



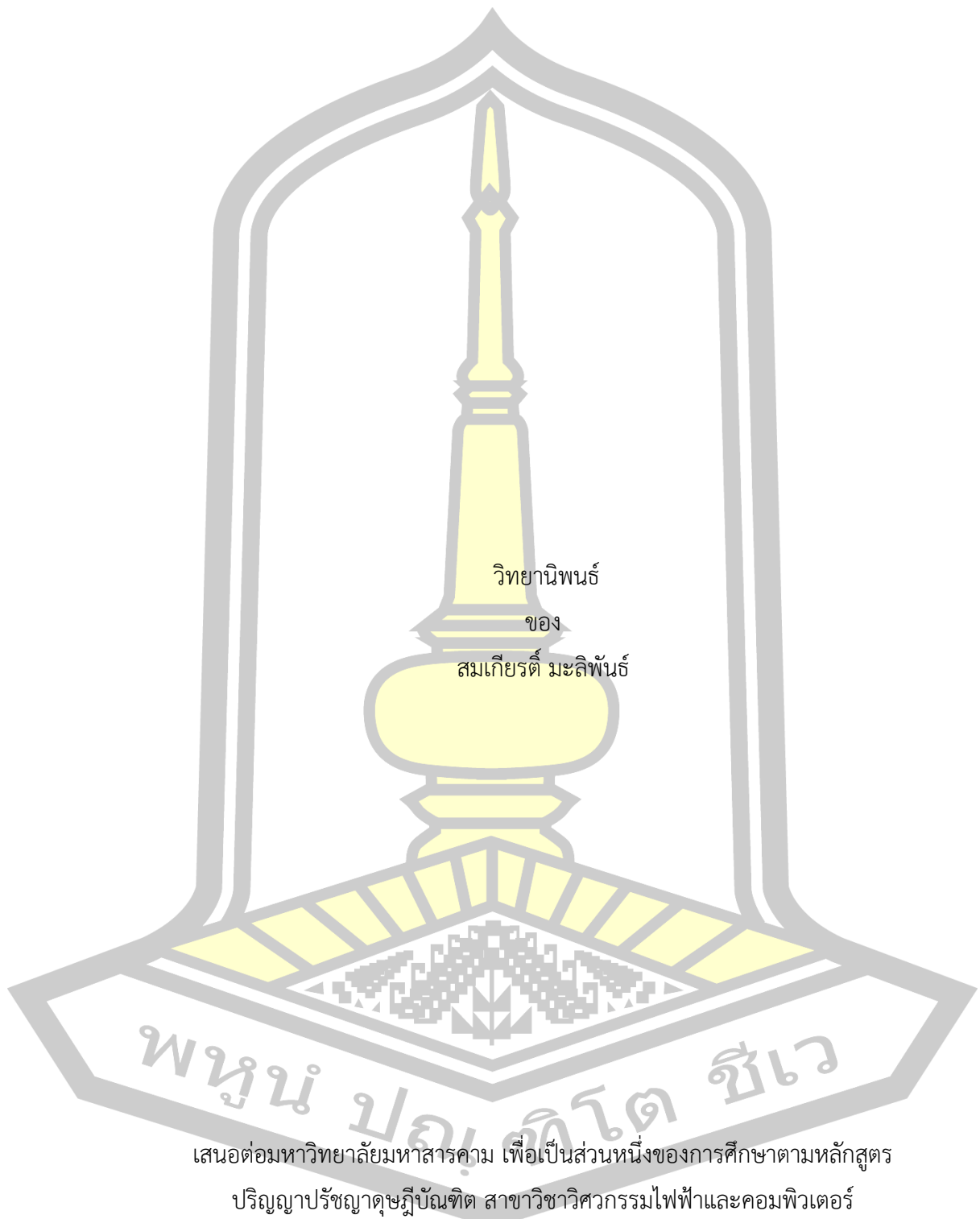
การประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

วิทยานิพนธ์
ของ
สมเกียรติ มะลิพันธ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ตุลาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

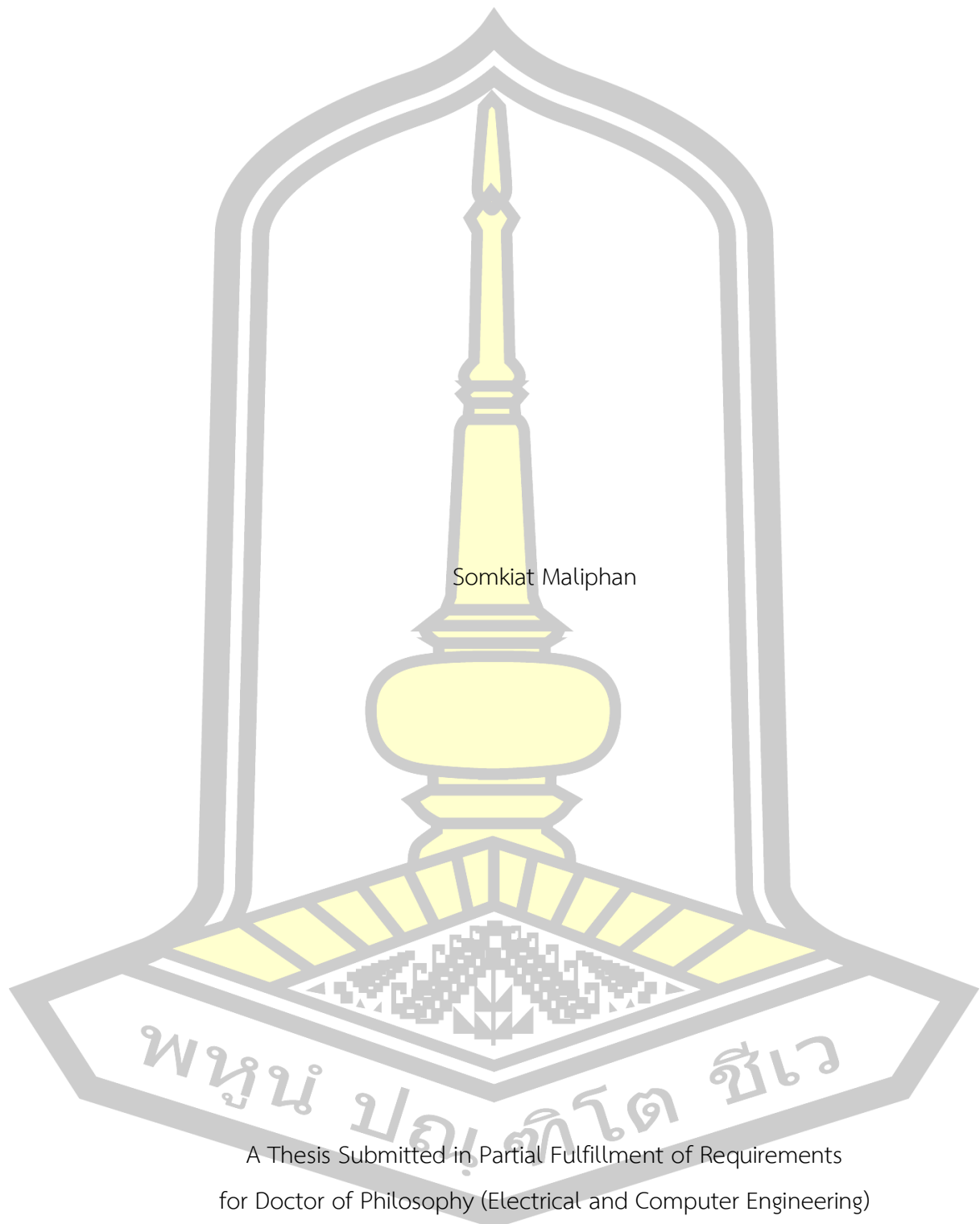


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ตุลาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Cold Pack Base on Thermoelectric



Somkiat Maliphan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Doctor of Philosophy (Electrical and Computer Engineering)

October 2025

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายสมเกียรติ มะลิพันธ์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. จักรพันธ์ ออบมา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศ. ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. บัญชา วัฒนะ)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ชัยยงค์ เสริมผล)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. สุพรรณนิกา วัฒนะ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. จักรมาส เลหาวนิช)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก
 ผู้วิจัย สมเกียรติ มะลิพันธ์
 อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล
 ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
 มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2568

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบประคบเย็นที่ใช้เทคโนโลยีการทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก โดยอาศัยหลักการ *Peltier Effect* เพื่อสร้างความเย็นผ่านการจ่ายกระแสตรง อุปกรณ์ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับอาการบาดเจ็บเฉียบพลันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำและต่อเนื่องให้อยู่ในช่วง $10-13^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเหมาะสมต่อการใช้งานในทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์การกีฬา การทดสอบได้ดำเนินการเพื่อประเมินสมรรถนะของครีบบระบายความร้อนจำนวน 4 ขนาด ร่วมกับความเร็วพัดลม 4 ระดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาชุดระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นจึงนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบร่วมกับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก และทำการทดสอบกับผิวสัมผัสจริง ทั้งจากเครื่องประคบเย็นและหุ่นจำลอง โดยทำซ้ำ 10 รอบในแต่ละเงื่อนไข ผลการวิจัยพบว่า ครีบบขนาดใหญ่และพัดลมที่มีความเร็วสูงช่วยให้อุณหภูมิลดลงได้เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น ทำให้อุปกรณ์สามารถลดอุณหภูมิผิวสัมผัสลงได้มากถึง 10°C ภายในเวลาประมาณ 16–18 นาที และสามารถคงอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ต่อเนื่องมากกว่า 14 นาที ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบมานี้มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพสูง โดยเฉพาะในด้านการควบคุมอุณหภูมิและการทำซ้ำของผลการทดสอบ ดังนั้น อุปกรณ์ดังกล่าวจึงมีศักยภาพสำหรับการใช้งานจริงในสถานการณ์ที่ต้องการการทำความเย็นอย่างรวดเร็ว และสามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่เครื่องมือเพื่อการดูแลสุขภาพแบบพกพาได้ในอนาคต

คำสำคัญ : เครื่องประคบเย็น, การกระจายความร้อน, อุปกรณ์ทางการแพทย์, การควบคุมอุณหภูมิ, เทอร์โมอิเล็กทริก

สำนักพิมพ์ ปณ. จิตโต ชีวะ

TITLE	The Cold Pack Base on Thermoelectric		
AUTHOR	Somkiat Maliphan		
ADVISORS	Professor Worawat Sa-Ngiamvibool , Ph.D.		
DEGREE	Doctor of Philosophy	MAJOR	Electrical and Computer Engineering
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2025

ABSTRACT

This study focuses on the design and development of a prototype cold compress device employing thermoelectric cooling technology, based on the Peltier Effect principle to attain cooling via direct current application. The device is designed to effectively manage acute injuries by ensuring accurate and continuous temperature regulation within 10–13°C, rendering it appropriate for use in medical and sports science environments. The tests aimed to evaluate the performance of four distinct fin sizes paired with four different fan speeds, with the objective of identifying the most efficient heat sink. The components were subsequently merged with a thermoelectric sheet and evaluated on actual surfaces using a cold compress machine and a dummy, with 10 iterations conducted for each situation. The findings indicated that the larger fins and high-velocity fan enabled a more rapid and uniform temperature decrease, allowing the device to reduce surface temperatures by up to 10°C in roughly 16–18 minutes and maintain the desired range for over 14 minutes. The results indicate that the designed device operates with remarkable efficiency and stability, particularly regarding temperature regulation and reproducibility. Consequently, it demonstrates potential for practical application in scenarios necessitating quick cooling and could be evolved into portable healthcare devices in the future.

Keyword : Cold Pack, Heat Dissipation, Medical Device, Temperature Control, Thermoelectric

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบแสดงความขอบพระคุณอย่างสุดซึ้งแด่ ศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ซึ่งไม่เพียงมอบความรู้และคำชี้แนะอันทรงคุณค่า หากยังมอบกำลังใจ ความเมตตา และแรงบันดาลใจตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัย จนข้าพเจ้ามีความเข้มแข็งและมุ่งมั่นที่จะก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรพันธ์ ออบมา, รองศาสตราจารย์ ดร. นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัญญา วัฒนะ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ เสริมผล ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่า มอบข้อเสนอแนะและคำแนะนำที่ลึกซึ้งและรอบด้าน ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการพัฒนางานวิจัยให้สมบูรณ์และมีคุณภาพ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์อันล้ำค่า เป็นรากฐานสำคัญที่เกื้อหนุนให้ข้าพเจ้าสามารถสร้างสรรคงานวิชาการชิ้นนี้ขึ้นมาได้ ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบพระคุณจากใจต่อ ครอบครัว เพื่อน ๆ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่เป็นแรงสนับสนุนและพลังใจสำคัญ คอยเคียงข้าง ให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความเข้มแข็ง จนสามารถก้าวมาถึงความสำเร็จในครั้งนี้ได้อย่างภาคภูมิใจ

สมเกียรติ มะลิพันธ์

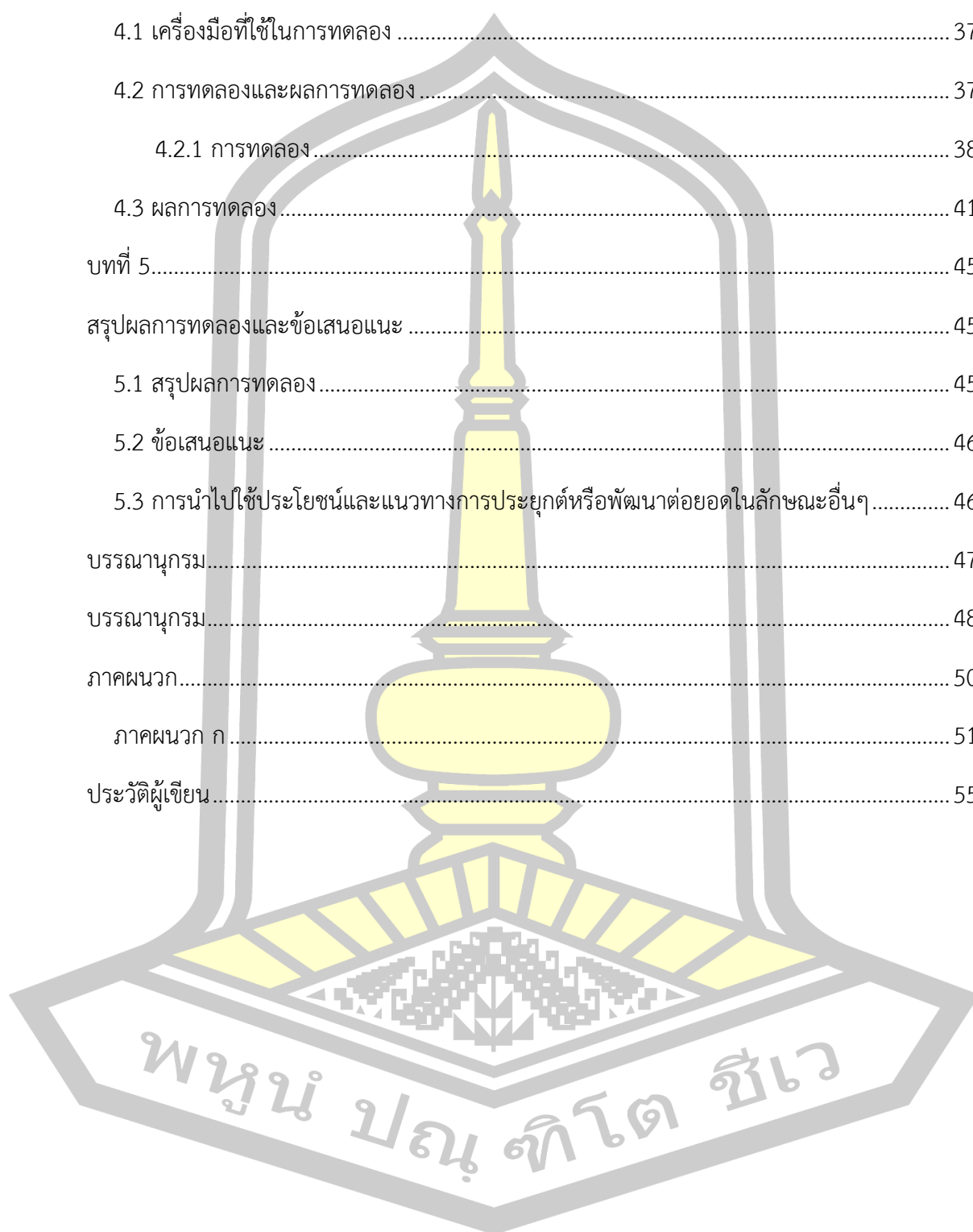
พูน ปณ จิต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฎ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	3
1.5 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 2.....	6
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักการถ่ายเทความร้อน (Principle of heat transfer).....	6
2.1.1 การนำความร้อน.....	6
2.1.2 การพาความร้อน (Convection Heat Transfer).....	7
2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation Heat Transfer).....	7
2.2 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger).....	8
2.2.1 ประเภทของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน.....	8

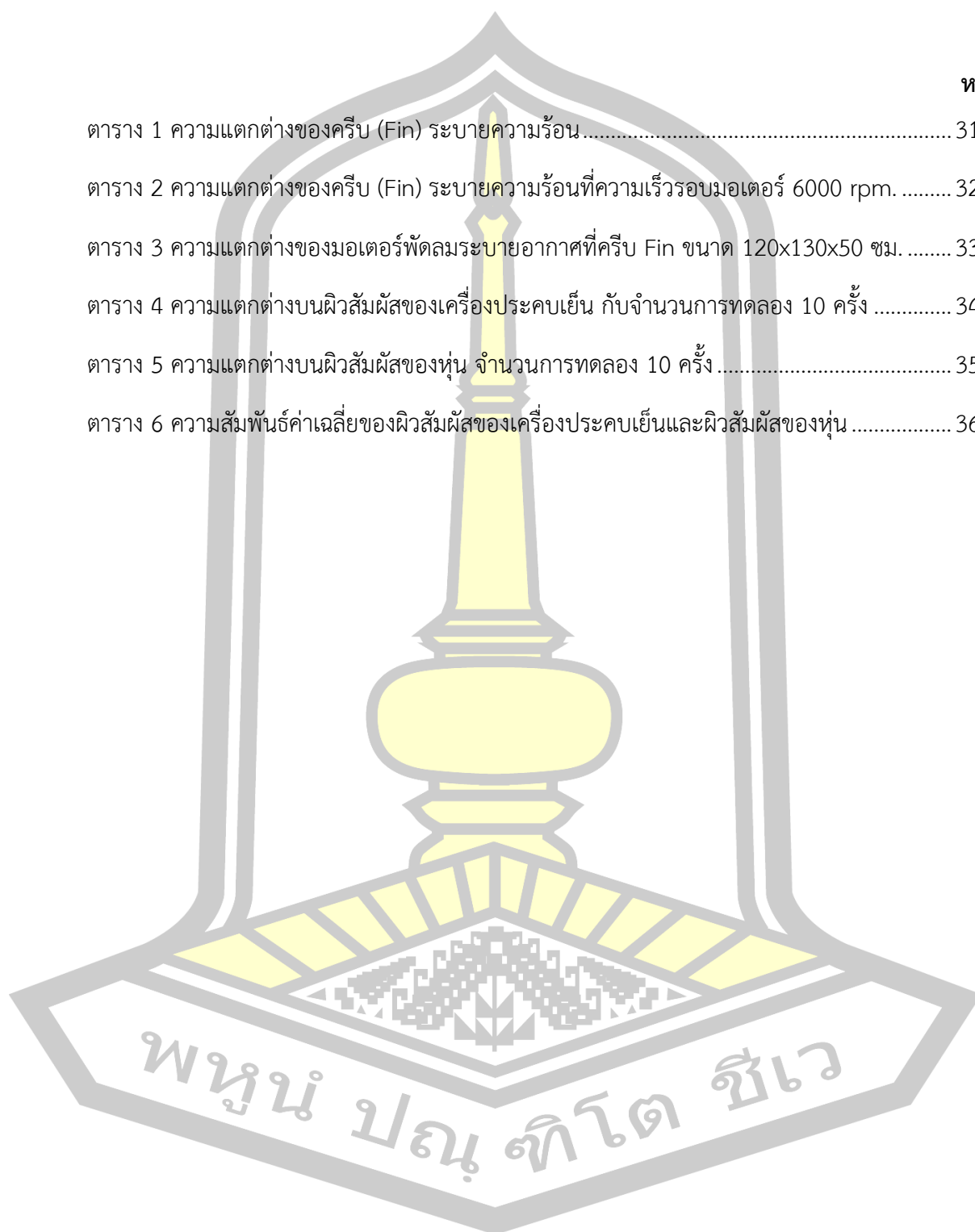
2.3 ครีบบระบายความร้อน (Fin).....	11
2.4 แผ่นเพลเทียร์ (Peltier).....	12
2.4.1 หลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์.....	13
2.4.2 ปรากฏการณ์ซีเบค (Seebeck Effect).....	15
2.4.3 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier Effect)	16
2.4.4 ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Effect).....	17
2.5 เซ็นเซอร์อุณหภูมิ ใช้ DHT22	17
2.6 การใช้ความเย็นเพื่อลดปวด.....	18
2.6.1 ผลทางสรีรวิทยาของการใช้ความเย็นทั่วไป (general effects).....	18
2.6.2 ผลทางสรีรวิทยาของการใช้ความเย็นเฉพาะที่.....	19
2.6.3 ผลของความเย็นต่อการลดปวด.....	19
2.6.4 การใช้ประคบเย็น.....	19
2.6.5 หลักการของการประคบเย็น	19
2.6.6 เวลาในการประคบเย็น.....	19
2.6.7 ข้อควรระวังในการประคบเย็น	20
2.7 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประคบเย็น	20
2.8 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทอร์โมอิเล็กทริก	22
บทที่ 3.....	25
วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 แนวคิดในการออกแบบ.....	25
3.2 การออกแบบชุดการระบายความร้อนด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก	25
3.3 อุปกรณ์ทดลอง	28
3.4 วิธีการทดลอง	30
บทที่ 4.....	37

การทดลองและผลการทดลอง.....	37
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	37
4.2 การทดลองและผลการทดลอง	37
4.2.1 การทดลอง.....	38
4.3 ผลการทดลอง.....	41
บทที่ 5.....	45
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
5.3 การนำไปใช้ประโยชน์และแนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอดในลักษณะอื่นๆ.....	46
บรรณานุกรม.....	47
บรรณานุกรม.....	48
ภาคผนวก.....	50
ภาคผนวก ก	51
ประวัติผู้เขียน.....	55



