

## Non – Compressor Water Cooler

### เครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์

Received	12 Sep 22
Reviewed	6 Dec 22
Revised	17 Dec 22
Accepted	29 Dec 22

Worraphan Sombuttera<sup>1\*</sup> Jakkrit Junsiri<sup>2</sup> Sujitra Pharanat<sup>3</sup> Pokket Juntakol<sup>4</sup> and Mune Chantarank<sup>5</sup>

วรพันธ์ สมบัติธีระ<sup>1\*</sup> จักรกฤษณ์ จันทศิริ<sup>2</sup> สุจิตรา ผาระนัด<sup>3</sup> ปกเขตจันทะกุล<sup>4</sup> และ มุณี จันทะรัง<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Electrical Technology, Faculty of Engineering, Rajabhat Mahasarakham University

<sup>1,2,3,4,5</sup> สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

\*Corresponding Author, Tel. 089-4930857, E-mail: worraphan170923@gmail.com

\*ผู้รับผิดชอบประสานงาน โทรศัพท์. 089-4930857 อีเมล: worraphan170923@gmail.com

#### Abstract

The purpose of this research is to create a non – compressor water cooler. The design of the cooling system uses thermoelectric. The water gets to temperature at 15-22 °C. Because the water temperature range is suitable for the body. The experimented with different voltage distribution of 5 V and 12 V. The collect data of temperature of the water and electric current with compared to a compressor water cooler.

The result is a non – compressor water cooler temperature to a minimum of about 16 °C, within the specified temperature range. The Non – compressor water cooler using thermoplastic dielectric instead power is 17.6 W which is a compressor water cooler must consume 150 W. and A non – compressor water cooler that can save up to 1,018 baht per year in electricity bills compared to a compressor water cooler

**Keywords:** Water Cooler, Thermoelectric, Compressor

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ การออกแบบระบบทำความเย็นจะใช้เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อให้ได้อุณหภูมิน้ำได้ 15 – 22 องศาเซลเซียส เพราะช่วงอุณหภูมิน้ำเหมาะสมกับร่างกาย ซึ่งได้ทำการทดลองการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันที่ 5 โวลต์ และ 12 โวลต์ วัดค่ากระแสไฟฟ้า อุณหภูมิของน้ำ นำไปเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์

ผลการทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่สร้างขึ้นสามารถทำความเย็นได้ต่ำสุด ประมาณ 16 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ถ้าเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้

คอมเพรสเซอร์ จะเห็นว่าใช้พลังงาน 17.6 วัตต์ ซึ่งถ้าเป็นตู้เย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์แล้วต้องใช้พลังงานประมาณ 150 วัตต์ และเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 1,018 บาท ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์

**คำสำคัญ:** เครื่องทำน้ำเย็น เทอร์โมอิเล็กทริก คอมเพรสเซอร์

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องทำน้ำเย็นเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นความนิยมกันมาก เนื่องจากง่ายต่อการบริโภคสะดวก ติดตั้งได้ง่าย มีไว้เพื่อบริการผู้คนทั่วไป การทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นโดยทั่วไปจะใช้คอมเพรสเซอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวดูดอัดสารทำความเย็น แต่ถ้าเปิดเครื่องไว้นานๆ จะทำให้เกิดน้ำแข็งเกาะที่ผิวด้านในของบริเวณตัวถังทำความเย็น และเมื่อไม่มีน้ำหรือน้ำในถังหมด คอมเพรสเซอร์ยังคงทำงานอยู่อย่างต่อเนื่อง ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายรวมทั้งสารทำความเย็นที่ใช้ในปัจจุบันจะประกอบไปด้วยคลอโรฟลูออโรคาร์บอน หรือ CFCs ซึ่งมีผลต่อภาวะโลกร้อนในโลกซึ่งจะไปทำลายชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการทำน้ำเย็นด้วยประยุกต์ใช้ระบบทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกดังนี้ โชติวัฒน์ สุภรัตน์กุลและอัจฉราภรณ์ จุฑาผาด [1] ศึกษาการใช้เทอร์โมอิเล็กทริกกับระบบทำน้ำเย็นและศึกษาผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ผลการทดลองพบว่าระบบทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกประหยัดได้ 40.54 เปอร์เซ็นต์และระยะเวลาการคืนทุน 2 ปี 4 เดือน กษมา ศิริสมบูรณ์ และณัฐชัย คำมัน [2] ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพลังงานและระยะเวลาการคืนทุนของระบบเทอร์โมอิเล็กทริก สำหรับตู้แช่ผลไม้โดยศึกษาผลกระทบของตำแหน่งในการจ่ายอากาศเข้า และออกจากตู้พบว่าการใช้พัดลมดูด 3 ตัว และออกจากตู้ 2 ตัว สามารถ ลดอุณหภูมิ

