

ร้อนเพิ่มขึ้นเป็น 33.5 36.1 และ 40.0°C ตามลำดับ และผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเย็น ( $T_w$ ) พบว่า อุณหภูมิ น้ำเย็นลดลงเป็น 25.9 24.8 และ 24.2 °C ตามลำดับ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air}$ ) สำหรับนำไปใช้ในการปรับอากาศ มีอุณหภูมิลดลงเป็น 27.1 26.0 และ 25.3°C ตามลำดับ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 อุณหภูมิอากาศด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกและอุณหภูมิ น้ำเย็นที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าต่างๆ



รูปที่ 7 อุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air}$ ) ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าต่างๆ

การปรับเปลี่ยนการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น อัตราการทำความเย็น และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริกจะส่งผลให้อัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้นและอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำ

ความเย็นลดลง ดังตาราง 1 เมื่อพิจารณาเฉพาะชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้า 2.0 3.0 และ 4.0 A พบว่า ค่าอัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้น ( $Q_c$ ) 26.25 35.30 และ 37.47 W ตามลำดับ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้น ( $P_{TEC}$ ) 28.58 58.39 และ 100.52 W ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นลดลง ( $COP_{TEC}$ ) 0.92 0.60 และ 0.37 ตามลำดับ

ตาราง 1 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น อัตราการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่ใช้

Current (A)	$Q_c$ (W)	$P_{TEC}$ (W)	$COP_{TEC}$	$P_{Total}$ (W)	$COP_{Total}$
2.0	26.25	28.58	0.92	54.58	0.48
3.0	35.30	58.39	0.60	84.39	0.42
4.0	37.47	100.52	0.37	126.52	0.30

หากพิจารณาทั้งระบบปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น โดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่า ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้น ( $P_{Total}$ ) 54.58 84.39 และ 126.52 W ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นลดลง ( $COP_{Total}$ ) 0.48 0.42 และ 0.30 ตามลำดับ จะเห็นว่าในแต่ละเงื่อนไขการทดลองจะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้นมาจากการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็น ( $P_{AC}$ ) ซึ่งมีปั๊มน้ำและพัดลม 37.40 W

## 5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษา พบว่า สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุดทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริก จากการทดลองสรุปได้ว่า ที่อัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A สามารถลดอุณหภูมิ น้ำเย็น ( $T_w$ ) จาก 30.5°C เป็น 24.9°C ส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศเย็น ( $T_{air}$ ) ลดลงจาก 32.5°C เป็น 26.2°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปรับอากาศ ขณะที่เครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นสามารถลดอุณหภูมิอากาศเย็นลงเป็น 27.9 – 28.0°C ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในทางเทคนิคที่จะพัฒนาเครื่องปรับอากาศแบบพัดลมไอเย็นโดยใช้ชุดทำน้ำเย็น



เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อให้เกิดความสบายเฉพาะบุคคล เพื่อเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและความสิ้นเปลืองพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในการสนับสนุนทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือวัด ในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] <http://www2.dede.go.th/bhrd/displaycenter/index.php>.

[2] <http://transfericebergsupply.makewebeasy.com/image/PDF/proposal.pdf>

[3] <http://www.sapaengineer.com/index.php?lite=article&qid=41910771>

[4] <http://home.kapook.com/view65277.html>

[5] Lertsatitthanakorn C., Rerngwongwitaya S. and Soponronnarit S. “Field Experiments and Economic Evaluation of an Evaporative Cooling System in a Silkworm Rearing House”. Biosystems Engineering 2006; 92(2): 213-219.

[6] Guler N.F. and Ahiska R. “Design and testing of a microprocessor-controlled portable thermoelectric medical cooling kit”. Applied Thermal Engineerin 2002; 22: 1271-1276.

[7] Sabah A. Abdul-Wahab, Ali Elkamel, Ali M. Al-Damkhi, Is'haq A. et al. “Design and experimental investigation of portable solar thermoelectric refrigerator” Renewable Energy 2009; 34: 30-34.

[8] Dai Y.J., Wang R.Z. and Ni L. “Experimental investigation on a thermoelectric refrigerator driven by solar cells”. Renewable Energy 2003; 28(6): 949-959.

[9] Chatterjee S. and Pandey K.G. “Thermoelectric cold-chain chests for storing/transporting vaccines in remote regions” Applied Energy 2003; 76: 415-433.

[10] Lertsatitthanakorn C. “Cooling Performance of Thermoelectric Water Cooler” Naresuan University Journal 2003; 11: 1-9.

[11] Lertsatitthanakorn C., Hirunlabh J., Khedari J. and Scherrer H. “Cooling Performance of Free Convected Thermoelectric Air Conditioner” Proceeding of the 20th International Conference on Thermoelectrics; 8-11 June 2001; Beijing, China: n.p.; 2001. 453-457.

[12] Lertsatitthanakorn C, Tipsaenprom W., Srisuwan W. and Atthajariyakul S. “Study on the cooling performance and thermal comfort of a thermoelectric ceiling cooling panel system”. Indoor and Built Environment 2008; 17(6): 525-534.

[13] Yamtraipat N, Khedari J, Hirunlabh J. 2005. “Thermal comfort standards for air conditioned buildings in hot and humid Thailand considering additional factors of acclimatization and education level.” Solar Energy. 78:504-517.