สารบัญตาราง

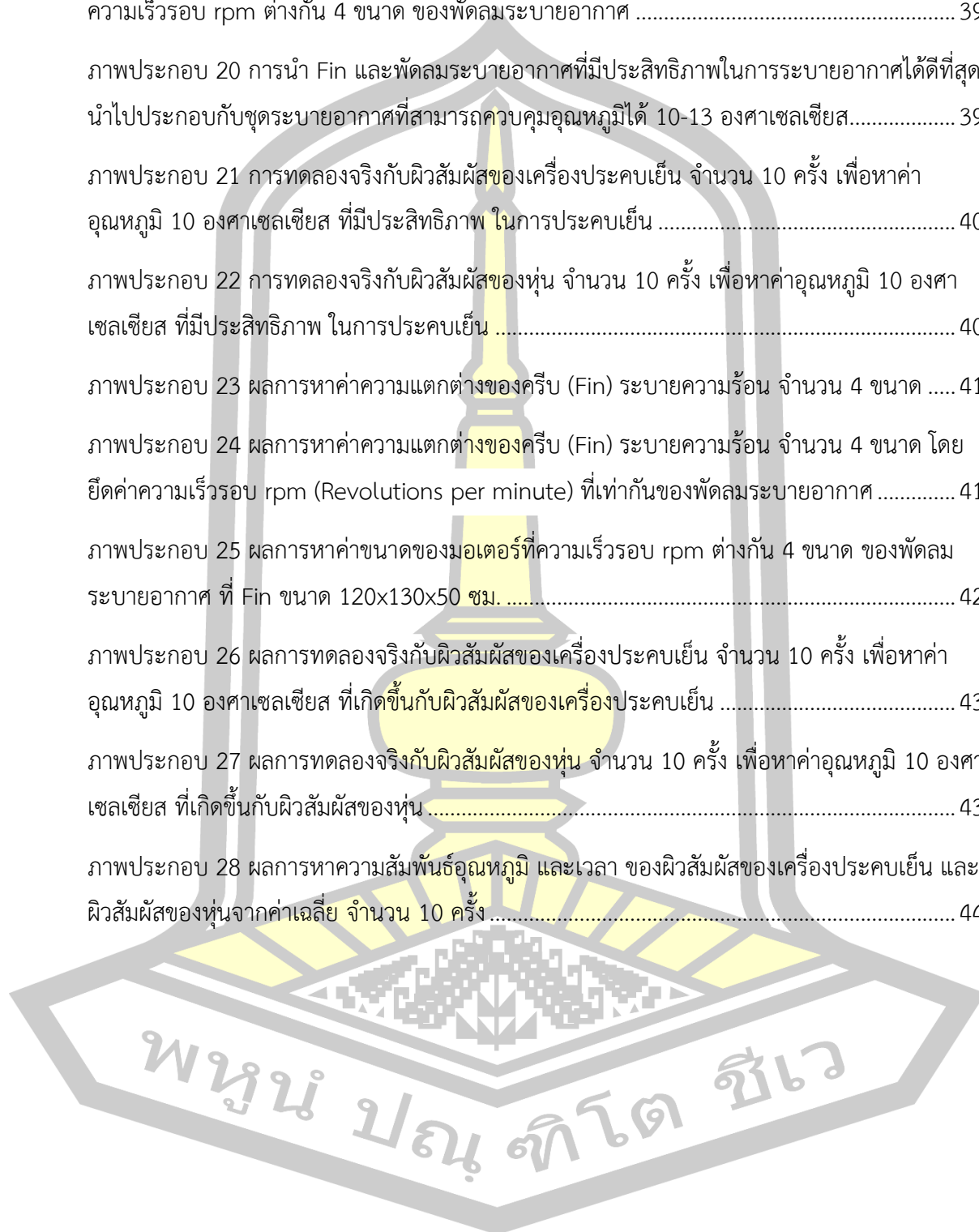
	หน้า
ตาราง 1 ความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน	31
ตาราง 2 ความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อนที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 6000 rpm.	32
ตาราง 3 ความแตกต่างของมอเตอร์พัดลมระบายอากาศที่ครีป Fin ขนาด 120x130x50 ซม.	33
ตาราง 4 ความแตกต่างบนผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น กับจำนวนการทดลอง 10 ครั้ง	34
ตาราง 5 ความแตกต่างบนผิวสัมผัสของหุ่น จำนวนการทดลอง 10 ครั้ง	35
ตาราง 6 ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็นและผิวสัมผัสของหุ่น	36



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 แบบ	6
ภาพประกอบ 2 ลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่แบ่งตามลักษณะการไหล	10
ภาพประกอบ 3 ลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่แบ่งตามลักษณะการไหล	10
ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and tube	11
ภาพประกอบ 5 ครีบน้ำร้อนที่มีหน้าตัดคงที่.....	12
ภาพประกอบ 6 แผ่นเพลเทียร์.....	12
ภาพประกอบ 7 หลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์.....	14
ภาพประกอบ 8 ส่วนประกอบของเทอร์โมอิเล็กทริก	15
ภาพประกอบ 9 การเกิดปรากฏการณ์ซีเบค	16
ภาพประกอบ 10 การเกิดปรากฏการณ์เพลเทียร์	16
ภาพประกอบ 11 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ	17
ภาพประกอบ 12 การออกแบบแผนผังการทำงานชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก.....	26
ภาพประกอบ 13 การออกแบบการทำงานชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก	27
ภาพประกอบ 14 เทอร์โมอิเล็กทริก.....	29
ภาพประกอบ 15 ชุดระบายความร้อนที่มีครีบน้ำร้อนทำจากอลูมิเนียม.....	29
ภาพประกอบ 16 พัฒนาระบายความร้อน.....	30
ภาพประกอบ 17 การประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีบน้ำ (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด	38
ภาพประกอบ 18 การประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีบน้ำ (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของพัดลมระบายอากาศ.....	38

ภาพประกอบ 19 การเลือก Fin ที่ระบายอากาศได้ดีที่สุด มาประกอบกับชุดระบายความร้อนโดยใช้ความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ	39
ภาพประกอบ 20 การนำ Fin และพัดลมระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้ดีที่สุดนำไปประกอบกับชุดระบายอากาศที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 10-13 องศาเซลเซียส.....	39
ภาพประกอบ 21 การทดลองจริงกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น	40
ภาพประกอบ 22 การทดลองจริงกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น	40
ภาพประกอบ 23 ผลการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด	41
ภาพประกอบ 24 ผลการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของพัดลมระบายอากาศ	41
ภาพประกอบ 25 ผลการหาค่าขนาดของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ ที่ Fin ขนาด 120x130x50 ซม.	42
ภาพประกอบ 26 ผลการทดลองจริงกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น	43
ภาพประกอบ 27 ผลการทดลองจริงกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของหุ่น	43
ภาพประกอบ 28 ผลการหาความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่นจากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง	44



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบาดเจ็บของร่างกายหลังได้รับอุบัติเหตุพบว่า ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในระบบกล้ามเนื้อและกระดูกมากที่สุดและจำนวนผู้ป่วยที่เกิดจากอุบัติเหตุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี (วรรณิ สัตยวิวัฒน์, 2551) การประคบด้วยความเย็นเป็นการปรับสัญญาณความปวดในระดับไขสันหลังซึ่งอธิบายด้วยทฤษฎีควบคุมประตู (Gate Control Theory) ได้ว่า ความเย็นลดการรับรู้ความรู้สึกของเส้นใยประสาทควบคุมการทำงานในการยึดและหดตัวของใยกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บทำให้การส่งกระแสประสาทหรือสัญญาณความปวดไปยังไขสันหลังลดลงและช้าลง รวมทั้งมีผลโดยตรงต่อเส้นใยประสาทสั่งการทำให้มีการรับกระแสประสาทหรือสัญญาณความปวดลดลงด้วย จึงทำให้สมองส่วนการรับรู้ความปวดลดลง (ลักขณา มรกต, 2548)

การใช้ความเย็นประคบบริเวณแผลทำให้เซลล์เนื้อเยื่อลดการเผาผลาญพลังงานและลดการหลั่งของสารเคมีที่เกิดจากเซลล์เนื้อเยื่อถูกทำลาย เช่น พรอสตาแกลนดิน ซึ่งจะทำให้การอักเสบลดลงรวมทั้งทำให้หลอดเลือดส่วนปลายหดตัวเพิ่มขึ้น จึงลดการซึมผ่านของน้ำออกจากหลอดเลือดและการสูญเสียเลือด ตลอดจนทำให้การบวมลดลง (Bleakley, McDonough, Gardner, Baxter, Hopkins, & Davison, 2012) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้ความเย็นประคบเพื่อลดความปวดในกลุ่มผู้ป่วยที่เนื้อเยื่อได้รับบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย กลุ่มผู้ป่วยผ่าตัดทั่วไป และกลุ่มผู้ป่วยหลังผ่าตัดใส่เหล็กตามกระดูกขา ผลการศึกษาพบว่าหลังผ่าตัด 48 ชั่วโมง กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ความเย็นประคบแผลผ่าตัดมีการใช้ยาแก้ปวดปริมาณน้อยกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการประคบเย็น (Jon, 2010)

เพราะฉะนั้น การรักษาโดยใช้ความเย็น (cryotherapy) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการปฐมพยาบาล และรักษาการบาดเจ็บอย่างเฉียบพลันของระบบ โครงร่างกล้ามเนื้อและข้อต่อต่างๆ ผลทางด้านสรีรวิทยาของการใช้ความเย็นในการรักษานั้นจะส่งผลให้ผิวหนังที่สัมผัสกับความเย็นนั้นมีอุณหภูมิลดลง เกิดอาการชาเฉพาะที่ ยับยั้งอาการบวม ลดการไหลเวียนของเลือด ลดความเร็วในการนำส่งกระแสประสาท ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ ลดการขยายตัวของเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ยังพบว่า ความเย็นมีผลทำให้ลดอัตราการเผาผลาญพลังงานในระดับเซลล์ ลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บในชั้นตติยภูมิ การรักษาโดยใช้ความเย็นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การใช้ cold pack ชนิดเจล การใช้สเปรย์เย็น (Vapocoolant Spray) การใช้ถุงใส่น้ำแข็ง (ice pack) เป็น

ต้น การใช้ cold pack ชนิดเจลและการใช้ถุงน้ำแข็ง (ice pack) ในการปฐมพยาบาลและการรักษา เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายทั้งในทางคลินิกหรือโรงพยาบาล และทางภาคสนาม เนื่องจากมี ประสิทธิภาพในการรักษาที่ดี จัดหาและเตรียมได้ง่าย ราคาไม่แพง และสะดวกในการพกพา แม้ว่าใน ปัจจุบันจะยังหาข้อสรุปเป็นที่แน่ชัดไม่ได้ว่าวิธีการรักษาโดยใช้ความเย็นวิธีใดที่มี ประสิทธิภาพใน การรักษามากที่สุด มีนักวิจัยบางกลุ่มได้ทำการศึกษาถึงความสามารถในการลดอุณหภูมิเนื้อเยื่อด้วย วิธีการรักษาโดยใช้ความเย็นในรูปแบบที่แตกต่างกัน และได้สรุปว่าวิธีการ รักษาโดยใช้ ความ เย็นวิธีการใดก็ตามที่ทำให้มีการลดลงของอุณหภูมิที่ชั้นผิวหนังมากที่สุดจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพ ในการรักษาสูงที่สุด โดยอุณหภูมิบริเวณผิวหนังจะต้องอยู่ที่ประมาณ 13.6 องศาเซลเซียส จึงจะ เกิดผลในการระงับอาการปวด และจะต้องรักษาระดับของอุณหภูมิผิวหนังให้อยู่ที่ระดับ 10 องศา เซลเซียส เพื่อให้อัตราการเผาผลาญพลังงาน ในระดับเซลล์ลดลง (รัฐกร เอ็มโกษา, ชูตินันท์ สุขสอาด, 2560)

สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นการวิจัย ออกแบบ และประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆ ของการประคบเย็น ทั้งการใช้ cold pack ชนิดเจล การใช้สเปรย์เย็น (Vapocoolant Spray) การใช้ถุงใส่น้ำแข็ง (ice pack) ล้วนมีปัญหาและจุดอ่อนในเรื่องของอุณหภูมิคงที่ ความสะดวกในการใช้งาน และระยะเวลาที่ ไม่ยาวนานของการทำความเย็น

สิ่งหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการแพทย์ วิทยาศาสตร์การกีฬา ในเรื่อง ของการประคบเย็น นั่นคือเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) ที่เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่ สามารถทำให้เกิดความเย็นในระดับของการประคบเย็น และแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ ที่เกิดขึ้นได้ อย่างครอบคลุม

ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือ การเล่นกีฬา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาประสิทธิภาพของการให้ความเย็นที่ เหมาะสมของเทอร์โมอิเล็กทริก ในการประคบเย็น ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบริเวณชั้นผิวหนัง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการรักษาและการฟื้นฟูผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก
2. เพื่อออกแบบชุดระบายความร้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อใช้ในการประคบเย็น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ใช้แผ่นเพลเทียร์ TEC1-12710 ขนาด 12 VDC 10 A 100 W จำนวน 3 แผ่น
2. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 10-13 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก, ฮีทซิงค์ (Heat sink)
2. รู้ตัวแปรต่างๆ ที่จะส่งผลถึงคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของชุดครีบ
3. ได้ชุดระบายความร้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อใช้ในการประคบเย็น
4. ทราบถึงคุณลักษณะแผ่นระบายความร้อนแบบครีบที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก
5. ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพการทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อใช้ในการประคบเย็น
6. ประหยัดงบประมาณการจัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการประคบเย็น เช่น ถุงเจล (Gel pack), ถุงน้ำแข็งก้อน (Ice cube pack), ถุงน้ำแข็งก้อนผสมน้ำ (Wetted crushed-ice pack)
7. ได้เครื่องประคบเย็นที่พกพาสะดวก
8. การเก็บรักษาได้ง่ายภายใต้อุณหภูมิปกติ
9. สามารถใช้เครื่องประคบเย็นได้จำนวนมากครั้ง
10. ใช้เครื่องประคบเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกในทางการแพทย์ และวิทยาศาสตร์การกีฬาได้
11. ลดค่าใช้จ่ายในการประคบเย็นในทางการแพทย์ได้

1.5 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

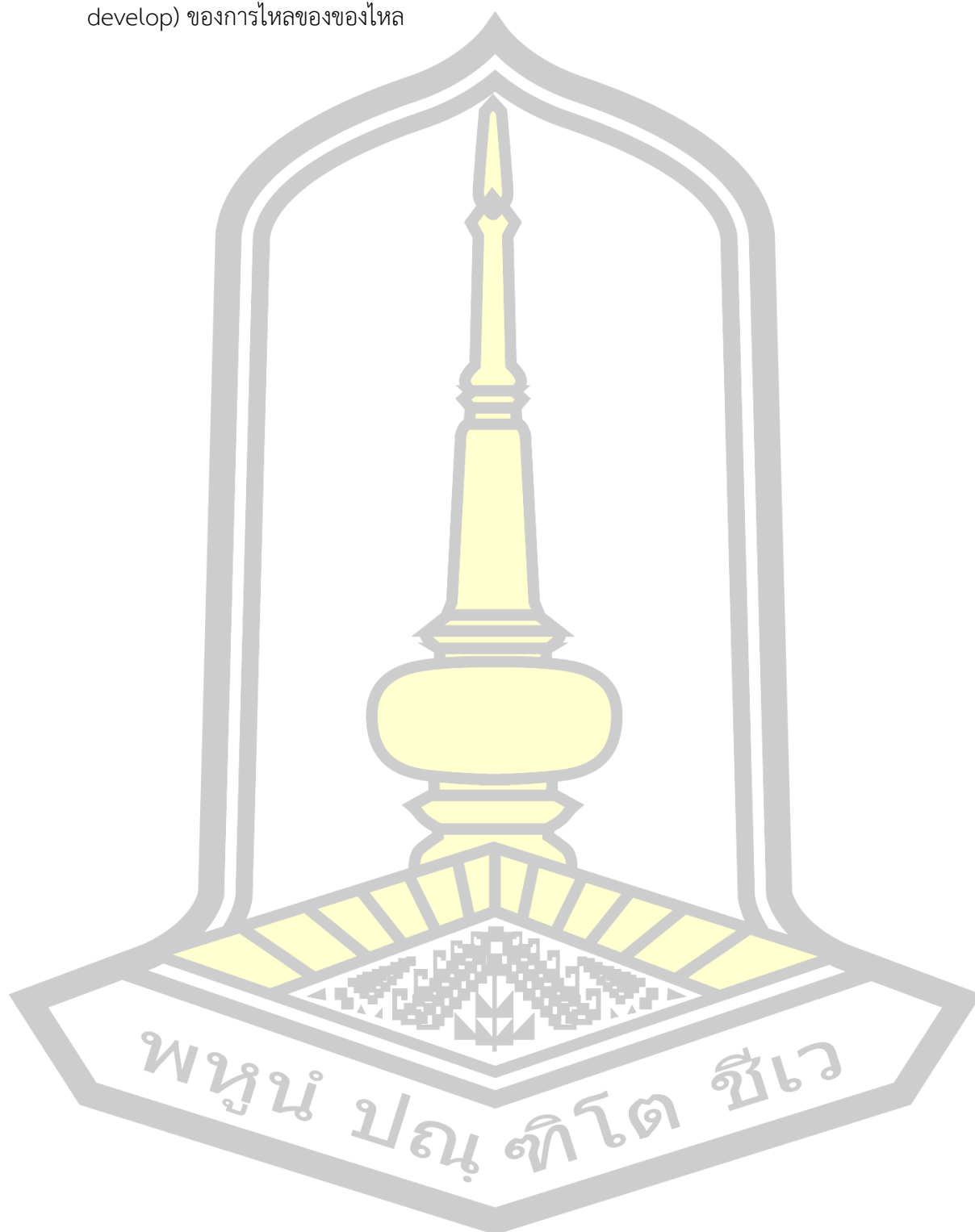
ซู แทน และคณะ (Zhu, Tan, และ Yu, 2013) ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการระบายความร้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาส่วนใหญ่เน้นเรื่องรูปทรงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนพื้นที่ถ่ายเทความร้อนรวม การนำความร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกทั้งด้านร้อนและด้านเย็นและคุณสมบัติของวัสดุจะถูกจำลองด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูง สด (COP) รวมไปถึงฟลักซ์ความร้อนสูงสุดของเทอร์โมอิเล็กทริกและอุณหภูมิิตค่าสุดด้านเย็นสามารถทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนอย่างเหมาะสม รวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม

ชาว แทน และคณะ (Zhao และ Tan, 2014) ทำการศึกษาการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานกรณีใช้วัสดุของเทอร์โมอิเล็กทริกที่แตกต่างกันด้วยวิธีการสร้างแบบจำลอง การใช้งานระบบระบายความร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกมีข้อดีเหนือกว่าอุปกรณ์ระบายความร้อนทั่วไปเนื่องจากมีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา มีความน่าเชื่อถือสูง ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เชิงกล ไม่มีของเหลวทำงานถูกขับเคลื่อนโดยไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ สามารถทำความเย็นและความร้อนได้ง่าย เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก ในการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาของการระบายความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกและการพัฒนาวัสดุสำหรับทำเทอร์โมอิเล็กทริก เทคนิคการสร้างแบบจำลองจะอธิบายเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองเทอร์โมอิเล็กเมนต์และการสร้างแบบจำลองเทอร์โมอิเล็กทริก (TEC) รวมถึงแบบจำลองสมดุลพลังงาน แบบง่าย แบบ 1 มิติ และ 3 มิติ ผลที่ได้จากการศึกษาคือสามารถประยุกต์การใช้งานเทอร์โมอิเล็กทริกการทำความเย็นภายในบ้าน, การทำความเย็นของอิเล็กทรอนิกส์, การใช้งานทางวิทยาศาสตร์และการควบคุมอุณหภูมิรถยนต์

ฮู กี และคณะ (Hu, Ge, Dai, และ Wang, 2015) ทำการศึกษาโดยนำโมดูลการระบายความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกสองชั้นตอน (TEM) มาใช้ใน IEF เพื่อควบคุมอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและแม่นยำ การทดลองอุปกรณ์ระบายความร้อนต้นแบบเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ชุดทดลองต้นแบบที่แตกต่างกันสามแบบ ได้แก่ HP + baffle, AL + baffle และ HP + fin ได้รับการพัฒนาเพื่อให้ได้การออกแบบที่ดีที่สุด การกระจายอุณหภูมิบนแผ่นทำความเย็น, COP, และอุณหภูมิอากาศที่ลดลง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแผ่นอลูมิเนียมที่มีต่อความร้อนซึ่งใช้เป็นแผ่นทำความเย็นทำให้อุณหภูมิมีค่าคงที่ นอกจากนี้ครีระบายความร้อนชนิดครีที่มีแผ่นกันสามารถกระจายความร้อนด้านร้อนของ TEM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่อุณหภูมิของฟินของ HP + baffle อยู่ที่ 10°C และ COP เท่ากับ 2.0 ภายใต้สภาพการทำงานทั่วไป

เชอเรฟ และคณะ (Cherief และคนอื่นๆ, 2017) ศึกษาการประยุกต์ใช้ของไหลเพอร์โรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน การพาความร้อน และการลดลงของแรงดันในระบบดังกล่าวมีอิทธิพลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมีและการออกแบบช่องการไหล ซึ่งต้องมีการออกแบบมาเป็นอย่างดี ตัวแปรที่สำคัญที่ต้องพิจารณาสำหรับการระบายความร้อนด้วยได้แก่ เรย์โนลด์สเบอร์ (Re) โดยพบว่าในช่วง $100 < \text{Re} < 2500$ เป็นช่วงที่เหมาะสม ความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก ความยาวของแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กอัตราการใช้ของไหลเชิงมวล และความเข้มข้นของอนุภาค การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ของไหลเพอร์โรในระบบความร้อนนั้นดีที่สุดเมื่อจำนวนเรย์โนลด์ต่ำ ยิ่งไปกว่านั้น ยังพบว่าพฤติกรรมความร้อน – ไฮดรอลิกที่สูงที่สุดนั้นเมื่อของไหลเพอร์โรมีตัวด้วยสนามแม่เหล็กซึ่งตั้งฉากกับฟลักซ์ความร้อนและ