ภายในตู้แช่ได้ วิรัช กองสิน [3] เสนอการศึกษาและการออกแบบกระดิกที่ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เป็นตัวช่วยในการรักษาอุณหภูมิ สำหรับเก็บรักษาวัคซีน โดยกระดิกสามารถเก็บรักษาวัคซีนบางชนิด ในช่วง 2-8 องศาเซลเซียส กระดิกใช้กระแสประมาณ 8.5 แอมแปร์ ที่แรงดัน 12 โวลต์ สามารถลดอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการ คือ 2 องศาเซลเซียส ธีรเดช ภัทรวิโรดม [4] ได้พัฒนากระดิกเก็บวัคซีนขนาด 3 ลิตร โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับรักษาความเย็น โดยได้แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ 8 โวลต์ ได้ อุณหภูมิต่ำสุด ที่ใช้ในการเก็บวัคซีน คือ 6.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิจัยขึ้นมา ซึ่งเครื่องทำความเย็นจะไม่ใช้คอมเพรสเซอร์เป็นตัวทำความเย็น โดยจะนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเป็นตัวทำความเย็นแทนคอมเพรสเซอร์ ที่มีชื่อว่า เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (Thermoelectric Cooler) [5] มีหลักการทำงาน คือ การทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านบริเวณรอยต่อโอห์มมิกของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (TEC) อาศัยผลการดูดกลืนความร้อนของกลุ่มอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่จากรอยต่อด้านเย็นผ่านเทอร์โมอิเล็กทริก และนำไปปลดปล่อยที่รอยต่อด้านร้อน ทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิ โดยมีผลให้รอยต่อด้านเย็นมีอุณหภูมิลดต่ำลงขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้าและการระบายความร้อนที่รอยต่อด้านร้อนออก เพราะฉะนั้นจึงเป็นไปได้ว่าเครื่องทำความเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์จะทำให้ทำให้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่เหมาะสม คือ ในช่วง 15 – 22 องศาเซลเซียส และช่วยในการประหยัดพลังงานได้ ช่วยในการลดค่าใช้จ่าย

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม  
Science Technology and Innovation (STIJ)

และภาวะโลกร้อน อันเกิดจากการใช้คอมเพรสเซอร์ทำ  
ความเย็นเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน

ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก (รุ่น TEC1 – 12706) จำนวน 5 ตัว  
ติดตั้งอยู่รอบหม้อเก็บน้ำทั้ง 5 ด้าน โดยคุณสมบัติของเทอร์  
โมอิเล็กทริกที่ใช้ มีดังนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทำน้ำเย็นไม่ใช้  
คอมเพรสเซอร์

- 1.1) Model: TEC1-12706
- 1.2) Voltage (V): 12 V
- 1.3)  $U_{max}$  (V): 15.4 V
- 1.4)  $I_{max}$  (A): 6 A
- 1.5)  $Q_{Max}$  (W): 92 W
- 1.6) The maximum temperature: 67 °C
- 1.7) Size: 40\*40\*3.6 mm