แหล่งกำเนิดแม่เหล็กสันและตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการถ่ายเทความร้อนและการไหลแบบเต็มขั้น (Fully develop) ของการไหลของของไหล

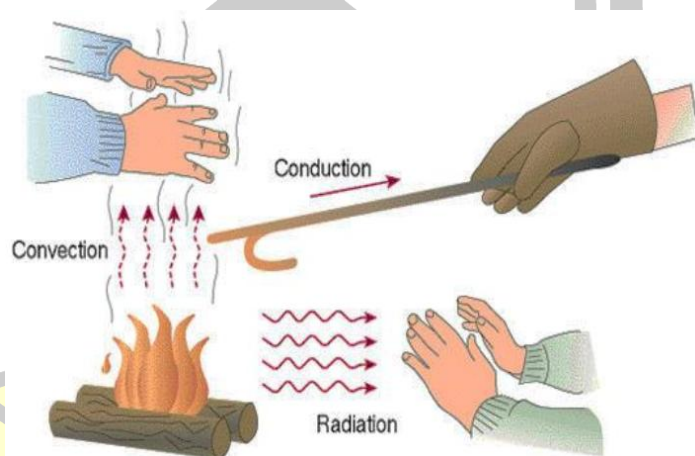


บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการถ่ายเทความร้อน (Principle of heat transfer)

ความร้อน (Heat) คือ พลังงานที่ถ่ายเทระหว่างจุดสองจุดที่เกิดขึ้นจากความไม่สมดุลทางความร้อนของจุดสองจุดนั้นและการถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) คือ การถ่ายเทของพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่สมดุลทางความร้อนของจุดสองจุด โดยเมื่อความร้อนถ่ายเทจะทำให้จุดที่ได้รับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น สรุปได้ว่ากลไกการถ่ายเทความร้อนคือ วิธีการที่ความร้อนเกิดการเคลื่อนตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยกลไกการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมี 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสี



ภาพประกอบ 1 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 แบบ

ที่มา: Science and Technology

2.1.1 การนำความร้อน

การนำความร้อน (Conduction) คือ ลักษณะของการถ่ายเทความร้อนบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในตัวกลางเดียวกันหรือเป็นการเคลื่อนที่ทางจลนศาสตร์หรือการสัมผัสกันโดยตรงของโมเลกุล ซึ่งถ่ายเทจากโมเลกุลที่มีพลังงานสูงไปสู่โมเลกุลที่มีพลังงานต่ำ ใน

การนำความร้อนความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลของสารโดยที่โมเลกุลไม่เคลื่อนที่ การนำความร้อนจะเกิดได้ดีมากในตัวกลางที่เป็นของแข็ง เช่น โลหะที่เป็นตัวนำความร้อนได้ดี ได้แก่ ทองแดง เงิน เป็นต้น

2.1.2 การพาความร้อน (Convection Heat Transfer)

การพาความร้อน (Convection) คือ เมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านผิววัตถุ โดยที่อุณหภูมิและของไหลนั้นมีอุณหภูมิแตกต่างกัน การพาความร้อนนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) และการพาความร้อนแบบอิสระ (Natural หรือ Freeconvection)

1. การพาโดยการบังคับ (Forced convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของแข็งกับของไหล ซึ่งของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของแข็งโดยมีกลไกภายนอกเป็นตัวขับเคลื่อน เช่น พัดลม หรือเครื่องสูบน้ำ
2. การพาตามธรรมชาติ (Natural หรือ Free convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของแข็งกับผิวของไหล โดยที่ไม่มีกลไกภายนอกใดๆ มาทำให้ของไหลเคลื่อนที่ แต่ของไหลที่อยู่ใกล้กับผิวของแข็งก็อาจเคลื่อนที่ได้โดยแรงลอยตัวของของไหลเอง แรงลอยตัวนี้เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิในชั้นของของไหล

2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation Heat Transfer)

การแผ่รังสี (Radiation) คือ เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อน (มีหรือไม่มีตัวกลางก็ได้) แต่สำหรับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนแบบการแผ่รังสีความร้อน สามารถแผ่มาได้เองในรูปของรังสีความร้อน เช่น ดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนมายังโลก หรือพลังงานรังสีความร้อนซึ่งอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในความเป็นจริงแล้วการเกิดการแผ่รังสีเกิดการแผ่รังสีอย่างแท้จริงของความร้อนระหว่างวัตถุใดๆ จะไม่ทำให้อุณหภูมิของตัวกลางเพิ่มสูงขึ้น เมื่อรังสีนี้ไปตกกระทบวัตถุใด บางส่วนอาจจะสะท้อนกลับออกมา บางส่วนอาจจะส่งผ่านทะลุไป บางส่วนอาจถูกดูดกลืนไว้ก็ได้ และถ้ารังสีตกกระทบคือ รังสีความร้อนที่ถูกดูดกลืนไว้จะปรากฏเป็นความร้อนภายในวัตถุนั้นด้วยความเร็วแสง การแผ่รังสีความร้อนสามารถผ่านสุญญากาศได้ซึ่งต่างจากการนำความร้อนและการพาความร้อนซึ่งจะต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนพลังงานการแผ่รังสีที่ปลดปล่อยจากวัตถุ ในปัจจุบันปัญหาของการแผ่รังสีก็ ยังมีผู้สนใจมากเป็นพิเศษ เนื่องจากขาดแคลนพลังงาน พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งแผ่จากดวงอาทิตย์มายังโลกเป็นแหล่งพลังงานที่อาจจะนำมาใช้ทดแทนพลังงานฟอสซิล ล้างโซลาร์ในปัจจุบันได้

2.2 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำงานสองตัวหรือมากกว่าสองตัวที่อุณหภูมิต่างกัน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและขนาดของโรงจักรไอน้ำ กระบวนการต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมทางเคมี หรือขนาดความต้องการที่จะทำความร้อนและความเย็นในการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นเป็นเรื่องที่ยุ้งยาก เพราะเป็นเรื่องที่มีความร้อน ความดัน ขนาดและประสิทธิภาพของระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.2.1 ประเภทของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

1) แบ่งตามกระบวนการถ่ายเทความร้อน

โดยทั่วไปนั้นการถ่ายเทความร้อนยังแยกได้เป็น การสัมผัสโดยตรงกับการสัมผัสโดยอ้อม การสัมผัสโดยตรงนั้นเกิดจากการไหลของของไหลสองชนิดมาผสมกัน เช่น แก๊สและของเหลว ตัวอย่างการถ่ายเทความร้อนแบบการสัมผัสโดยตรงนั้น เช่น หอหล่อเย็น หัวฉีดเครื่องควบแน่นและสเปรย์ชนิดต่างๆ ในการถ่ายเทความร้อนแบบสัมผัสโดยอ้อม จะพบได้ในรังผึ้งรถยนต์ สารทำงานร้อนเย็นจะถูกแยกโดยแผ่นกันซึ่งเรียกว่าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบผิวสัมผัส ซึ่งไม่มีการผสมกันระหว่างสารทำงาน

2) แบ่งตามลักษณะความกะทัดรัดของอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน

วิธีนี้เป็นการแยกโดยไม่มีอะไรมากมาย แบ่งตามอัตราส่วนพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนต่อปริมาตรของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งตั้งเกณฑ์ในการแบ่งนี้เรียกว่าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบกะทัดรัด เช่น รังผึ้งรถยนต์ มีความหนาแน่นของพื้นที่เท่ากับ $1100 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ ในเครื่องยนต์แก๊สเทอร์โบบางเครื่องมีความหนาแน่นของพื้นที่เท่ากับ $6600 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ ซึ่งจัดเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบกะทัดรัด

3) แบ่งตามลักษณะของการออกแบบแบ่งได้เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Tubular แบบแผ่นและครีป แบบท่อและครีป และแบบ Regenerative

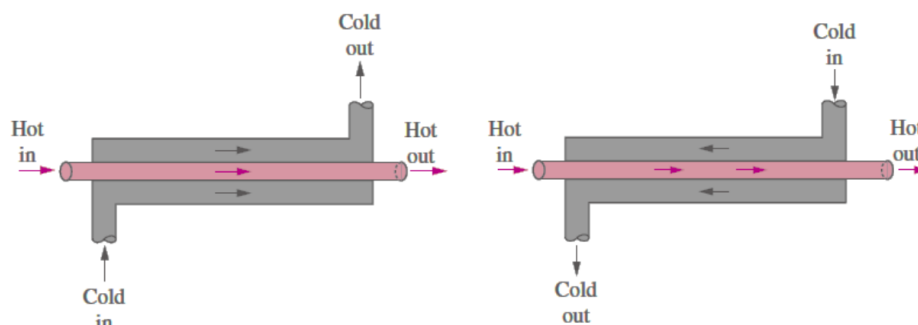
3.1. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Tubular นั้นเป็นที่นิยมอย่างมากและในการผลิตสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบและขนาดได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถความคุมอุณหภูมิได้อีกด้วย โดยปกติเราเรียกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ว่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ ซึ่งประกอบไปด้วยท่อเล็กๆ

- 3.2. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น เป็นการใช้แผ่นบางๆ แต่จะไม่สามารถทนต่อความดันสูงๆหรืออุณหภูมิที่ต่างกันมากได้ ฉะนั้นการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนชนิดนี้จึงต้องพิจารณาในเรื่องของอุณหภูมิและความดันด้วยโดยมีค่าความกะทัดรัดอยู่ที่ 120 –230 mm.
- 3.3. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นและครีบ มีค่าความกะทัดรัดสูงถึง 6,000 mm. ซึ่งลักษณะการไหลจะมีทั้งการไหลตามขวาง การไหลตัดกัน การไหลขนานโดยปกติจะใช้ แก๊ส – แก๊ส แต่ต้องใช้ความดันต่ำที่ค่าความดันไม่เกิน 10 atm (1000 kPa) อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 800 °C อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อและครีบ ใช้งานในที่ที่มีความดันสูงหรือใช้ในการไหลที่มีทิศทางเดียว ซึ่งมีสองชนิด ชนิดแรกเป็นท่อกลมตรง และอีกชนิดเป็นแบบท่อแบนตรง สามารถใช้ได้ในความดันไม่เกิน 30 บรรยากาศ อุณหภูมิสูงประมาณ 870 °C โดยค่าความกะทัดรัดสูงสุดประมาณ 330 mm. ใช้กับกังหันแก๊ส ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
- 3.4. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อและครีบ ใช้งานในที่ที่มีความดันสูงหรือใช้ในการไหลที่มีทิศทางเดียว ซึ่งมีสองชนิด ชนิดแรกเป็นท่อกลมตรง และอีกชนิดเป็นแบบท่อแบนตรง สามารถใช้ได้ในความดันไม่เกิน 30 บรรยากาศ อุณหภูมิสูงประมาณ 870 °C โดยค่าความกะทัดรัดสูงสุดประมาณ 330 mm. ใช้กับกังหันแก๊ส ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
- 3.5. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Regenerative แบ่งออกเป็นสองแบบ คือ แบบสถิตและแบบไดนามิกส์ โดยแบบสถิตมีลักษณะเป็นส่วนที่ไม่เคลื่อนไหว ประกอบไปด้วยวัสดุพูน (หิน กรวด ทราย) ถึงแม้ความร้อนและเย็นที่ไหลผ่านจะสลับเสมอ สามารถใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูง (ประมาณ 900-1500 °C) ส่วนแบบไดนามิกส์ จะมีแกนที่หมุนในแนวตั้ง ซึ่งสารทำงานร้อนและเย็นสามารถผ่านเข้ามาได้โดยตรง ความร้อนจะถูกเก็บไว้และจะถ่ายเข้าไปในสารทำงานที่เย็นกว่า จะพบได้ในโรตารี Regenerator ซึ่งเป็น Ljungstrom regenerative airpreheater ซึ่งถูกออกแบบให้มีพื้นที่หน้าตัดมีความหนาแน่น 6,500 mm. สามารถทนความร้อนได้ 870 °C

4) แบ่งตามลักษณะการไหล

การแบ่งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนลักษณะนี้สามารถแบ่งออกเป็น

- 4.1. การไหลแบบขนาน สารทำงานที่มีอุณหภูมิทั้งสูงและต่ำไหลเข้ามาพร้อมกันที่จุดปลายของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านไปในทิศทางเดียวกันและไหลออกพร้อมกัน
- 4.2. การไหลแบบสวนทาง สารทำงานที่มีอุณหภูมิทั้งสูงและต่ำไหลเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในทิศทางตรงข้ามกัน



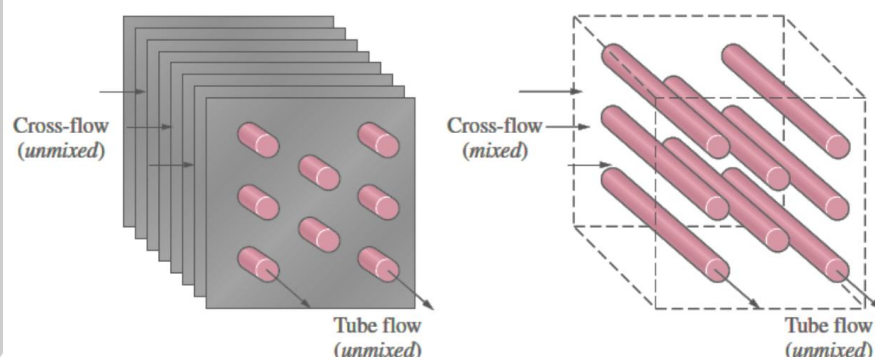
(ก) การไหลแบบขนานกัน

(ข) การไหลแบบสวนทางกัน

ภาพประกอบ 2 ลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่แบ่งตามลักษณะการไหล

ที่มา: Yonus A. Cengel. Heat Transfer.

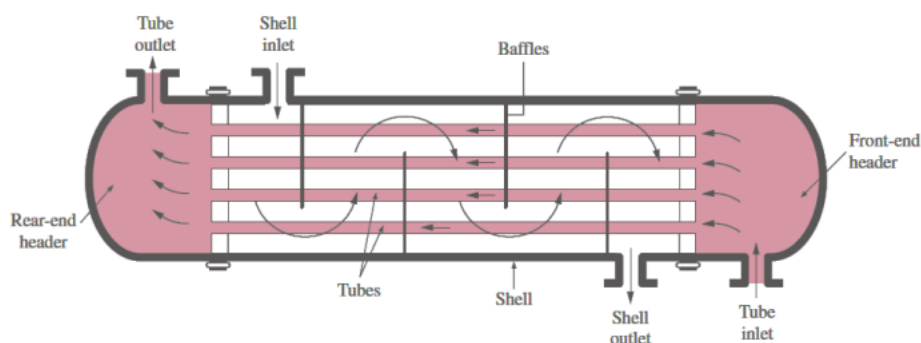
4.3. การไหลแบบตัดขวาง สารทำงานที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำ ทิศทางการไหลจะทำมุมซึ่งกันและกัน การไหลแบบนี้สามารถแยกได้เป็นแบบผสมและไม่ผสม



(ค) ติดครีปและของไหลไม่ผสมกัน (ง) ไม่ติดครีป ของไหลไหลท่วมกลุ่มท่อ

ภาพประกอบ 3 ลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่แบ่งตามลักษณะการไหล

4.4. การไหลแบบทวีคูณ (Multipass flow) เป็นกระบวนการที่อาศัยความถี่ของการเปลี่ยนแปลงความร้อน เนื่องจากจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ กระบวนการแบบนี้จะไม่มีรูปแบบตายตัวและมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดลักษณะการไหลแบบนี้ขึ้น



ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and tube

ที่มา: Yonus A. Cengel. Heat Transfer.

5) แบ่งตามกลไกการแลกเปลี่ยนความร้อน

5.1 การพาความร้อนแบบบังคับหรือแบบอิสระของสารทำงานชนิดเดียวกัน

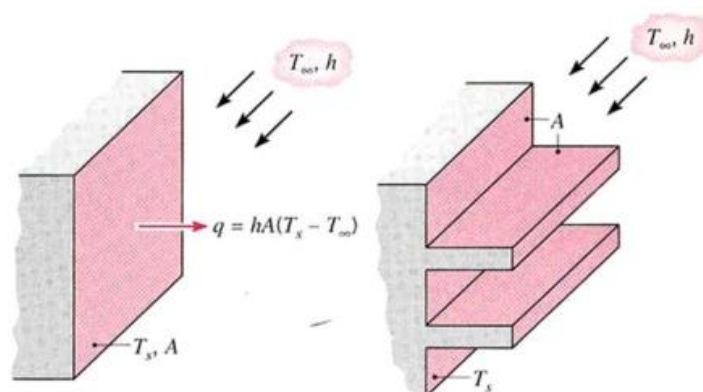
5.2 การเปลี่ยนสถานะ (การเดือดและการควบแน่น)

5.3 การแผ่รังสี หรือการพาและแผ่รังสีร่วมกัน

2.3 ครีระบายความร้อน (Fin)

การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนของของไหลสามารถเพิ่มการถ่ายเทความร้อนได้ โดยการเพิ่มพื้นที่ที่เป็นแถบบางๆ ซึ่งเรียกว่า ครีระบายความร้อนถ่ายเทจากท่อ หรือแผ่นวัสดุโดยการพาความร้อนของอากาศโดยส่วนใหญ่จะมีครีเพื่อเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทความร้อน โดยเฉพาะหม้อน้ำรถยนต์เนื่องจากอากาศมีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนน้อยกว่าของเหลว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบการกระจายของอุณหภูมิที่ถ่ายเทผ่านครีที่มีรูปร่างต่างๆ

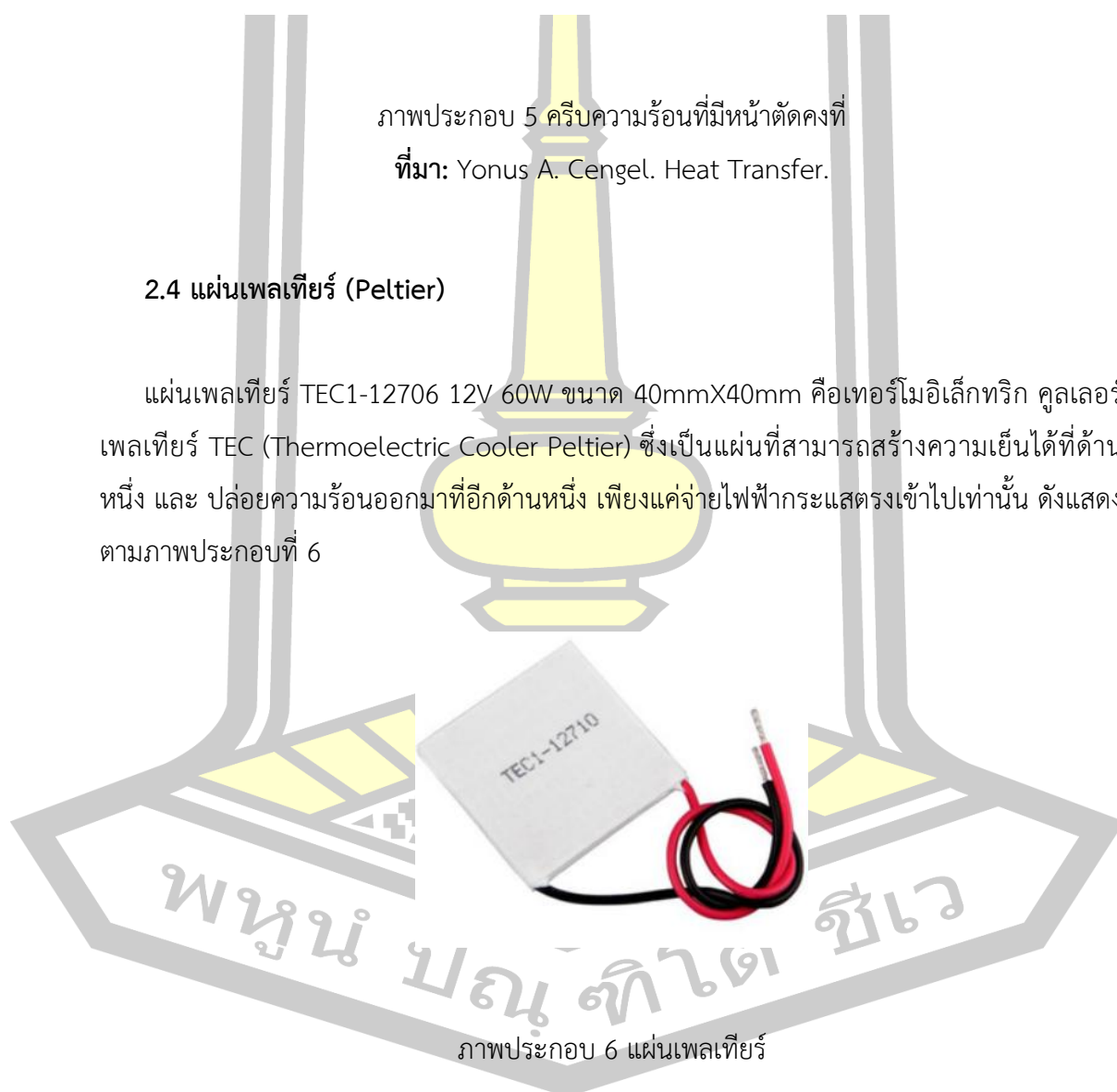
พหุ ประจักษ์ ชีวะ



ภาพประกอบ 5 ครีความร้อนที่มีหน้าตัดคงที่
ที่มา: Yonus A. Cengel. Heat Transfer.

2.4 แผ่นเพลเทียร์ (Peltier)

แผ่นเพลเทียร์ TEC1-12706 12V 60W ขนาด 40mmX40mm คือเทอร์โมอิเล็กทริก คูลเลอร์เพลเทียร์ TEC (Thermoelectric Cooler Peltier) ซึ่งเป็นแผ่นที่สามารถสร้างความเย็นได้ที่ด้านหนึ่ง และ ปล่อยความร้อนออกมาที่อีกด้านหนึ่ง เพียงแค่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปเท่านั้น ดังแสดงตามภาพประกอบที่ 6

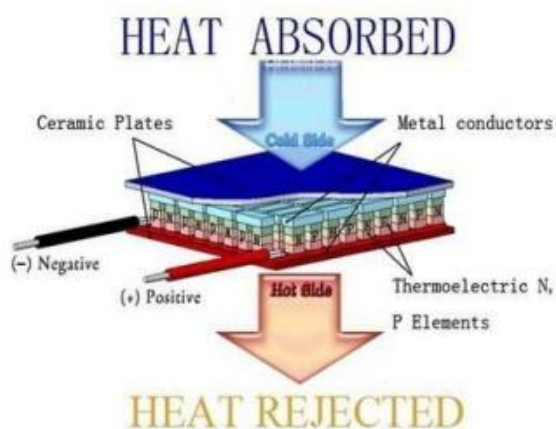


ภาพประกอบ 6 แผ่นเพลเทียร์

2.4.1 หลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์

หลักการทำงานของแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์นั้น เป็นหลักการที่มีชื่อว่า เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) หลักการทำความเย็นแบบนี้เกิดขึ้นได้ โดยการใช้สารกึ่งตัวนำแบบพี-เอ็น (P-N Type) ซึ่ง สารกึ่งตัวนำแบบพี-เอ็นคือส่วนประกอบหลักของแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์โดยการทำ ความเย็นจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อมีการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับแผ่นทำความเย็นเพลเทียร์ เพราะเมื่อ กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำแล้วก็จะเกิดการทำให้ประจุไฟฟ้าในสารกึ่ง ตัวนำแบบพี-เอ็น ซึ่งต่างชนิดกัน เมื่อมี กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ก็จะมีการดูดกลืนกันของอิเล็กตรอนที่ เคลื่อนจากระดับพลังงานต่ำทางด้านสารกึ่งตัวนำ แบบพี ไปสู่ระดับพลังงานที่สูงกว่าทางด้านสารกึ่ง ตัวนำแบบเอ็น กระบวนการดังกล่าวส่งผลให้ที่ผิวด้านหนึ่ง ของแผ่นเพลเทียร์มีการดูดพลังงานความ ร้อน ซึ่งก็ได้จากความร้อนที่อยู่โดยรอบๆเมื่อความร้อนใน บริเวณรอบๆ ถูกดูดเข้ามาก็จะทำให้ใน บริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งด้านนี้ก็คือด้านทำความเย็นนั่นเองและใน ขณะเดียวกันก็จะเกิดการ ดูดกลืนของอิเล็กตรอนจากระดับพลังงานที่สูงในสารกึ่งตัวนำแบบเอ็นสู่ระดับ พลังงานที่ต่ำกว่าในสาร กึ่งตัวนำแบบพี ส่งผลให้เกิดการคายความร้อนออกมาที่บริเวณผิวหน้าของอีกด้านหนึ่ง จากหลักการ ทำงานที่ได้อธิบายไปข้างต้นนั้น ทำให้สามารถนำแผ่นเพลเทียร์มาประยุกต์ใช้งานได้กับหลายๆ สิ่ง ที่โดดเด่นสุดคงหนีไม่พ้นการนำคุณสมบัติในด้านการทำความเย็นมาประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นอีกหนึ่ง ทางเลือกสำหรับการทำความเย็นหรือลดอุณหภูมิแบบไม่ต้องพึ่งพากระบบทำความเย็นที่ใช้ คอมเพรสเซอร์ ดังแสดงตามภาพประกอบที่ 7

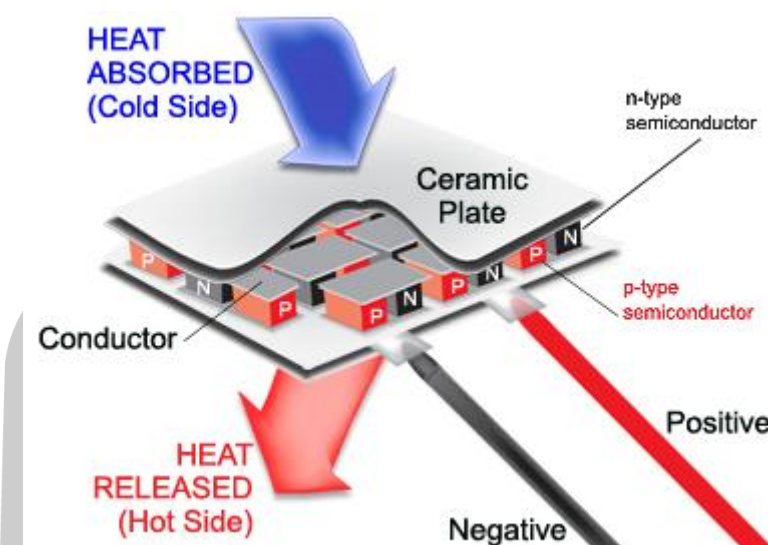




ภาพประกอบ 7 หลักการทำงานของแผ่นเพลเทียร์

ที่มา: [https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=kanichikoong&month=25-04-2015&group=17&gblog=20\](https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=kanichikoong&month=25-04-2015&group=17&gblog=20)

อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซ์(Thermoelectric) เป็นอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนจากพลังงานความร้อนให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือในทางตรงกันข้าม เทอร์โมอิเล็กทริกก็ยังสามารถเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อนได้เช่นเดียวกัน โดยอาศัยหลักการสันเสียดของโครงสร้างวัสดุเชิงควอนตัมฟิสิกส์ ผ่านตัวกลางวัสดุที่เรียกว่า วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก เมื่อวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะเกิดการถ่ายเทอุณหภูมิจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิที่ต่ำกว่า และอีกทั้งยังมีการถ่ายเทความต่างศักย์ไฟฟ้าจาก ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำด้วยเช่นกัน ซึ่งการเคลื่อนที่นี้จะมี การเคลื่อนที่ของพาหะชนิดพี(p-type) และ พาหะชนิดเอ็น (N-type) โดยที่พาหะชนิดพี จะมีพาหะประจุส่วนมาก ที่เรียกว่าโฮล(Hole)ที่เป็นประจุบวก และในทางตรงกัน พาหะชนิดเอ็น(N-type) จะมีพาหะประจุส่วนมาก คือ อิเล็กตรอนที่เป็นประจุลบ ทำให้เกิดแลกเปลี่ยนพาหะระหว่างชนิดพีกับชนิดเอ็น จึงทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้นในเทอร์โมอิเล็กทริก

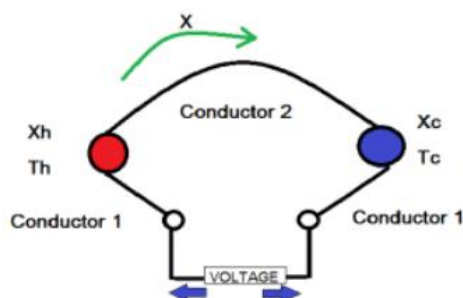


ภาพประกอบ 8 ส่วนประกอบของเทอร์โมอิเล็กทริก

ที่มา <https://sites.google.com/site/phy224pro/hlak-kar>

2.4.2 ปรากฏการณ์ซีเบค (Seebeck Effect)

เส้นลวดโลหะสองชนิดถูกเชื่อมต่อโดยจุดเชื่อมต่อ Xh ซึ่งมีอุณหภูมิสูง (Th) และจุด Xc ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ (Tc) พาหะไฟฟ้า (Carrier) ในสารกึ่งตัวนำจะมีทิศทางการแพร่ (Diffusion) ไปในทิศทางเดียวกันกับการถ่ายเทอุณหภูมิ (Temperature Gradient) ตามทิศทาง x ที่บริเวณฝั่งด้านร้อนพาหะจะมีพลังงานสูงจึงพยายามแพร่ไปหาด้านที่เย็นกว่า เพื่อลดพลังงานลงทำให้พาหะไฟฟ้าอยู่ในภาวะสมดุลเนื่องจากสารกึ่งตัวนำทั้งสองเป็นโลหะต่างชนิดกันจึงมีค่าสัมประสิทธิ์ การเหนี่ยวนำไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ (S) ไม่เท่ากัน และทำให้เกิดแรงดันคร่อมจุดเชื่อมต่อทั้งสองค่า S จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คืออุณหภูมิโครงสร้างอะตอมและชนิดของสารกึ่งตัวนำ ซึ่งหากใช้สารกึ่งตัวนำต่างชนิดจะได้ค่า S ไม่เท่ากันทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าไม่เป็นศูนย์อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกในยุคปัจจุบันจะใช้สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) มาผ่านกระบวนการโด๊ป (Doping) เพื่อให้ได้เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type) คือสารกึ่งตัวนำที่มีอิเล็กตรอน (ประจุลบ) เป็นพาหะข้างมาก และชนิดพี (P-type) คือสารกึ่งตัวนำที่มีโฮล (ประจุบวก) เป็นพาหะข้างมาก

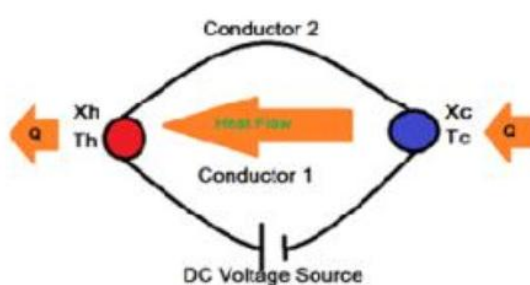


ภาพประกอบ 9 การเกิดปรากฏการณ์ซีเบค

ที่มา: http://dk.coe.psu.ac.th/lecture/sst/sst_slide09temp/sld006.htm

2.4.3 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier Effect)

ปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier Effect) เป็นปรากฏการณ์การแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนซึ่งตรงกันข้ามกับปรากฏการณ์ซีเบค ปรากฏการณ์เพลเทียร์จะเกิดขึ้นเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรงให้กับสารกึ่งตัวนำสองชนิดที่ทำการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า โดยพาหะในสารกึ่งตัวนำจะทำการเคลื่อนที่ซึ่งในขณะเดียวกันพาหะจะทำการแพร่ความร้อนไปด้วย ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4 DC Voltage Source ทำให้เกิดการแพร่ของพาหะจากจุด Xc ไปยังจุด Xh ทำให้อุณหภูมิที่จุด Xc มีค่าลดลงเท่ากับ T_c และทำให้อุณหภูมิที่จุด Xh มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ T_h การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพาหะ



ภาพประกอบ 10 การเกิดปรากฏการณ์เพลเทียร์

ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/221927702_fig1_Fig-1-Sketch-of-a-Peltier-module-working-as-refrigerator

2.4.4 ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Effect)

ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เป็นปรากฏการณ์การเปลี่ยนรูประหว่างพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเริ่มต้นขึ้น ในปี ค.ศ. 1821 โดย ThomasJohann Seebeck นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันค้นพบว่าเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิบริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำสองชนิดจะเกิดแรงดันและเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้นภายในสารกึ่งตัวนำเมื่อเป็นวงจรปิดซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์ซีเบคต่อมาในปีค.ศ.1834 Jean Chales Athanase Peltier นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสค้นพบว่า เมื่อนำสารกึ่งตัวนำสองชนิดมาต่อกันแล้วทำการจ่ายกระแสให้ไหลผ่านสารกึ่งตัวนำที่รอยต่อระหว่างสารกึ่ง ตัวนำทั้งสองจะมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเกิดขึ้นซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขึ้นอยู่กับทิศทางการ ไหลของกระแสไฟฟ้าปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ปรากฏการณ์เพลเทียร์

2.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ใช้ DHT22

การใช้งานเซ็นเซอร์ในปัจจุบันมีเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิให้เลือกใช้อยู่หลายแบบแบ่งตามรูปแบบของ เอาต์พุตได้เป็นสองประเภทคือ เซ็นเซอร์ที่ให้เอาต์พุตแบบอนาล็อก และแบบดิจิทัล โดยทั่วไปเซ็นเซอร์แบบดิจิทัล จะมีวงจรประเภท ADC (Analog to Digital Converter) รวมอยู่ภายในบางตระกูลหรือบางรุ่นสามารถโปรแกรม หรืออ่านค่ารีจิสเตอร์ภายในได้ เช่น เพื่อ กำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเซ็นเซอร์ ในส่วนการเชื่อมต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ SPI หรือ I2Cเพื่อประหยัดขา I/O

ภาพประกอบ 11 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

2.6 การใช้ความเย็นเพื่อลดปวด

การใช้ความเย็นเพื่อลดปวดเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการลดความเจ็บปวดที่ใช้มานาน โดยความเย็นจะมีปฏิกิริยาที่ปลายประสาทอิสระ (free nerve ending) และที่ปลายเส้นใยประสาท (peripheral nerve fiber) เป็นผลให้เพิ่มจุดเริ่มรับรู้ความเจ็บปวด (pain threshold) และจะไปลดศักยภาพในการทำงานของตัวรับสัมผัสที่ปลายประสาทรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดในบริเวณที่ได้รับความเย็น ทำให้การส่งกระแสประสาทความเจ็บปวดของประสาทรับรู้ความรู้สึกช้าลงหรือถูกยับยั้ง หลอดเลือดบริเวณนั้นหดตัว ลดการไหลเวียนเลือดมาสู่บริเวณที่ได้รับความเย็น และลดเมตาบอลิซึมของเซลล์ที่ได้รับบาดเจ็บ ทำให้การสร้างสารที่ทำให้เกิดความเจ็บปวด (histamine) ลดลงทำให้ลดความเจ็บปวดได้ ความเย็นทำให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือด และลดความเร็วในการส่งกระแสประสาทความเจ็บปวด เป็นผลให้กระแสประสาทความเจ็บปวดจากบริเวณที่ถูกกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นอันตรายถูกส่งไปสู่ dorsal horn ลดลง จึงไม่สามารถเปิดประตูของความเจ็บปวดและส่งกระแสประสาทความเจ็บปวดไปสู่สมองได้และการที่รู้สึกปวดแสบปวดร้อนในช่วงแรกๆ ของการใช้ความเย็นนั้น เป็นผลมาจากกระแสประสาทที่ไปกระตุ้น กานสมองให้เกิดการยับยั้งกระแสประสาทความเจ็บปวดที่เกิดจากตัวกระตุ้นอันตราย โดยทำให้ประตู ความเจ็บปวดปิด และอาจไปกระตุ้นให้สมองหลังเอนดอร์ฟินออกมาอีกด้วย ดังนั้นความเย็นจึงสามารถ ลดความเจ็บปวดได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น (Bonica, 1994)

การใช้ความเย็นลดความเจ็บปวดทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ผ้าเย็น ประคบอุ้งน้ำแข็ง แช่น้ำเย็น ภูวนวดด้วยน้ำแข็ง ใช้แอลกอฮอล์เย็น เป็นต้น (Waters & Raisler, 2003) การใช้ความเย็นทุกวิธีควรระมัดระวัง สำหรับผู้ที่แพ้ความเย็น และผู้ที่มีอาการหลอดเลือดหดตัวเมื่อได้รับความเย็น (Raynaud's phenomenon) นอกจากนี้ควรระวังเนื้อเยื่อตายภายหลังการประคบหรือแช่ด้วยความเย็น ดังนั้นไม่ควรใช้ความเย็นนานเกิน 30 นาที (Bonica, 1994)

2.6.1 ผลทางสรีรวิทยาของการใช้ความเย็นทั่วไป (general effects)

ผลทั่วไปของการใช้ความเย็นจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับความเย็นทั่วทั้งตัว เช่น การลงแช่น้ำเย็น โดยผลทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจะทำให้มีการรักษาความร้อนไว้ในร่างกายและควบคุมอุณหภูมิแกนของร่างกายให้คงที่ ดังนี้ คือ หลอดเลือดแดงเล็กๆ ทั่วร่างกายเกิดการหดตัว จากกลไกที่ความเย็นมี ผลต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อเรียบของผนังหลอดเลือดโดยตรงลดอัตราการหายใจลดอัตราการเต้นของหัวใจเกิดการสั่นของกล้ามเนื้อที่อยู่ภายนอกอานาการควบคุมของร่างกาย (shivering) ลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ

2.6.2 ผลทางสรีรวิทยาของการใช้ความเย็นเฉพาะที่

เมื่อบริเวณใดบริเวณหนึ่งของร่างกายได้รับความเย็นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ในบริเวณที่ได้รับความเย็น ดังนี้หลอดเลือดแดงเล็กและหลอดเลือดฝอยหดตัว อัตราเมตาบอลิซึมของ เซลล์ในบริเวณนั้นลดลง ลดกิจกรรมของเซลล์ลดอาการอักเสบ

2.6.3 ผลของความเย็นต่อการลดปวด

ความเย็นสามารถลดอาการปวดในระยะเวลานั้นๆ ได้ จากกลไกที่ความเย็นทำให้เกิดอาการชาเฉพาะที่เพิ่ม threshold ของความเจ็บปวด และลดอัตราการนำสัญญาณประสาทของเส้นประสาทที่นำความเจ็บปวด จึงสามารถลดอาการปวดลงได้ ความเย็นยังสามารถกระตุ้นตัวรับความรู้สึกสบายในสมองส่วนกลาง (morphine receptor) ทำให้ผู้ที่ได้รับความเย็นรู้สึกสบาย อาการปวดจึงลดลง ตามมา ยังมีรายงานว่า ความเย็นมีผลทำให้เกิดการคัดหลั่งของ enkephaline และ endorphine ซึ่งเป็นสารที่ทำให้มี ความรู้สึกสบายเช่นเดียวกัน จึงทำให้อาการปวดลดลงด้วย นอกจากนี้ความเย็นยังทำให้ปิดประตูความเจ็บปวดจากทฤษฎีของ gate control จึงเป็นผลให้ลดความเจ็บปวดได้ในที่สุด

2.6.4 การใช้ประคบเย็น

ใช้เพื่อบรรเทาอาการอักเสบในระยะเฉียบพลัน ลดปวดแสบร้อน ลดบวม เช่น ปวดศีรษะหรือมีไข้สูง ปวดเมื่อยตามร่างกาย ปวดฟัน แผลน้ำร้อนหรือไฟลวกที่ไม่รุนแรง ข้อเคล็ด บาดเจ็บหลังการเล่นกีฬา แผลงัดตัวกัดต่อย เลือดกำเดาไหล มีดบาด แผลหลังผ่าตัด หลังถอนฟัน ถูกแดดเผา อาการคัดตื้อนมหลังคลอดบุตร ตาบวม อาการก่อนรุมฝีขึ้น ก่อนเป็นไมเกรน และยังใช้เพื่อทำให้สดชื่น ผ่อนคลายความเครียด

2.6.5 หลักการของการประคบเย็น

ลดบวมโดยการทำให้เส้นเลือดฝอยหดตัว และทำให้การไหลของเลือดและของเหลวในบริเวณนั้นช้าลง และออกฤทธิ์โดยทำให้ปลายประสาทชาชั่วคราว ทำให้อาการเจ็บบริเวณนั้นผ่อนคลาย และ สดชื่น

2.6.6 เวลาในการประคบเย็น

ใช้การประคบเย็นประมาณ 3 วัน หลังจากบาดเจ็บ เมื่ออาการบวมลดลง ให้ใช้ประคบร้อนและเย็นสลับกัน หลังจากออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาประคบเย็นทุกครั้งเพื่อลดปัญหาจากการบาดเจ็บ อาจใช้ประคบร้อน เย็นสลับกันใช้ประคบเย็นประมาณ 15-20 นาที และนำออกจากบริเวณนั้นประมาณ 40-120 นาทีหรือแล้วแต่แพทย์สั่ง แล้วนำมาประคบใหม่ ทำเช่นนี้ประมาณ 72 ชั่วโมง เช่น หลังการผ่าตัดหรือ การถอนฟันประคบเย็นก่อนเพื่อลดอาการปวดบวม หลังจากนั้น 2-3 วัน (ตามแพทย์สั่ง) จึงค่อยประคบร้อนเพื่อลดรอยฟกช้ำ

- ประคบเย็นประมาณ 3 นาที หรือมากกว่าสำหรับกล้ามเนื้อที่เหนียวล้า

- ประคบเย็นประมาณ 10 นาที หรือมากกว่าสำหรับลดอาการแตกผา ทำให้รอยเหี่ยวย่นและรูขุมขนเรียบขึ้น
- ประคบเย็นประมาณ 12 นาที หรือมากกว่าสำหรับลดอาการแตรร้อน
- ประคบเย็นประมาณ 15 นาที หรือมากกว่าสำหรับบรรเทาอาการปวดศีรษะและไซนัส

2.6.7 ข้อควรระวังในการประคบเย็น

ผู้ที่มีสภาวะการรับรู้ความรู้สึกเสียไป ผู้ที่มีความไวต่อความเย็น และบริเวณที่มีบาดแผลเปิด

(<https://www.nanomed.co.th/>)

2.7 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประคบเย็น

(นุชสรา อึ้งอภิธรรม, สุกัญญา ปรีศัญญกุล, นันทพร แสนศิริพันธ์, 2555: 46) ความเจ็บปวดในการคลอดเป็นสาเหตุของความไม่สุขสบายและทุกข์ทรมาน และส่งผลกระทบต่อผู้คลอดครั้งแรกทั้งทางร่างกายและจิตใจ การประคบเย็นและการประคบร้อนเป็นวิธีที่อาจช่วยลดความเจ็บปวดในการคลอดได้ การวิจัยเชิงทดลองอย่างเป็นระบบครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการประคบเย็นและการประคบร้อนต่อความเจ็บปวดในการคลอดของผู้คลอดครั้งแรก กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้คลอดครั้งแรก ที่มารับบริการคลอด ณ ห้องคลอดโรงพยาบาลแม่สายจังหวัดเชียงราย จำนวน 66 ราย ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2554 โดยการสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 22 ราย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิธีการหายใจในการบรรเทาความเจ็บปวดในการคลอดเมื่อแรกเริ่ม กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ได้รับการประคบเย็นโดยใช้แผ่นเจลที่มีอุณหภูมิ 10 - 15 องศาเซลเซียส และกลุ่มที่ 2 ได้รับการประคบร้อนโดยใช้แผ่นเจลที่มีอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ได้รับการประคบนาน 20 นาทีในแต่ละชั่วโมง บริเวณหน้าท้องส่วนล่างและหลังส่วนล่าง วัดความเจ็บปวดชนิดที่เป็นตัวเลข และทดสอบความแปรปรวนแบบหนึ่งทาง ผลการวิจัย พบว่า 1. ผู้คลอดกลุ่มที่ได้รับการประคบเย็นมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเจ็บปวดในระยะปากมดลูกเปิดเร็วและระยะเปลี่ยนผ่านต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการดูแลตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ 0.001 ตามลำดับ)