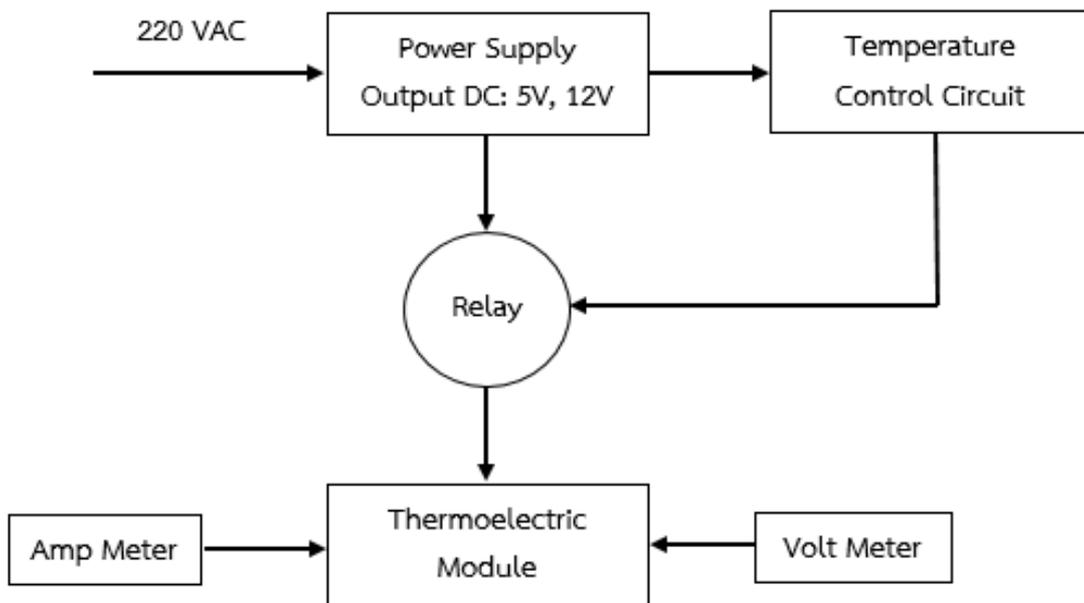
2.วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องทำน้ำ  
เย็นโดยไม่ใช้คอมเพรสเซอร์โดยระบบของเครื่องทำน้ำเย็นที่  
นำเสนอ คือ

- 1) โครงสร้างเครื่องและระบบทำความเย็น
- เครื่องทำน้ำเย็นโดยไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่สร้างขึ้น  
นั้นจะตัดแปลงมาจากเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่  
ใช้ระบบอัดไอ ซึ่งได้ตัดแปลงช่องเก็บน้ำให้สามารถติดตั้ง  
เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์เพื่อใช้ดึงความร้อนออกจากน้ำ โดย

ระบบดึงความร้อนออกจากน้ำจะใช้เทอร์โมอิเล็ก  
ทริก โดยติดตั้งด้านเย็นของตัวเทอร์โมอิเล็กทริกกับผนังของ  
ช่องเก็บน้ำซึ่งทำการตัดแปลงให้มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม  
แล้วติดตัวเทอร์โมอิเล็กทริกทั้ง 5 ด้าน เพื่อดึงความร้อนออก  
จากน้ำ แล้วระบายความร้อนโดยใช้พัดลมระบายความร้อน  
12 โวลต์กระแสตรง, 1.2 แอมแปร์ ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 5 ตัว



รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์

## 2.2 วิธีการทดลอง

การทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ จะทดลองเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

2.2.1) การทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์

ในการทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์ โดยในการทดลองนั้น จะดูผลการทำงานของเทอร์โมสตัท ความเย็นของน้ำและเวลาที่น้ำแข็งมาเกาะ ค่าทางไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกในการทำความเย็น เครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์ จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.5 แอมแปร์ ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส วัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้ Clip Amp Meter (kWh) วัดค่าไฟฟ้า ช่วงที่เครื่องหยุดการทำงานกระแสจะเป็น 0 แอมแปร์

2.2.2) การทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก เป็นตัวทำความเย็นแทนคอมเพรสเซอร์

การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองโดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ตัวเทอร์โมอิเล็กทริก 5 ตัว แรงดันไฟฟ้า 12

โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.9 แอมแปร์ อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส หัววัดอุณหภูมิลอยน้ำ

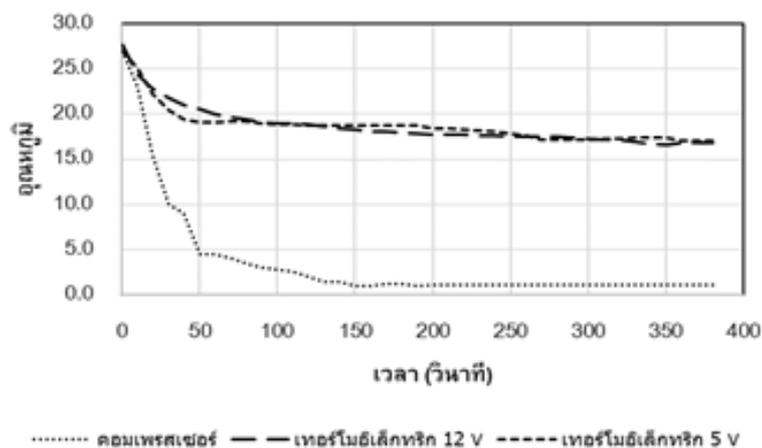
การทดลองครั้งที่ 2 โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ตัวเทอร์โมอิเล็กทริก 5 ตัว แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.1 แอมแปร์ อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2 ทดลองประสิทธิภาพของเทอร์โมอิเล็กทริกก่อนนำประกอบเข้าเครื่อง

## 3.ผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์จะทดลองเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์ พบว่า



รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์และเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม  
Science Technology and Innovation (STIJ)

จากรูปที่ 3 การทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการทดลองเริ่มอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที อุณหภูมิของน้ำเริ่มต่ำลงอยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำจะเริ่มมีน้ำแข็งขึ้นมาเกาะถึงน้ำเย็น เครื่องทำงานไปเรื่อย ๆ จนถึงเวลา 160 นาที เครื่องหยุดการทำงาน อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ 1 องศาเซลเซียส เครื่องก็จะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 นาที อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 1.2 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ ทำการทดลองโดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ตัวเทอร์โมอิเล็กทริก 5 ตัว แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.9 แอมแปร์ พลังงาน 10.8 วัตต์ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นที่ 27 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่ทำการทดลองเริ่มต้นอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดลองระยะเวลาผ่านไป 360 นาที อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 16.8 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดลองต่อไปอีก 20 นาที อุณหภูมิของน้ำยังคงที่อยู่ที่ 16.8 องศาเซลเซียส จึงหยุดทำการทดลอง

การทดลองจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ตัวเทอร์โมอิเล็กทริก 5 ตัว แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.1 แอมแปร์ พลังงาน 0.5 วัตต์ อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่เริ่มทำการทดลอง เริ่มต้นอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไปเวลา 360 นาที อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 16 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดลองต่อไปอีก 20 นาที อุณหภูมิของน้ำยังคงที่อยู่ที่ 16 องศาเซลเซียส จึงหยุดทำการทดลอง

เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ ไม่สามารถทำความเย็นของน้ำได้ใกล้เคียงเท่ากับการใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์ แต่ถ้าหากพิจารณาเรื่องของการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้านั้นจะเห็นได้ว่า เครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 0.1 แอมแปร์ โดยทำงานทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.05 หน่วย ซึ่งถ้าเป็นเครื่องทำน้ำเย็นแบบคอมเพรสเซอร์ จะใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะเวลา 1 ชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.08 หน่วย ใช้กระแสไฟฟ้า 0.5 แอมแปร์

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าการคิดค่าไฟของเครื่องทำน้ำเย็นใช้คอมเพรสเซอร์และไม่ใช้คอมเพรสเซอร์

การเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า การคิดค่าไฟ	เครื่องทำน้ำเย็นแบบ คอมเพรสเซอร์	เครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้ คอมเพรสเซอร์
1 ชั่วโมง การใช้งาน	0.08 หน่วย	0.06 หน่วย
24 ชั่วโมงการใช้งาน	1.92 หน่วย	1.44 หน่วย
1 เดือน การใช้งาน	58 หน่วย	43 หน่วย
รวมค่าไฟฟ้าต่อเดือน	201.27 บาท	116.35 บาท
รวมค่าไฟฟ้า ต่อปี	2,415.24 บาท	1,396.25 บาท

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า 1 ปี จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ 1,018 บาท ต่อปี ต่อ 1 เครื่อง

#### 4.อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

##### 4.1. สรุปผล

จากการวิจัยเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ที่สร้างขึ้นสามารถทำความเย็นได้ดีที่สุดประมาณ 16 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่สามารถทำความเย็นได้ใกล้เคียงเทียบเท่ากับตู้เย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์ แต่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ที่ 12 โวลต์ โดยเมื่อเปรียบเทียบเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าไป 0.06 หน่วย ภายในระยะเวลา 1 เดือน เครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าไปประมาณ 43 หน่วย จะคิดค่าไฟฟ้าได้ต่อเดือน 116.35 บาท และคิดค่าไฟฟ้าต่อปี ได้ 1,396.25 บาท ต่อปี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า 1 ปี สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ 1,018 บาท ต่อปี ต่อ 1 เครื่อง

##### 4.2. อภิปรายผล

เครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์สามารถทำความเย็นได้ดีที่สุดประมาณ 16 องศาเซลเซียส ซึ่งแม้ว่าจะไม่สามารถทำความเย็นได้ใกล้เคียงเทียบเท่ากับเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์แต่หากพิจารณาจากการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์แล้วจะเห็นได้ว่าใช้พลังงานเพียง 17.6 วัตต์ ซึ่งถ้า เป็นเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์ใช้ พลังงานประมาณ 150 วัตต์ (ตู้เย็นแบบธรรมดาใช้คอมเพรสเซอร์ ขนาด 220 โวลต์, 50 เฮิร์ตซ์, กระแสสูงสุดขณะใช้งาน 0.7 แอมแปร์) และความเย็นของน้ำที่ 16 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงอุณหภูมิของน้ำเย็นที่เหมาะสมกับร่างกาย คือ ในช่วง 15 – 22 องศาเซลเซียส

#### 5.องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัย

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ ขึ้นกับผลต่างของอุณหภูมิด้านเย็นและร้อน โดยประสิทธิภาพของการทำงานเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์ จะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์แต่ผลการทดลองก็แสดงให้เห็นว่าการใช้ เทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อทำความเย็นนั้นมีความเป็นไปได้ ด้วยมีข้อดี อยู่หลายประการ เช่น ประหยัดพลังงาน, ไม่เกิดเสียงดังและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เพราะปราศจากสาร CFCs ที่มีอยู่ในเครื่องทำน้ำเย็นแบบใช้คอมเพรสเซอร์และที่น่าสนใจสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นแบบไม่ใช้คอมเพรสเซอร์คือ น้ำหนักเบาและการบำรุงรักษาน้อย

#### 6.เอกสารอ้างอิง

- [1] โชติวัฒน์ สุภิตตกุล, อัจฉราภรณ์ จุฑาผาด. สมรรถนะเชิงความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. หน้าที่ 51-59, 2557.
- [2] กษมา ศิริสมบุญ, ณัฐชัย คำมัน. ระบบทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับตู้แช่ผลไม้. การประชุมวิชาการระดับชาติทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต สนามจันทร์, หน้าที่ 192-200, ธ.ค. 2556.
- [3] วิรัช กองสิน. ศึกษาและออกแบบกระดิกเก็บวัคซีนด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก. การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2557. 11-13 มิถุนายน 2557.
- [4] อธิเดช ภัทรวิโรดม. กระดิกเก็บวัคซีนขนาดเล็กโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล. ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2552.

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม  
Science Technology and Innovation (STIJ)

[5] Rowe D.M., 1995, Crc Handbook of

Thermoelectric, CRC Press, USA pp. 489-501.