(สดากาญจน์ เอี่ยมจันทร์ประทีป, ธวัชชัย ทิปะपाल, 2560: 39) การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลของการประคบเย็นร่วมกับการรับรู้สมรรถนะแห่งตนต่อความปวดและการฟื้นตัวสำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดใส่เหล็กตามกระดูกต้นขาไว้ภายใน ทำการสุ่มเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจำนวน 52 ราย ของผู้ป่วยในแผนกศัลยกรรมกระดูกโรงพยาบาลศูนย์ตติยภูมิในภาคใต้ กลุ่มทดลองจำนวน 26 ราย ได้รับการประคบเย็นร่วมกับการรับรู้สมรรถนะแห่งตน และกลุ่มควบคุมจำนวน 26 รายได้รับการพยาบาลตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบประเมินการ

รับรู้สมรรถนะแห่งตนและแบบประเมินความปวด เครื่องมือทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประเมินการรับรู้สมรรถนะแห่งตนมีค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .93 และแบบประเมินความปวดมีค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบเท่ากับ .80 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา, ไคสแควร์, สถิติทีคู่และสถิติทีอิสระ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยความปวดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและ ความสามารถในการเดินสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .01$) และกลุ่มทดลองมีคะแนนการรับรู้สมรรถนะแห่งตนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .01$) ดังนั้นพยาบาลควรประยุกต์ใช้วิธีการเหล่านี้ในการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดใส่เหล็กตามกระดูกต้นขาไว้ภายในเพื่อการฟื้นตัวที่เร็วขึ้น

(รฐกร เอ็มโกษา, ชุตินันท์ สุขสะอาด, 2560: 46) ผลการวิจัยไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผิวหนัง/สารทำความเย็น และค่าเฉลี่ยอัตราการลด/เพิ่มของอุณหภูมิระหว่างถุงน้ำแข็งก้อน (Cubed-ice pack) ถุงน้ำแข็งก้อนผสมน้ำ (Wetted cubed-ice pack) และถุงน้ำแข็งบดผสมกับน้ำ (Wetted crushed-ice pack) อย่างไรก็ตามถุงน้ำแข็งก้อนผสมน้ำ เป็นสารที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผิวหนัง/สารทำความเย็นต่ำที่สุดและมีค่าเฉลี่ยอัตราการลดอุณหภูมิดีที่สุดในช่วงการรักษา ส่วนถุงน้ำแข็งก้อน เป็นสารที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผิวหนัง/สารทำความเย็นต่ำที่สุดและมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มอุณหภูมิดีที่สุดในช่วงการพักฟื้น

(จันทนา แก้วฟู, 2562: S190) การบาดเจ็บของหลอดเลือดดำหลังให้ยาเคมีบำบัดทำให้หลอดเลือดไม่สมบูรณ์ เกิดการรั่วซึมของยาออกนอกหลอดเลือด เนื้อเยื่อผิวหนังบริเวณหลอดเลือดอักเสบและไม่เหมาะสมจะให้ยาเคมีบำบัดในบริเวณเดิมได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการประคบเย็นบริเวณที่ให้ยาเพื่อลดการบาดเจ็บของหลอดเลือด เป็นการศึกษาเชิงทดลอง รูปแบบ self-controlled before and after design ในผู้ป่วยมะเร็งที่เกิดบาดเจ็บหลอดเลือดดำหลังได้รับยาเคมีบำบัด ในครั้งก่อนหน้านี้ จำนวน 55 ราย ระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 2560 โดยคัดเลือกผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับยาเคมีบำบัด ที่เคยเกิด phlebitis หรือมี serpentine supra-venous streaks เป็น control เปิดเส้นเลือดดำแห่งใหม่ ให้ยาเคมีบำบัดสูตรที่มี 5-Fluorouracil หลังให้ยาครบชุด ประคบบริเวณที่ให้ด้วยเจลเย็นที่มีอุณหภูมิ 10-25 องศาเป็นเวลา 10-15 นาทีทุก 4 ชั่วโมง ติดตามผลเมื่อมารับการรักษาครั้งต่อไป เปรียบเทียบร้อยละของการเกิดการบาดเจ็บครั้งนี้ กับครั้งที่แล้วด้วย one-sample proportion test วิเคราะห์ลักษณะที่ลดโอกาสสำเร็จด้วย logistic regression ผลการศึกษา พบว่า การประคบเย็นลดการบาดเจ็บของหลอดเลือดดำจากร้อยละ 100.0 ในครั้งที่แล้วเหลือร้อยละ 30.9 ในครั้งนี้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ลักษณะที่ลดโอกาสสำเร็จได้แก่การกลับไปสัมผัสแสงแดด การได้รับยาเคมีบำบัดติดต่อกันนานกว่า 46 ชั่วโมง ได้รับยาขนาดมากกว่า 1,000 มิลลิกรัม ขึ้นไป มีไข้ขณะได้รับยาและการเกิดหลอดเลือดดำอักเสบ (phlebitis) ก่อนจำหน่าย

(เย็นใจ พิมพ์บรรณ, อรทัย สุทธิอาจ, เกษสุดา วัชรบุรพรม, 2564: 44) การศึกษาแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ผลการจัดการความปวดร่วมกับการประคบเย็นในผู้ป่วยหลังผ่าตัดยึดตรึงกระดูกขา ห่อผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสว่างแดนดิน โดยวัดคะแนนความปวดหลังผ่าตัด ความถี่ของการให้ยาลดปวดหลังผ่าตัด และระยะเวลาที่สามารถจัดการความปวดได้หลังผ่าตัด โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 ราย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 24 ราย ได้รับการจัดการความปวดร่วมกับการประคบเย็น และกลุ่มควบคุม 24 ราย ได้รับการพยาบาลตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วยแบบประเมินความปวด Thai ShortForm McGill Pain Questionnaire (Th-SFMPQ) วัดระดับอาการปวดหลังผ่าตัดทันที ชั่วโมงที่ 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48 วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาและเชิงอนุมาน Independent t-test ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความปวดเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีคะแนนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมคะแนนความปวดเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 1.66, 1.79, 1.83, 1.62, 1.70, 0.91, 0.79 และ 0.45 ตามลำดับ กลุ่มควบคุมคะแนนความปวดเฉลี่ย 5.04, 5.00, 5.83, 4.62, 3.87, 3.41, 3.00 และ 2.83 ตามลำดับ โดยทั้งสองกลุ่มอาการปวดเริ่มลดลงต่อเนื่องในชั่วโมงที่ 16 เมื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความปวดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ความถี่ของการได้รับยาลดปวดกลุ่มทดลองที่ 1.58 ครั้ง และกลุ่มควบคุมที่ 2.50 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.016$) ระยะเวลาที่สามารถจัดการความปวดกลุ่มทดลอง 3.54 ชั่วโมง และกลุ่มควบคุม 11.50 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\text{-value} = 0.01$)

2.8 วิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทอร์โมอิเล็กทริก

(สุรัชย์ เหมศิริชัย, ดิฐภัทร ต้นประดิษฐ์, 2561: 92) การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนสูญเสียของเตาแก๊สด้วยชุดกำเนิดไฟฟ้า เทอร์โมอิเล็กทริก เนื่องจากการประกอบอาหารด้วยเตาแก๊สจะเกิดการสูญเสียความร้อนขึ้นระหว่างเตาแก๊สกับ ภาชนะประกอบอาหารซึ่งความร้อนนี้สามารถนำกลับมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ การทดสอบใช้เตาแก๊สรุ่นเคบี 5 ที่ติดตั้ง ชุดกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนจากเตาแก๊สเป็นไฟฟ้าด้วยแผ่น เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่นที่อีจี 1-241-1.4-1.2 ต่อแบบอนุกรมทางไฟฟ้าจำนวน 4 โมดูล จากนั้นกำหนดเงื่อนไขของ ระบบที่สภาวะความดันแก๊สเข้าเตาแก๊สเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ปริมาณอากาศที่ใช้ผสมมีค่าคงที่ตลอดการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าที่ความดันแก๊สเป็น 0.6 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิต้านร้อนและอุณหภูมิต้านเย็นของชุดกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกได้รับเท่ากับ 250.5 องศาเซลเซียส และ 65.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทำให้ได้กำลังไฟฟ้า

สูงสุดเท่ากับ 53.3 วัตต์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 5.3 ที่แรงดันไฟฟ้า 38.1 โวลต์ ด้วยกระแส ไฟฟ้า 1.4 แอมแปร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อต่อกับภาระทางไฟฟ้ากับชุดกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกกระแสตรง ด้วยโหลดไฟแอลอีดีขนาด 12 โวลต์ 7 วัตต์ ที่ความดันแก๊สเข้าเตาแก๊สเป็น 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ จะเกิดค่าผลต่างของอุณหภูมิต้านร้อนและอุณหภูมิต้านเย็นในช่วง 185 องศาเซลเซียส ถึง 51.1 องศาเซลเซียส ทำให้โหลดไฟแอลอีดีสามารถใช้งานได้

(จิรายุสวัฒน์ ประสม, สิทธิโชค สืบแต่ตระกูล, ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์, 2562: TSF-003) แผ่นเพลเทียร์เป็นอุปกรณ์สำหรับทำความเย็นชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกส์ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้หรือจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าก็ได้ โดยในปัจจุบันนี้แผ่นเพลเทียร์ก็เป็นที่รู้จักมากมายซึ่งส่วนใหญ่การนำไปใช้งานของแผ่นเพลเทียร์ก็คือการทำความเย็นขนาดเล็กเพราะแผ่นเพลเทียร์นั้นสามารถทำความเย็นได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้กลไกมากมายและไม่จำเป็นต้องใช้สารทำความเย็นอีกด้วย ซึ่งเป็นข้อดีของการทำความเย็นชนิดนี้ โดยแผ่นเพลเทียร์ทั่วไปที่หาซื้อได้ง่ายและราคาถูกนั้นเป็นแผ่นเพลเทียร์ที่ผลิตขึ้นมาโดยอาจจะไม่ได้ผ่านการทดสอบมาตรฐานตรวจสอบตามที่ผู้ผลิตกำหนด จึงทำให้แผ่นเพลเทียร์ประเภทนี้มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอและไม่ได้บอกข้อมูลที่จำเป็นของการใช้งานที่แน่นอน ทำให้ผู้ที่นำไปใช้งานไม่ทราบถึงคุณลักษณะที่ชัดเจน ดังนั้นผู้เขียนบทความจึงได้ทำการวิจัยและเสนอแนวการทดสอบหาคุณลักษณะการใช้งานของแผ่นเพลเทียร์ด้วยวิธีการใช้สมดุลพลังงานการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำจากการให้พลังงานไฟฟ้า โดยจุดประสงค์หลักเพื่อที่จะมีวิธีการตรวจสอบแผ่นเพลเทียร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันและหาแผ่นเพลเทียร์ชนิดนี้ไปใช้งานให้เหมาะสมให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

(ชุดิชัย หอมมาลี, สงกรานต์ วิริยะศาสตร์, ไพศาล นาผล, 2562: 48) การวิเคราะห์ถึงคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของชุดครีบบระบายความร้อนที่มีลักษณะของช่องการไหลต่างกันที่ใช้ร่วมกับเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ระเบียบวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) รูปแบบของชุดครีบบระบายความร้อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อน สมการหลักที่ใช้ในการแก้ปัญหาประกอบไปด้วย สมการความต่อเนื่อง สมการโมเมนตัม และสมการพลังงานซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการไหลของของไหลและการถ่ายเทความร้อน จากผลการศึกษาพบว่าลักษณะของช่องการไหลภายในชุดครีบบระบายความร้อนที่มีขนาดเล็กและจำนวนครีบบวกกว่าทำให้มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อนที่มากกว่า ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าผลของความเร็วมีค่าลดลงขณะที่ความดันตกคร่อมมีค่าสูงขึ้น จากผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ชุดครีบบเพื่อใช้ในการผลิตน้ำเย็นเพื่อนำไปใช้ในระบระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้

(อชนิษฐ เครืออนันต์, 2562: 17) การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัดซินยา เพื่อนำไปรักษาอุณหภูมิวัดซินยาซึ่งวัดซินยาบางชนิดจะต้องรักษาอุณหภูมิเพื่อรักษาประสิทธิภาพของตัวยาเพื่อให้ประชาชนได้รับการรักษาอย่างมีคุณภาพ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อทดลองการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถทำความเย็นได้ 2) เพื่อทำความเย็นที่ได้จากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถรักษาอุณหภูมิวัดซินยา 3) ความเย็นที่ได้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีอุณหภูมิที่สามารถรักษาวัดซินยาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ซึ่งมีผลสรุปการวิจัยได้ดังนี้ ถ้าน้ำปอกจะสามารถลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 14.8 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรแต่ น้ำหล่อเย็นลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 12.3 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่นกันและยังมีเวลาคงที่ 30 นาทีที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ซึ่งน้ำหล่อเย็นจะลดอุณหภูมิได้ดีกว่า จึงส่งผลทำให้กล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถนำไปใช้งานได้จริง และยังมีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพดี

(กิตติ นิลมั่ง, 2558: 260) การศึกษาสมรรถนะการทำงานของกล่องทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ กล่องทำความเย็นได้ถูกออกแบบเพื่อทำความเย็นเครื่องดื่มขนาด 325 มิลลิลิตร จำนวน 4 กระป๋อง แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกขนาด 12 โวลต์ 3 แอมแปร์ จำนวน 2 ตัวได้ถูกใช้ในการทดสอบ ความร้อนจากเทอร์โมอิเล็กทริกได้ถูกระบายความร้อนโดยใช้ครีปซึ่งระบายความร้อนด้วยน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลกระทบของความเร็วและ อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่มีต่อปริมาณการทำความเย็น และสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ผลการทดลองพบว่าปริมาณการทำความเย็นและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของกล่องทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกมีสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วของน้ำหล่อเย็นและลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นการลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นระหว่าง 25 °C – 5 °C ส่งผลให้ปริมาณการทำความเย็นมีค่าเพิ่มขึ้น 1.55 และ 1.65 เท่า สำหรับความเร็วน้ำหล่อเย็น 1.27 m/s และ 2.55 m/s ตามลำดับ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิด การออกแบบ อุปกรณ์ในการทดลอง และวิธีการทดลองของการสร้างชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

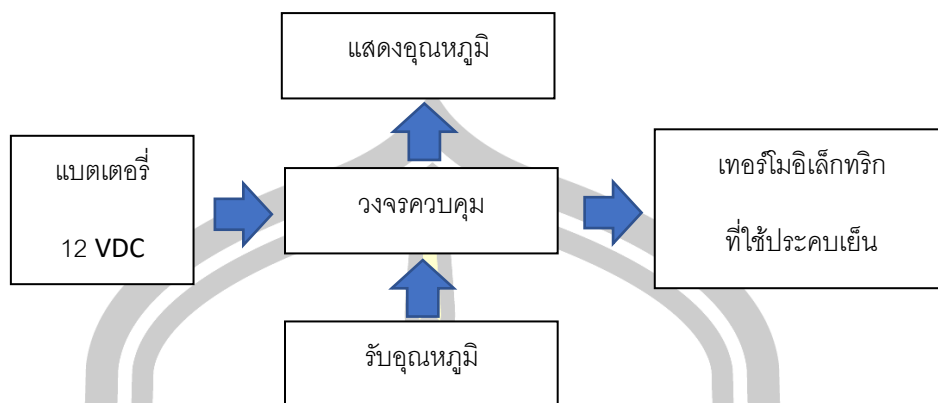
3.1 แนวคิดในการออกแบบ

การประคบเย็นนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการใช้งานจึงมีแนวคิดในการออกแบบเพื่อให้ใช้งานเต็มประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเครื่องประคบเย็นจะต้องระบายความร้อนได้เป็นอย่างดี และมีอัตราการไหลของอากาศที่เพียงพอต่อการทำให้อุณหภูมิลดลงตามที่ต้องการ และยังคงใช้งานที่อุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส ในขณะที่ทำการประคบเย็นด้วยเครื่องประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก และเล็งเห็นในเรื่องของความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและผู้รับบริการ พร้อมทั้งประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการใช้งานอีกด้วย

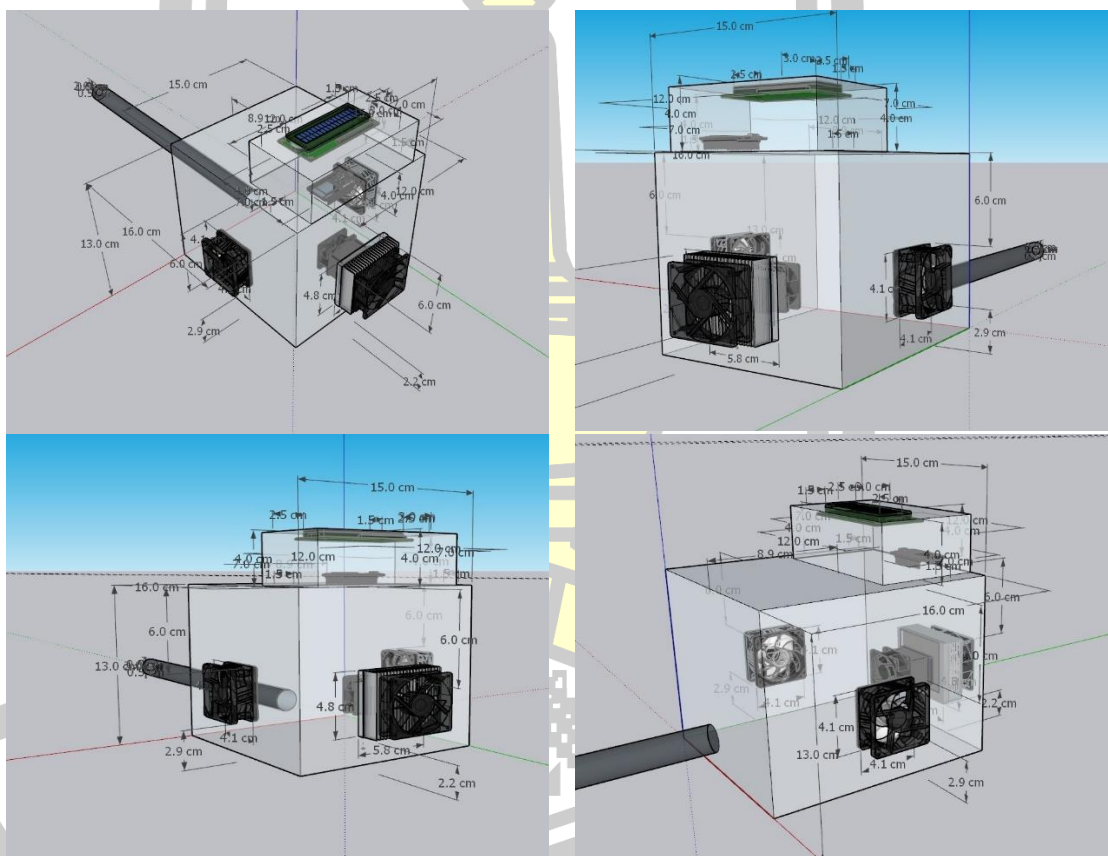
3.2 การออกแบบชุดการระบายความร้อนด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

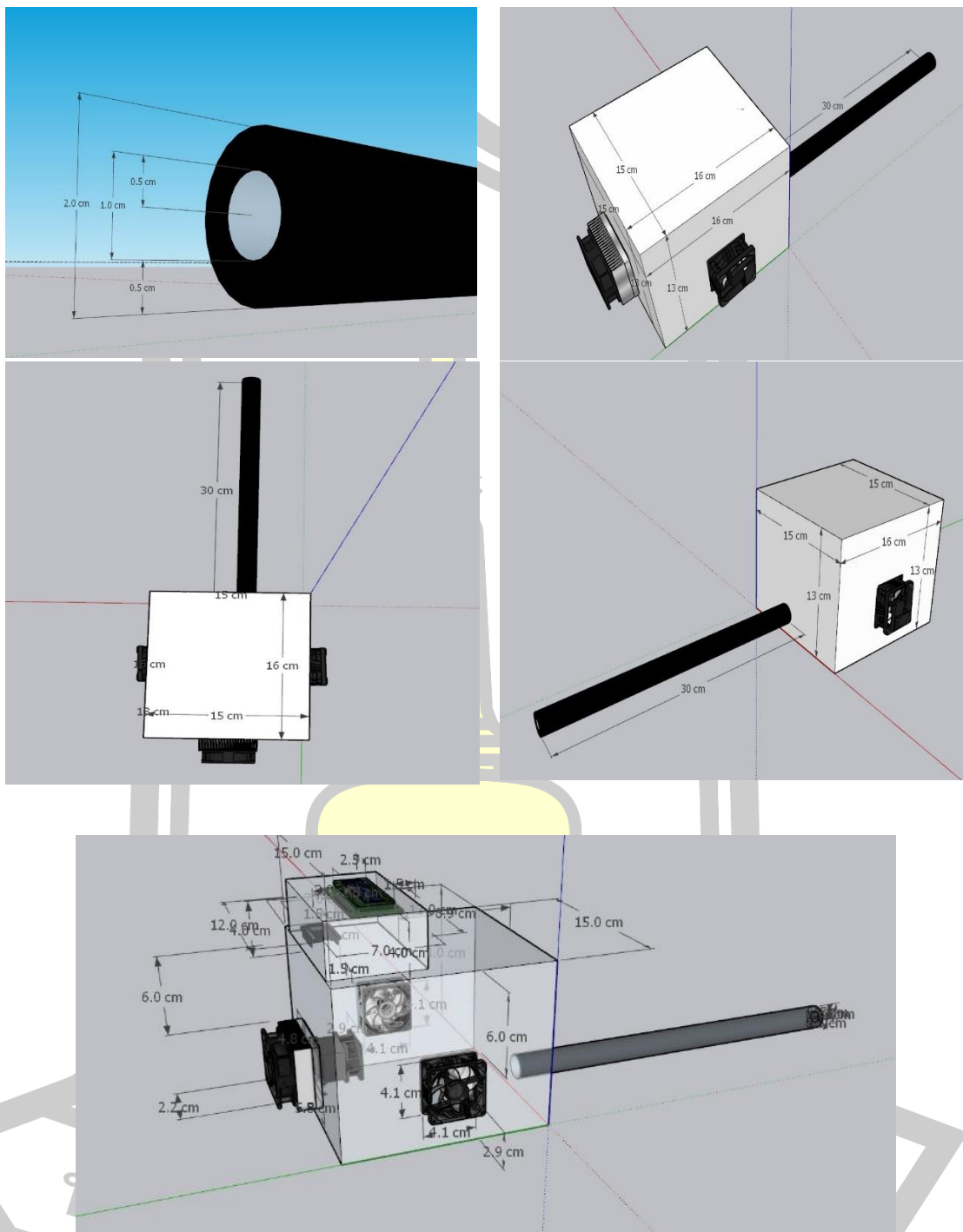
การประคบเย็นนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งกับผู้ที่ต้องการใช้งานในทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์การกีฬา การออกแบบชุดประคบเย็นจึงมีความสำคัญเพื่อให้การใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้ได้จำนวนมากครั้ง และมีประสิทธิภาพในการทำงาน จึงได้มีแนวคิดในการออกแบบการทำงานชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ดังภาพประกอบที่ 12

พูน ปณ จิต ชีเว



ภาพประกอบ 12 การออกแบบแผนผังการทำงานชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก



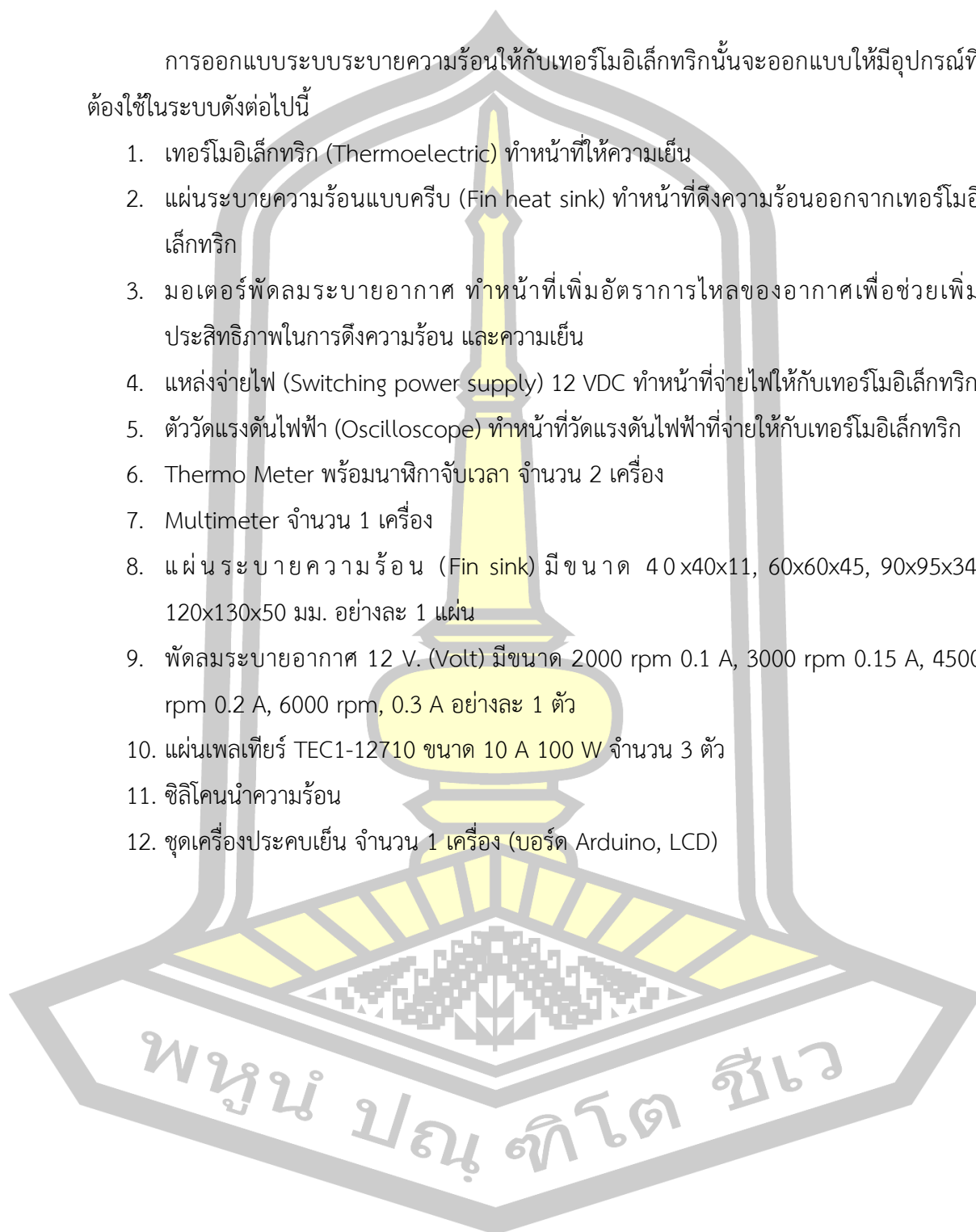


ภาพประกอบ 13 การออกแบบการทำงานชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

3.3 อุปกรณ์ทดลอง

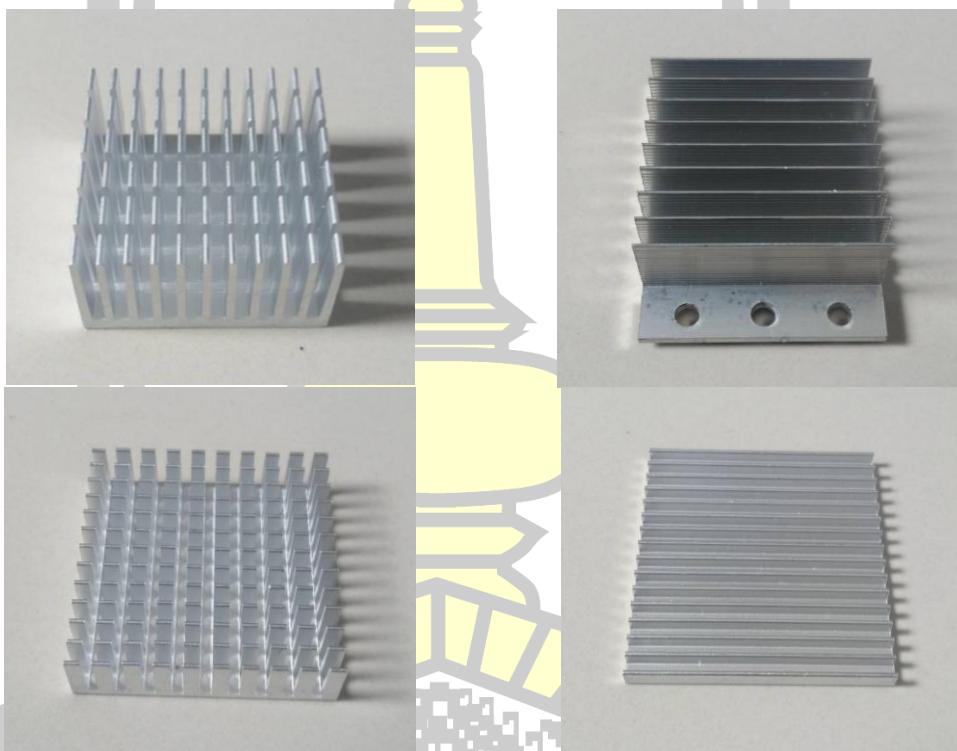
การออกแบบระบบระบายความร้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นจะออกแบบให้มีอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในระบบดังต่อไปนี้

1. เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) ทำหน้าที่ให้ความเย็น
2. แผ่นระบายความร้อนแบบครีป (Fin heat sink) ทำหน้าที่ดึงความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริก
3. มอเตอร์พัดลมระบายอากาศ ทำหน้าที่เพิ่มอัตราการไหลของอากาศเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงความร้อน และความเย็น
4. แหล่งจ่ายไฟ (Switching power supply) 12 VDC ทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก
5. ตัววัดแรงดันไฟฟ้า (Oscilloscope) ทำหน้าที่วัดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก
6. Thermo Meter พร้อมนาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เครื่อง
7. Multimeter จำนวน 1 เครื่อง
8. แผ่นระบายความร้อน (Fin sink) มีขนาด 40x40x11, 60x60x45, 90x95x34, 120x130x50 มม. อย่างละ 1 แผ่น
9. พัดลมระบายอากาศ 12 V. (Volt) มีขนาด 2000 rpm 0.1 A, 3000 rpm 0.15 A, 4500 rpm 0.2 A, 6000 rpm, 0.3 A อย่างละ 1 ตัว
10. แผ่นเพลเทียร์ TEC1-12710 ขนาด 10 A 100 W จำนวน 3 ตัว
11. ซิลิโคนนำความร้อน
12. ชุดเครื่องประกอบเย็น จำนวน 1 เครื่อง (บอร์ด Arduino, LCD)



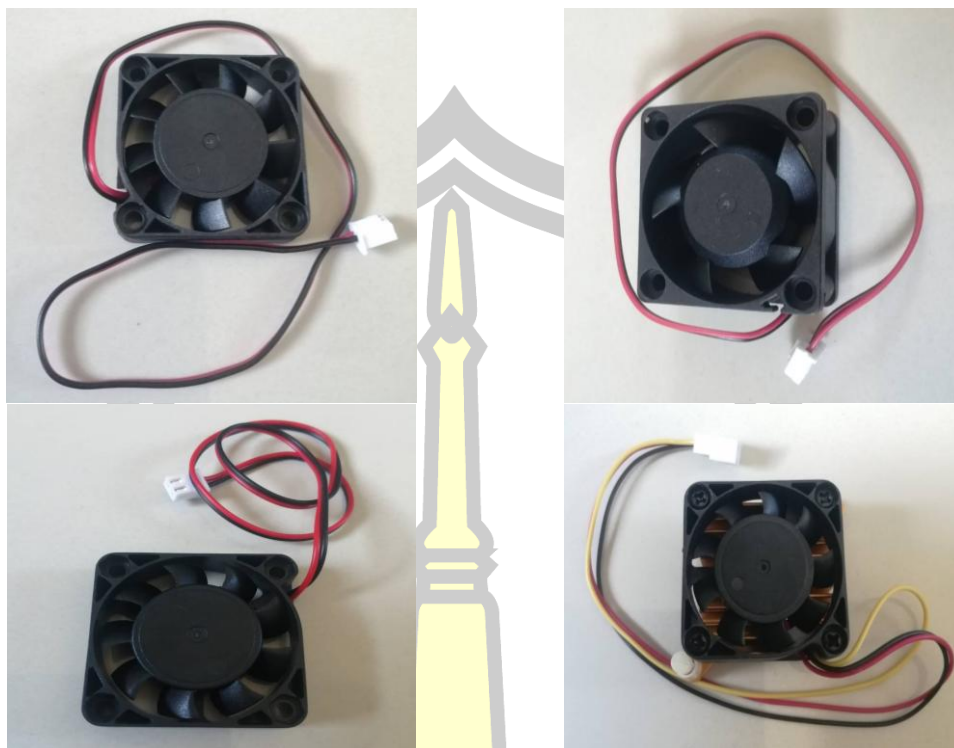


ภาพประกอบ 14 เทอร์โมอิเล็กทริก



ภาพประกอบ 15 ชุดระบายความร้อนที่มีครีบทำจากอลูมิเนียม

พหุ ประจักษ์ ชัย



ภาพประกอบ 16 พัฒนาระบายความร้อน

3.4 วิธีการทดลอง

การเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทำการประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด พร้อมบันทึกผลการทดลอง
2. ทำการประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของพัดลมระบายอากาศ พร้อมบันทึกผลการทดลอง
3. เลือก Fin ที่ระบายอากาศได้ดีที่สุด มาประกอบกับชุดระบายความร้อนโดยใช้ขนาดของ Fin เท่ากัน แต่ค่าความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ พร้อมบันทึกผลการทดลอง
4. นำ Fin และพัดลมระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้ดีที่สุด นำไปประกอบเป็นชุดระบายอากาศที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ 10-13 องศาเซลเซียส พร้อมใช้ในการทดลองเพื่อการประคบน้ำแข็ง

5. ทดลองกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น พร้อมบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น
6. ทดลองกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น พร้อมบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของหุ่น
7. หาความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่นจากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง
1. การออกแบบระบบระบายความร้อนเพื่อให้เทอร์โมอิเล็กทริกทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทดสอบแผ่นครีระบายความร้อนที่มีขนาดและรูปลักษณะที่แตกต่างกัน 4 ขนาด เพื่อเลือกใช้แผ่นระบายความร้อนที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุด เพื่อนำไปประกอบกับชุดของพัดลมระบายอากาศ แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 1

ตาราง 1 ความแตกต่างของครีบ (Fin) ระบายความร้อน

เวลา (Min)	Fin 1	Fin 2	Fin 3	Fin 4
	40×40×11 ซม.	60×60×45 ซม.	90×95×34 ซม.	120×130×50 ซม.
	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)
0.0	34.41	34.35	34.38	34.42
0.5	32.90	32.73	32.78	32.65
1.0	31.76	31.35	31.31	31.18
1.5	30.81	30.64	30.22	29.95
2.0	30.10	29.84	29.31	28.76
2.5	29.55	29.31	28.58	28.27
3.0	29.10	28.92	28.01	27.82
3.5	28.79	28.54	27.46	27.37
4.0	28.53	28.24	27.36	26.48
4.5	28.35	28.00	27.13	26.26
5.0	28.21	27.85	27.02	26.15

2. ทำการประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของ พัฒนาระบายอากาศ แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 2

ตาราง 2 ความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อนที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 6000 rpm.

เวลา (Min)	Fin 1	Fin 2	Fin 3	Fin 4
	40×40×11 ซม.	60×60×45 ซม.	90×95×34 ซม.	120×130×50 ซม.
	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)
0.0	34.33	34.29	34.41	34.44
0.5	32.35	32.45	32.55	32.65
1.0	30.69	30.72	30.88	30.92
1.5	29.17	29.21	29.35	29.44
2.0	28.12	28.01	28.06	27.95
2.5	27.31	27.05	27.07	26.56
3.0	26.65	26.32	26.14	25.44
3.5	26.12	25.95	25.64	25.06
4.0	25.75	25.31	25.48	25.73
4.5	25.42	25.01	24.12	23.31
5.0	25.27	24.82	23.95	23.08

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

3. เลือกใช้มอเตอร์ระบายความร้อนโดยออกแบบเลือกใช้มอเตอร์มีความเร็วรอบที่แตกต่างกัน 4 ขนาด คือ มีขนาด 2000 rpm 0.1 A, 3000 rpm 0.15 A, 4500 rpm 0.2 A, 6000 rpm, 0.3 A โดยการทดสอบมอเตอร์แต่ละตัว เพื่อเลือกใช้มอเตอร์ระบายความร้อนที่สามารถระบายความร้อนได้ดีที่สุด เพื่อนำไปประกอบกับแผ่นครีระบายความร้อนที่ดีที่สุด แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 3

ตาราง 3 ความแตกต่างของมอเตอร์พัดลมระบายอากาศที่ครี Fin ขนาด 120x130x50 ซม.

เวลา (Min)	พัดลม 2000 rpm (0.1 A) อุณหภูมิ (°C)	พัดลม 3000 rpm (0.15 A) อุณหภูมิ (°C)	พัดลม 4500 rpm (0.2 A) อุณหภูมิ (°C)	พัดลม 6000 rpm (0.3 A) อุณหภูมิ (°C)
0	34.41	34.30	34.39	34.44
0.5	32.56	32.25	31.75	32.56
1.0	31.02	30.82	29.65	31.02
1.5	29.66	29.45	28.28	29.66
2.0	28.37	28.15	27.00	28.37
2.5	27.16	26.66	25.75	27.16
3.0	26.56	26.01	24.92	26.56
3.5	25.71	25.44	24.22	25.71
4.0	25.50	25.21	23.98	25.50
4.5	25.22	24.41	23.63	25.22
5.0	25.00	24.21	23.45	25.00

พหุ ประถมศึกษา

4. ทดลองกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น พร้อมบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 4

ตาราง 4 ความแตกต่างบนผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น กับจำนวนการทดลอง 10 ครั้ง

เวลา (Min)	อุณหภูมิ (°C)									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
0	34.33	34.32	34.33	34.32	34.31	34.30	34.30	34.29	34.25	34.22
2	22.58	22.53	22.54	22.57	22.55	22.54	22.55	22.53	22.55	22.54
4	17.32	17.26	17.28	17.30	17.31	17.27	17.30	17.28	17.30	17.27
6	14.22	14.19	14.20	14.18	14.19	14.21	14.20	14.21	14.20	14.23
8	12.55	12.48	12.49	12.55	12.54	12.47	12.56	12.47	12.54	12.48
10	11.14	11.11	11.09	11.13	11.17	11.08	11.16	11.08	11.18	11.15
12	10.53	10.50	10.47	10.50	10.53	10.46	10.52	10.49	10.54	10.45
14	10.05	10.09	10.12	10.14	10.08	10.09	10.11	10.14	10.15	10.11
16	10.01	10.02	10.05	10.10	10.03	10.05	10.06	10.12	10.14	10.08
18	10.05	10.05	10.06	10.11	10.05	10.05	10.11	10.09	10.11	10.08
20	10.06	10.10	10.10	10.09	10.04	10.06	10.08	10.10	10.10	10.06

พูน ปณ ทิโต ชีเว

5. ทดลองกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบเย็น พร้อมบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของเวลาและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของหุ่น แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 5

ตาราง 5 ความแตกต่างบนผิวสัมผัสของหุ่น จำนวนการทดลอง 10 ครั้ง

เวลา (Min)	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	ครั้งที่ 4 (°C)	ครั้งที่ 5 (°C)	ครั้งที่ 6 (°C)	ครั้งที่ 7 (°C)	ครั้งที่ 8 (°C)	ครั้งที่ 9 (°C)	ครั้งที่ 10 (°C)
0	32.22	32.21	32.18	32.18	32.16	32.15	32.11	32.11	32.08	32.07
2	24.12	24.22	24.19	24.13	24.14	24.17	24.14	24.22	24.22	24.14
4	19.77	19.79	19.81	19.77	19.76	19.82	19.77	19.81	19.76	19.77
6	16.27	16.30	16.32	16.25	16.29	16.33	16.30	16.31	16.35	16.17
8	14.19	14.22	14.21	14.19	14.25	14.25	14.19	14.23	14.21	14.22
10	12.50	12.54	12.57	12.55	12.53	12.56	12.53	12.55	12.57	12.57
12	11.12	11.18	11.17	11.15	11.14	11.18	11.13	11.12	11.15	11.12
14	10.53	10.55	10.54	10.54	10.56	10.57	10.55	10.57	10.54	10.51
16	10.21	10.19	10.08	10.12	10.08	10.04	10.12	10.16	10.21	10.15
18	10.18	10.11	10.90	10.11	10.11	10.09	10.15	10.16	10.19	10.14
20	10.24	10.21	10.15	10.09	10.15	10.06	10.11	10.18	10.22	10.16

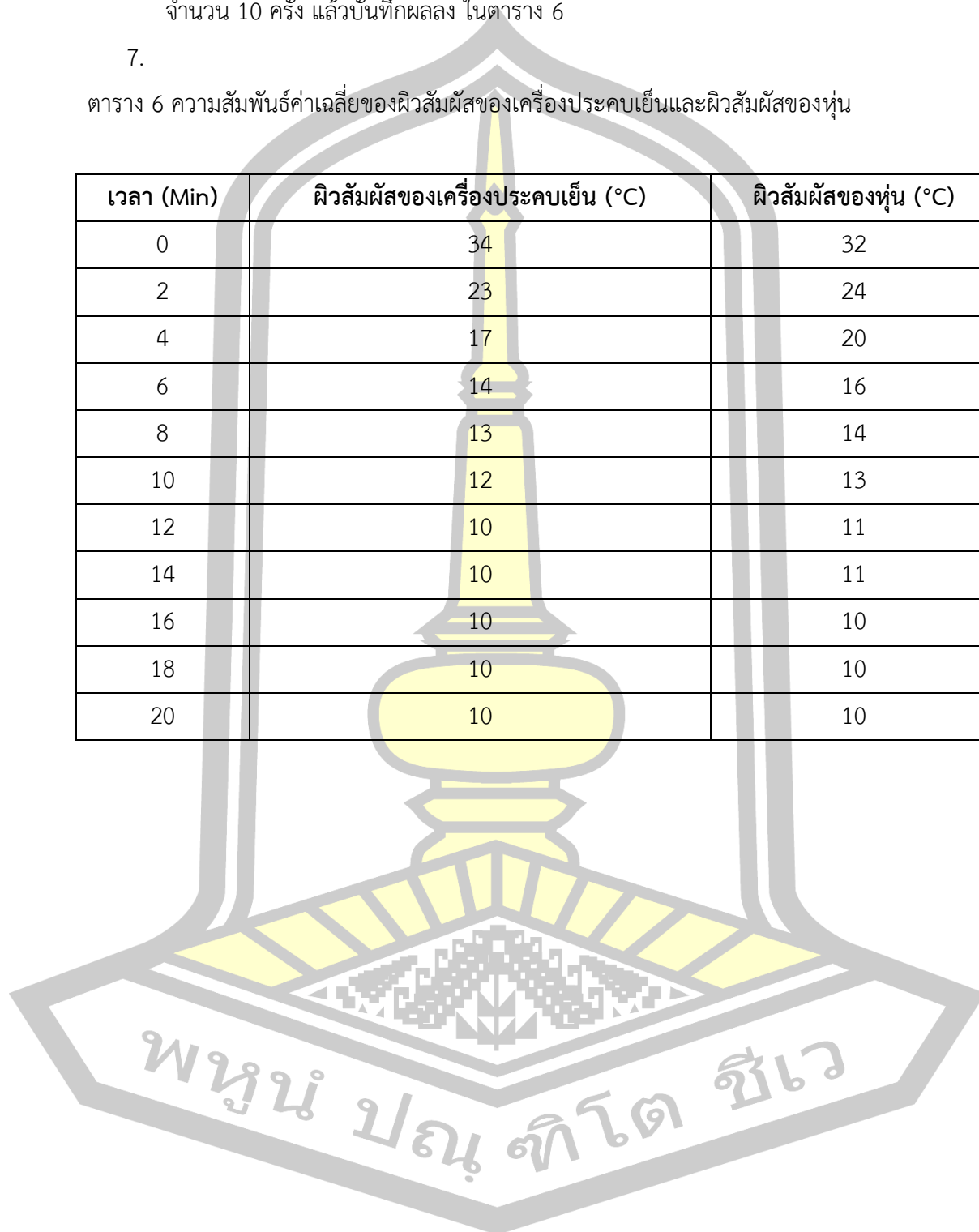
พูน ปณ ทิโต ชีเว

6. หาความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่นจากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง แล้วบันทึกผลลง ในตาราง 6

7.

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็นและผิวสัมผัสของหุ่น

เวลา (Min)	ผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น (°C)	ผิวสัมผัสของหุ่น (°C)
0	34	32
2	23	24
4	17	20
6	14	16
8	13	14
10	12	13
12	10	11
14	10	11
16	10	10
18	10	10
20	10	10



บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากทฤษฎีและขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกในบทที่ 2 และ 3 ที่กล่าวมาแล้ว ในบทนี้จะเป็นการทดลองใช้งานและวัดค่าต่างๆ ของชุดประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกได้แก่ อุณหภูมิ โดยเทียบกับเวลา โดยทำการวัดในขณะที่ชุดประคบเย็นอยู่ในสภาวะมีโหลดและไม่มีโหลด

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

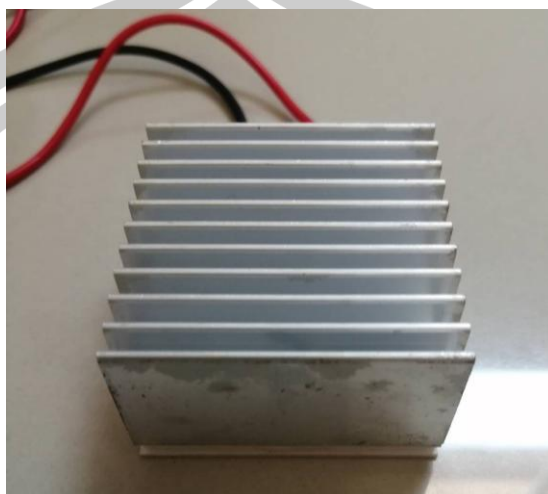
การทดลองหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของชุดประคบเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก จะใช้เครื่องมือวัดต่างๆ ดังต่อไปนี้ ในการวัดและบันทึกผลการทดลอง

1. แหล่งจ่ายไฟ (Switching power supply) 12 VDC ทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก
2. ตัววัดแรงดันไฟฟ้า (Oscilloscope) ทำหน้าที่วัดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก
3. Thermo Meter พร้อมนาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เครื่อง
4. Multimeter จำนวน 1 เครื่อง
5. แผ่นระบายความร้อน (Fin sink) มีขนาด 40 x40x11, 60x60x45, 90x95x34, 120x130x50 มม. อย่างละ 1 แผ่น
6. พัดลมระบายอากาศ 12 V. (Volt) มีขนาด 2000 rpm 0.1 A, 3000 rpm 0.15 A, 4500 rpm 0.2 A, 6000 rpm, 0.3 A อย่างละ 1 ตัว
7. แผ่นเพลเทียร์ TEC1-12710 ขนาด 10 A 100 W จำนวน 3 ตัว
8. ซิลิโคนนำความร้อน
9. ชุดเครื่องประคบเย็น จำนวน 1 เครื่อง (บอร์ด Arduino, LCD)

4.2 การทดลองและผลการทดลอง

ทำการทดลองเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และเวลาในแต่ละช่วงการทำงานของเครื่องประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.2.1 การทดลอง



ภาพประกอบ 17 การประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด



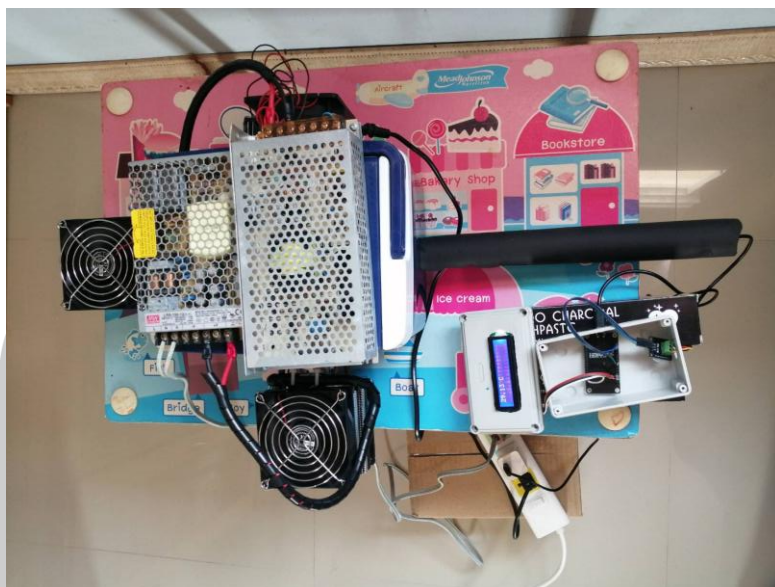
ภาพประกอบ 18 การประกอบชุดระบายความร้อน หาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของพัดลมระบายอากาศ



ภาพประกอบ 19 การเลือก Fin ที่ระบายอากาศได้ดีที่สุด มาประกอบกับชุดระบายความร้อนโดยใช้ความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ



ภาพประกอบ 20 การนำ Fin และพัดลมระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้ดีที่สุดนำไปประกอบกับชุดระบายอากาศที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 10-13 องศาเซลเซียส

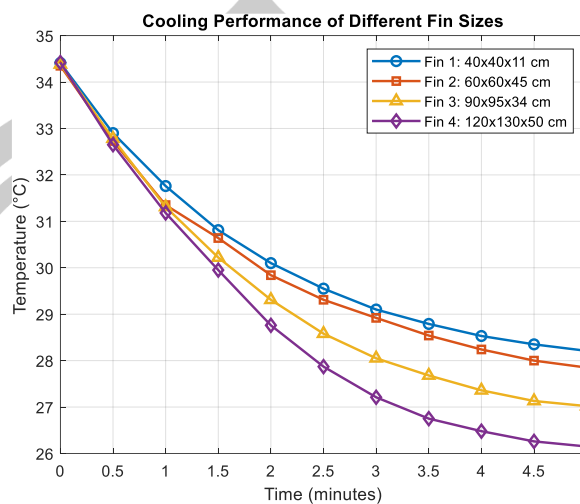


ภาพประกอบ 21 การทดลองจริงกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบน้ำหนัก จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบน้ำหนัก



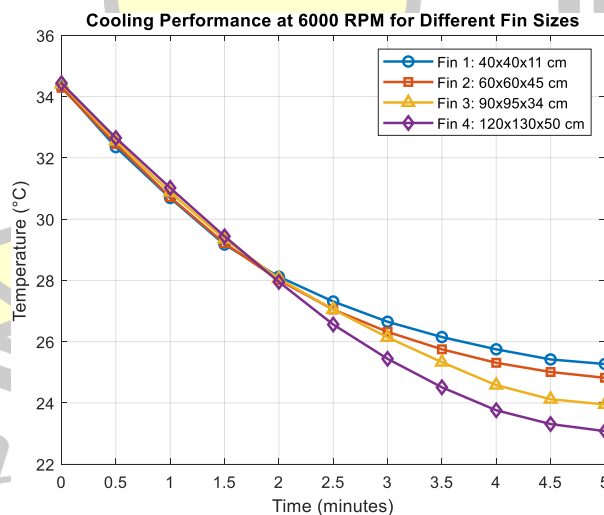
ภาพประกอบ 22 การทดลองจริงกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีประสิทธิภาพ ในการประคบน้ำหนัก

4.3 ผลการทดลอง



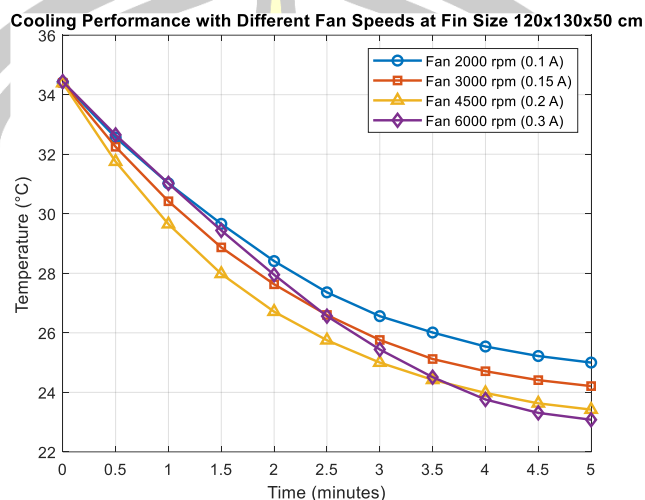
ภาพประกอบ 23 ผลการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด

ภาพประกอบ 23 เป็นการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด ซึ่งในครีป (Fin) 4 จะให้เวลาที่ลดลงได้เร็วกว่าครีปชนิดอื่นๆ



ภาพประกอบ 24 ผลการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากันของพัดลมระบายอากาศ

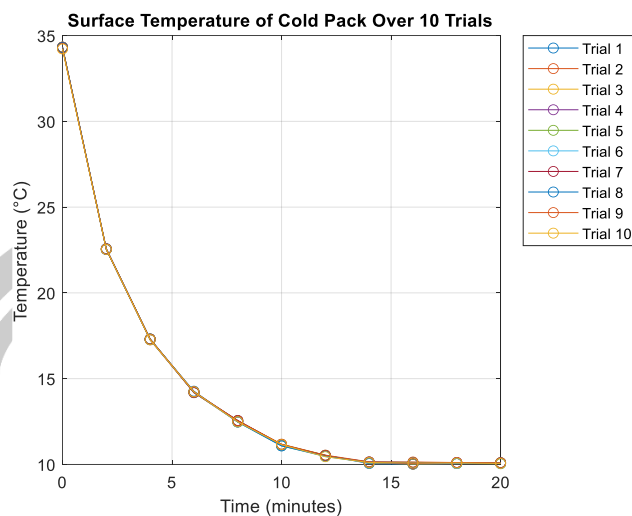
ภาพประกอบ 24 เป็นการหาค่าความแตกต่างของครีป (Fin) ระบายความร้อน จำนวน 4 ขนาด โดยยึดค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากัน คือ 6000 RPM ของพัดลมระบายอากาศ ซึ่งในครีป (Fin) 4 จะให้เวลาที่ลดลงของอุณหภูมิได้เร็วกว่าครีปชนิดอื่นๆ



ภาพประกอบ 25 ผลการหาขนาดของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ ที่ Fin ขนาด 120x130x50 ซม.

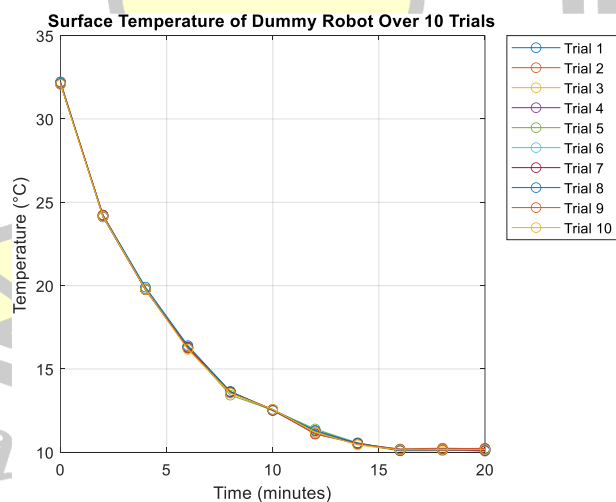
ภาพประกอบ 25 เป็นการหาขนาดของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ rpm ต่างกัน 4 ขนาด ของพัดลมระบายอากาศ ที่ Fin ขนาด 120x130x50 ซม. ซึ่งในพัดลมระบายอากาศตัวที่ 4 ขนาด 6000 rpm จะให้เวลาที่ลดลงของอุณหภูมิได้เร็วกว่าชนิดอื่นๆ

พูน ปณ จิต ชีเว



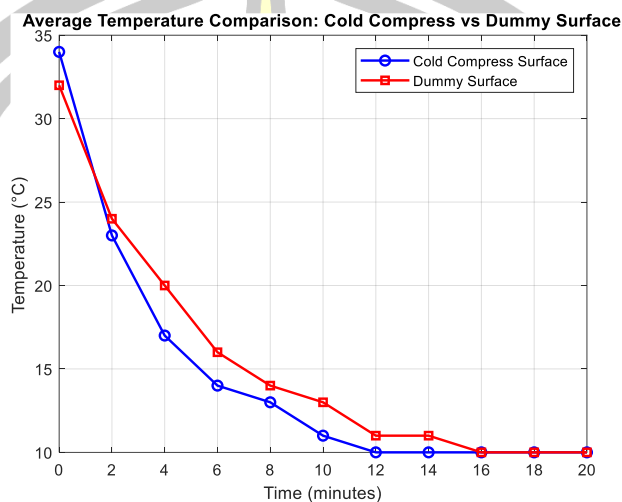
ภาพประกอบ 26 ผลการทดลองจริงกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น

ภาพประกอบ 26 เป็นการหาค่าความแตกต่างบนผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็นในจำนวนการทดลอง 10 ครั้งผลที่ได้คืออุณหภูมิมีความใกล้เคียงกันในทุกๆ ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 นาทีไปจนถึง 20 นาที อุณหภูมิมีความใกล้เคียงกันมาก



ภาพประกอบ 27 ผลการทดลองจริงกับผิวสัมผัสของหุ่น จำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เกิดขึ้นกับผิวสัมผัสของหุ่น

ภาพประกอบ 27 เป็นการหาความแตกต่างบนผิวสัมผัสของหุ่นในจำนวนการทดลอง 10 ครั้ง ผลที่ได้คืออุณหภูมิมีความใกล้เคียงกันในทุกๆ ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 นาทีไปจนถึง 20 นาที อุณหภูมิมีความใกล้เคียงกันมาก



ภาพประกอบ 28 ผลการหาความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่นจากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง

ภาพประกอบ 28 เป็นการหาความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่นจากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง ผลที่ได้มีความใกล้เคียงกันของอุณหภูมิในทุกช่วงเวลาตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาที

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการประคบเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสภาวะต่างๆ ในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ครีป (Fin) ระบายความร้อนที่มีลักษณะรูปร่างทรงเดียวกันวัสดุเดียวกันแต่มีขนาดของความยาวต่างกันจะทำให้การระบายความร้อนแตกต่างกัน ขนาดของความยาวที่ยาวกว่าจะให้การระบายความร้อนได้ดีกว่า
2. ครีป (Fin) ระบายความร้อนที่มีลักษณะรูปร่างทรงเดียวกันวัสดุเดียวกันแต่มีขนาดของความยาวต่างกัน เมื่อใช้กับมอเตอร์พัดลมระบายอากาศที่มีค่าความเร็วรอบ rpm (Revolutions per minute) ที่เท่ากัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศนั้น ครีปที่มีความยาวมากกว่ายังคงทำให้การระบายความร้อนได้ดีกว่า
3. ขนาดของมอเตอร์เท่ากัน แต่ความเร็วรอบ rpm ของมอเตอร์ระบายอากาศต่างกัน มอเตอร์ที่มีค่า rpm ที่สูงกว่าจะให้การระบายความร้อนได้ดีกว่า
4. ค่าความแตกต่างบนผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็นในการทดลอง 10 ครั้ง มีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกันในทุกๆ ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 นาทีไปจนถึง 20 นาที อุณหภูมิมีความใกล้เคียงกันมากเนื่องจากการเก็บอุณหภูมิมีความผิดพลาด lost ของอุณหภูมินี้น้อย จึงทำให้อุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาที มีความใกล้เคียงกันมากเมื่อมีการใช้งานในหลายๆ ครั้ง จึงมั่นใจได้ว่าจะสามารถควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการใช้งานได้เป็นอย่างดี และอุณหภูมิจะสามารถใช้งานในการประคบเย็นในช่วงเวลา 14 นาที ที่อุณหภูมิ 10 ถึง 13 องศาเซลเซียส
5. ค่าความแตกต่างบนผิวสัมผัสของหุ่นในจำนวนการทดลอง 10 ครั้ง ผลที่ได้คืออุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาที มีความใกล้เคียงกันในทุกๆ ช่วงเวลาตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาที จะมีค่าความแตกต่างเล็กน้อยของอุณหภูมิในช่วงเวลา 16 ถึง 20 นาที เนื่องจากอุณหภูมิเริ่มคงที่ ที่ 10 องศาเซลเซียส แต่มีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิล็กน้อยเนื่องจากการทดลองใช้งานเป็นอุณหภูมิภายนอกจึงทำให้มีการสวิงของอุณหภูมิตั้งแต่เล็กน้อย แต่ค่าเกณฑ์ของอุณหภูมิยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ จึงมั่นใจได้ว่าจะสามารถควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการใช้งานได้เป็นอย่างดี และอุณหภูมิจะสามารถใช้งานในการประคบเย็นในช่วงเวลา 14 นาที ที่อุณหภูมิ 10 ถึง 13 องศาเซลเซียส

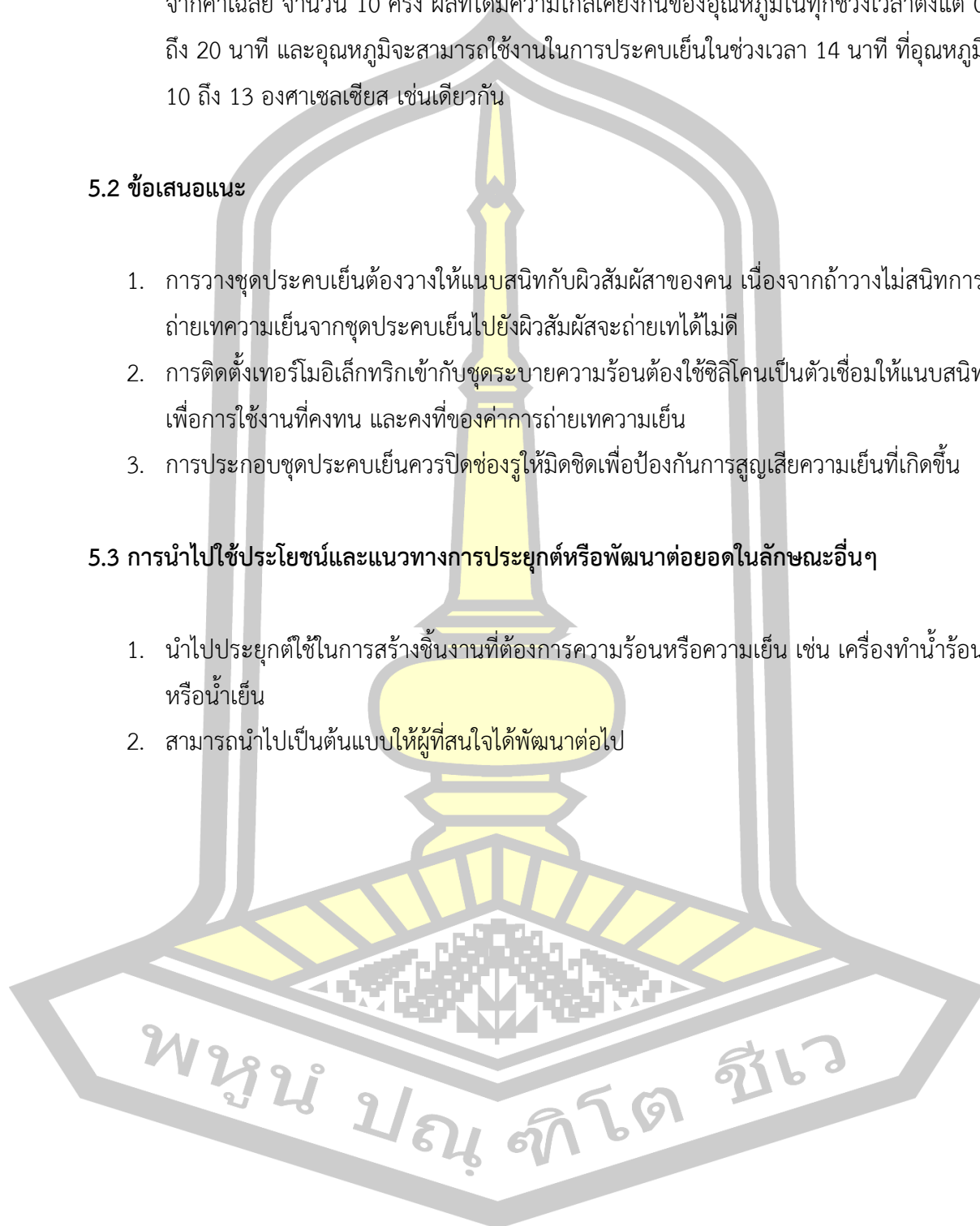
6. ค่าความสัมพันธ์อุณหภูมิ และเวลา ของผิวสัมผัสของเครื่องประคบเย็น และผิวสัมผัสของหุ่น จากค่าเฉลี่ย จำนวน 10 ครั้ง ผลที่ได้มีความใกล้เคียงกันของอุณหภูมิในทุกช่วงเวลาตั้งแต่ 0 ถึง 20 นาที และอุณหภูมิจะสามารถใช้งานในการประคบเย็นในช่วงเวลา 14 นาที ที่อุณหภูมิ 10 ถึง 13 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวางชุดประคบเย็นต้องวางให้แนบสนิทกับผิวสัมผัสของหุ่น เนื่องจากถ้าวางไม่สนิทการถ่ายเทความร้อนจากชุดประคบเย็นไปยังผิวสัมผัสจะถ่ายเทได้ไม่ดี
2. การติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกเข้ากับชุดระบายความร้อนต้องใช้ซิลิโคนเป็นตัวเชื่อมให้แนบสนิทเพื่อการใช้งานที่คงทน และคงที่ของค่าการถ่ายเทความร้อน
3. การประกอบชุดประคบเย็นควรปิดช่องรูให้มิดชิดเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้น

5.3 การนำไปใช้ประโยชน์และแนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอดในลักษณะอื่นๆ

1. นำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่ต้องการความร้อนหรือความเย็น เช่น เครื่องทำน้ำร้อนหรือน้ำเย็น
2. สามารถนำไปเป็นต้นแบบให้ผู้ที่สนใจได้พัฒนาต่อไป



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กิตติ นิลผึ่ง. (2558). กล้องทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกขับเคลื่อนโดยเซลล์แสงอาทิตย์. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย, (ครั้งที่ 8), 260.
- จันทนา แก้วฟู. (2562). ประสิทธิภาพของการประคบเย็นบริเวณที่ไหยาเคมีบำบัดเพื่อลดการบาดเจ็บของหลอดเลือดดำ. วารสารวิชาการสาธารณสุข, ปีที่ 28 (ฉบับที่ 5), S139.
- จิรายุสวัณ ประสม, สิทธิโชค สืบแต่ตระกูล, ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์. (2562). การศึกษาคุณลักษณะของการทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย (ครั้งที่ 33), TSF-003.
- ชุตติชัย หอมมาลี, สงกรานต์ วิริยะศาสตร์, ไพศาล นาผล. (2562). การศึกษาถึงพฤติกรรมการไหลและการถ่ายเทความร้อนในฮีตซิงค์สำหรับชุดโมดูลการทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยระเบียบวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ปีที่ 14 (ฉบับที่ 2), 48.
- นุชสรา อังอภิธรรม, สุกัญญา ปริสญาณกุล, นันทพร แสนศิริพันธ์. (2555). ผลของการประคบเย็นและการประคบร้อนต่อความเจ็บปวดในการคลอดของผู้คลอดครั้งแรก. วารสารพยาบาลสาร, ปีที่ 39 (ฉบับที่ 4), 46.
- ลักขณา มรกต. (2548). ผลของการให้ข้อมูลร่วมกับการประคบความเย็นต่อความปวดหลังผ่าตัดของผู้ป่วยกระดูกขาหัก. (วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่) คณะพยาบาลศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัฐกร เอ็มโกษา, ชุตินันท์ สุขสะอาด. (2560). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารทำความเย็นต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบริเวณชั้นผิวหนัง. วารสารโรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์, ปีที่ 13 (ฉบับที่ 1), 46.
- สดากาญจน์ เอี่ยมจันทร์ประทีป, ธวัชชัย ทีปะपाल. (2560). ผลของการประคบเย็นร่วมกับการส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนต่อความปวดและการฟื้นฟูสภาพหลังผ่าตัดใส่เหล็กตามกระดูกต้นขา. วารสารพยาบาลสาร, ปีที่ 44 (ฉบับที่ 1), 39.
- สุรัชย์ เหมหิรัญ, ดิฐภัทร ตันประดิฐ. (2561). การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนสูญเสียของเตาแก๊สด้วยชุดกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ปีที่ 12 (ฉบับที่ 1), 92.

อชนิษฐ เครืออนันต์. (2562). การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็น เพื่อรักษาอุณหภูมิวัดซินยา. วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง, 17.

วรรณิ สัตยวิวัฒน์. (2551). การพยาบาลผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเอ็นพีเพรส.

เย็นใจ พิมพ์บรรณ, อรทัย สุทธิอาจ, เกษสุดา วังขุนพรหม. (2564). ผลการจัดการความปวดร่วมกับการประคบเย็นในผู้ป่วยหลังผ่าตัดยึดตรึงกระดูกขาในหอผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์. วารสารวิชาการสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม, ปีที่ 5 (ฉบับที่ 10), 44.

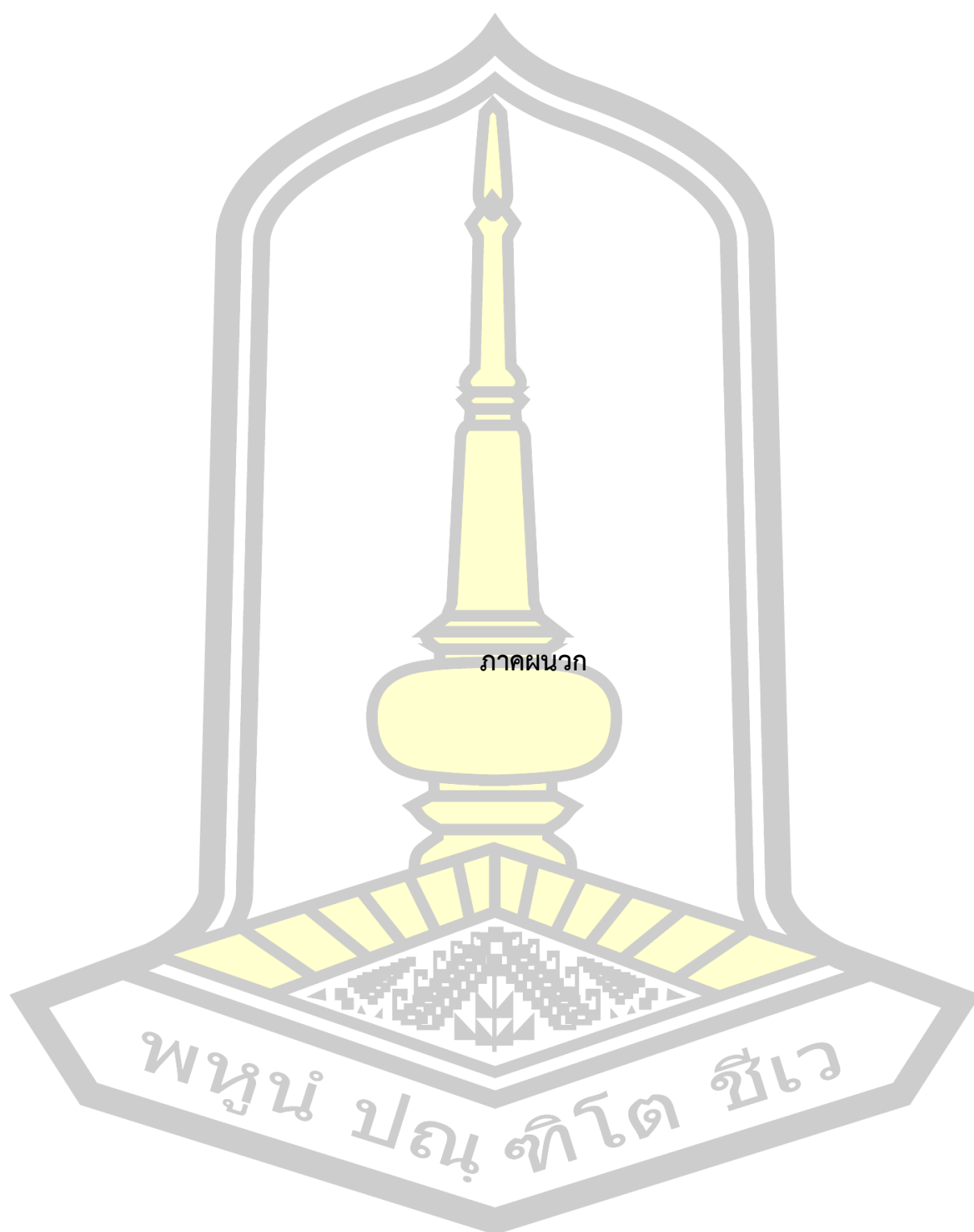
Bleakley, C., McDonough, S., Gardner, E., Baxter, G. D., Hopkins, J. T., & Davison, G. W. (2012). Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 2 , Art. No: CD008262.

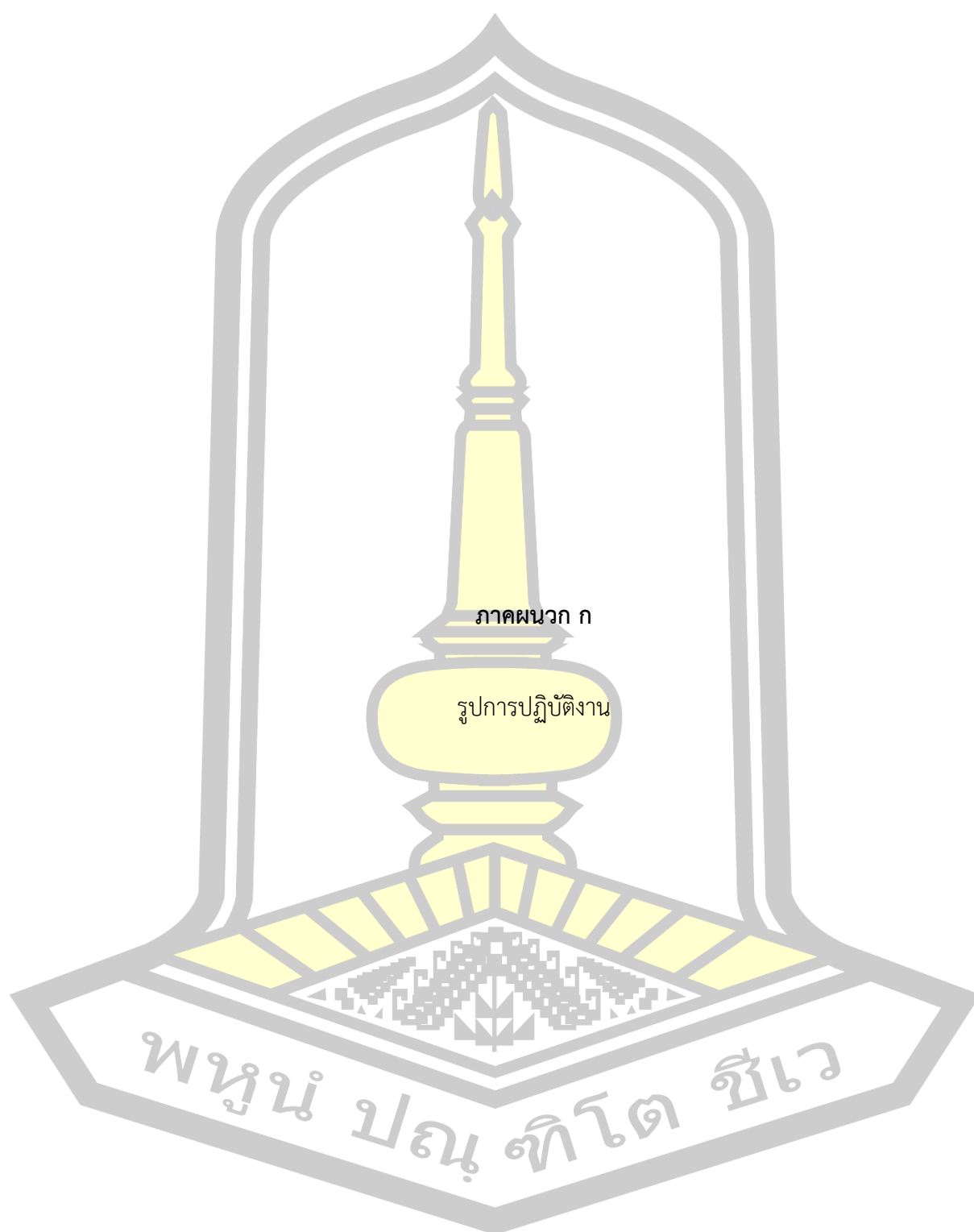
Bonica, J. J. (1994). Labor pain. In P. D. Wall & R. Melzack (Eds.), Textbook of Pain (3rd ed.). New York: Churchill Livingstone.

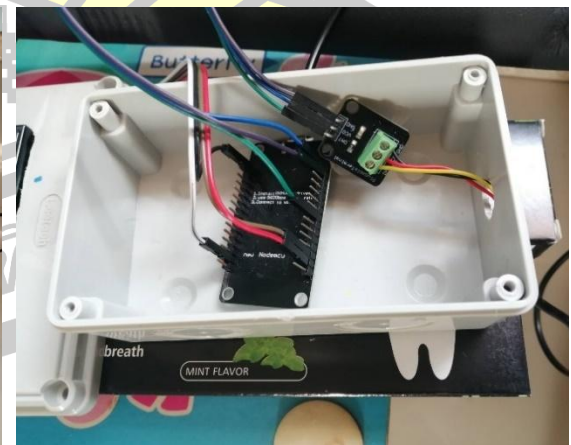
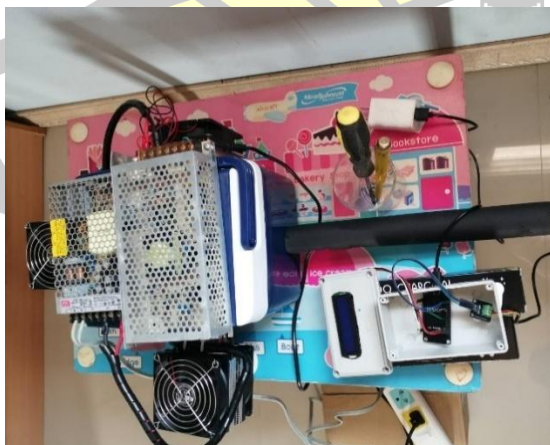
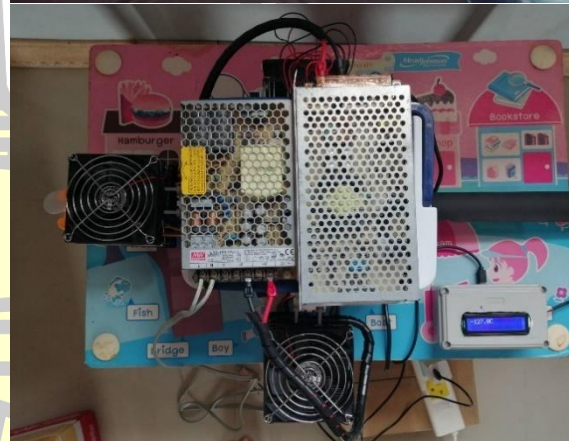
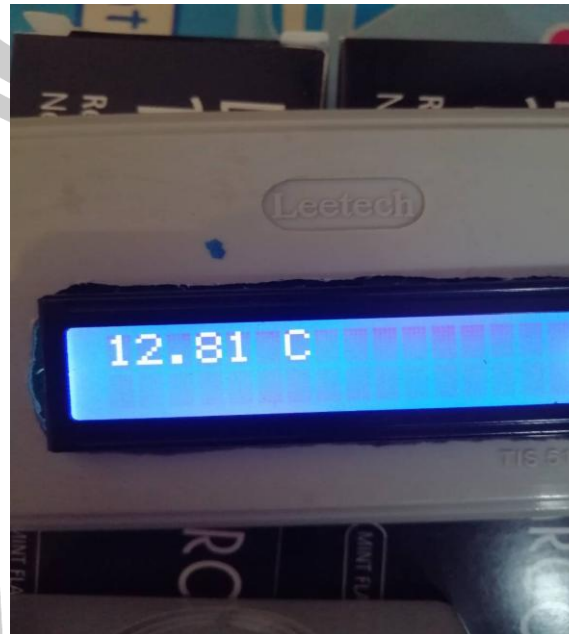
Bonica, J. J., & McDonald, J. S. (1990). The pain of childbirth. In J. J. Bonica (Ed.), The Management of Pain, Volume II (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.

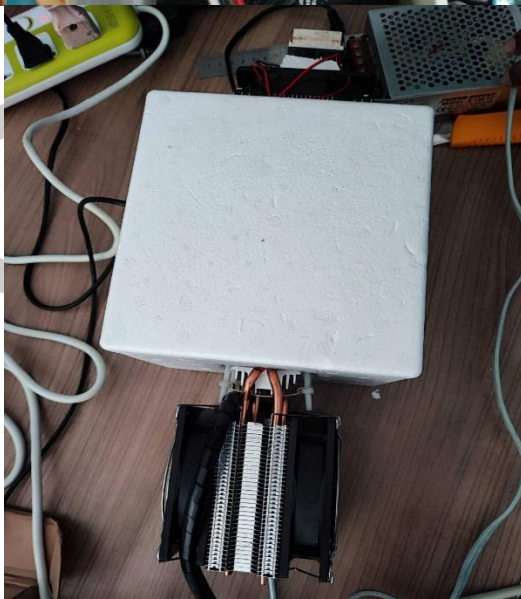
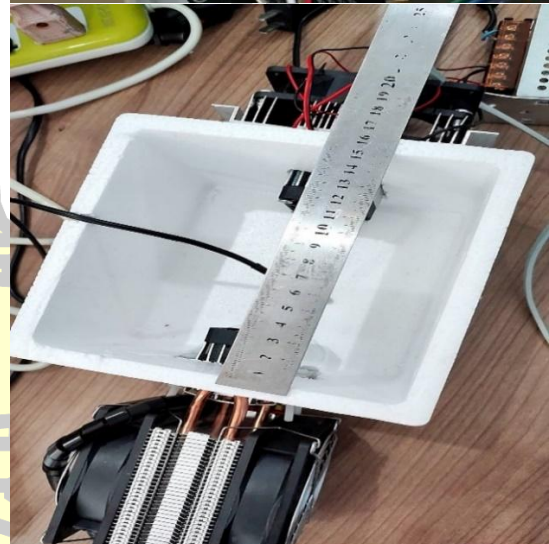
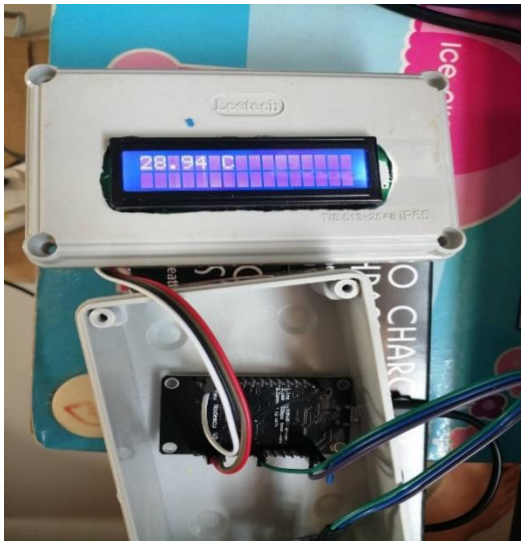
Jon, E. B. (2010). Cold and compression in the management of musculoskeletal injuries and orthopedic operative procedures: A narrative review. Journal of Sport Medicine, 1, 105-113.

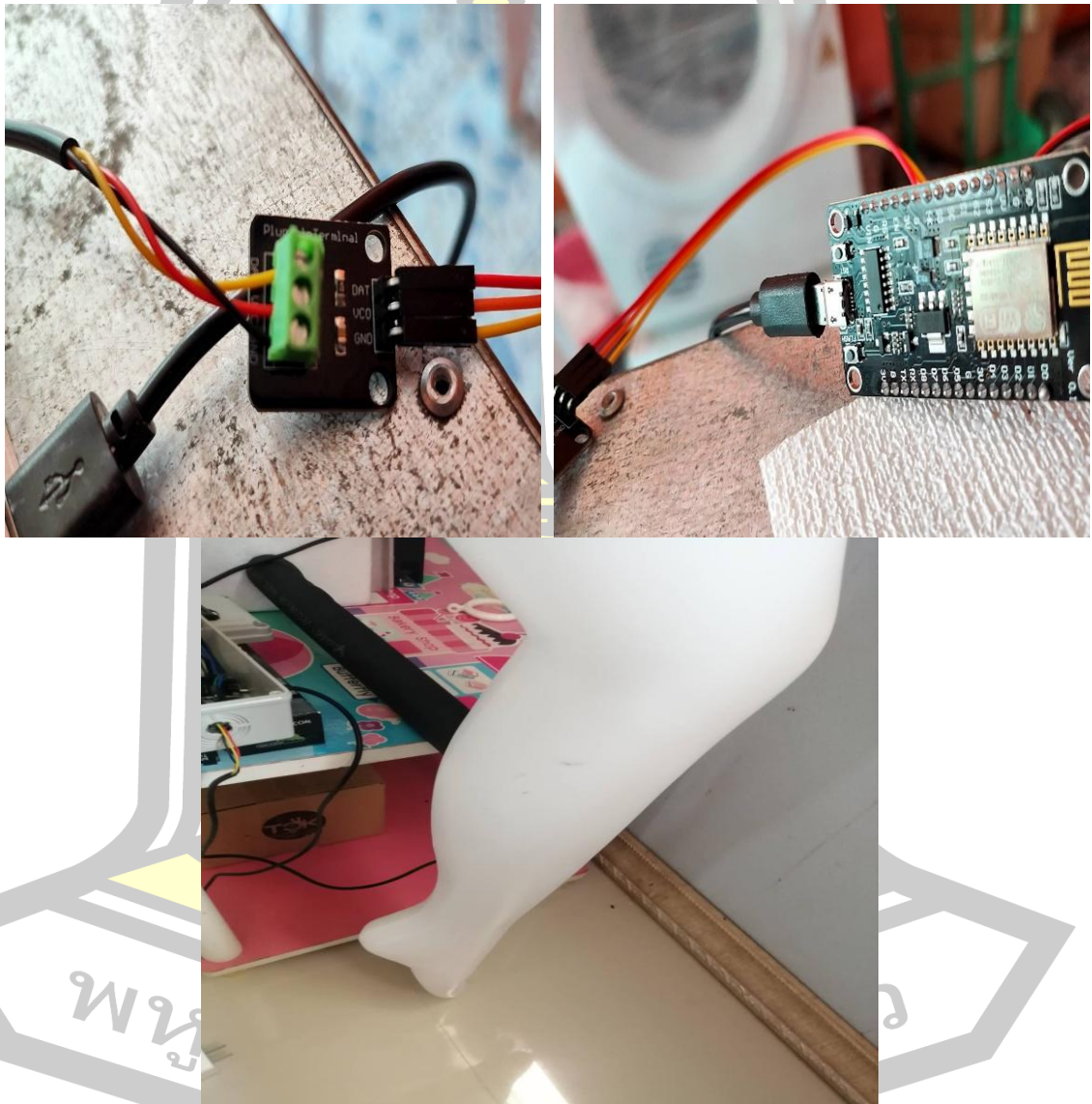
Waters, B. L., & Raisler, J. (2003). Ice massage for the reduction of labor pain. Journal of Midwifery & Women's Health, 48(5), 317-321.











ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสมเกียรติ มะลิพันธ์
วันเกิด	14 สิงหาคม พ.ศ. 2522
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	48 หมู่ 9 บ้านท่าเมือง ตำบลท่าเมือง อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2556 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2568 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทัต ชีเว