

บทที่ 1

บทนำ

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหลายงานวิจัยมีการศึกษาทั้งแบบจำลองและการทดลองเพื่อสังเกตค่าความร้อนแฝงของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในระบบสะสมความร้อน โดยพิจารณาจากโครงสร้างร่วมกับวัสดุเปลี่ยนสถานะ Ismail et al. [18] ได้ศึกษาการเปลี่ยนสถานะของวัสดุเปลี่ยนสถานะในช่องวงแหวนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อที่เป็นแกนของครีประบายความร้อน โดยศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาว ความหนา และจำนวนของครีประบายความร้อน ลักษณะของอัตราส่วนช่องว่างวงแหวนที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิระหว่างการเปลี่ยนสถานะของวัสดุเปลี่ยนสถานะ และอุณหภูมิที่ผิวของท่อความร้อน โดยผลทำนายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าการนำความร้อนขึ้นอยู่กับค่าการนำความร้อน

Trp et al. [21–23] พิจารณาเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะ (จุดหลอมเหลว และการเปลี่ยนเป็นของแข็ง) ของพาราฟินในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell and Tube) ซึ่งมีสารแลกเปลี่ยนความร้อนไหลวนในท่อ โดยใส่วัสดุเปลี่ยนสถานะในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ และทำการทดลองที่สภาวะ และหลายตัวแปรที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงทั้งผลทำนายจากแบบจำลองและผลการทดลองไว้

Erek et al. [23,24] ทำการศึกษาและพิจารณาการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง จากของแข็งเป็นของเหลวตามลำดับ เพื่อปรับปรุงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และทดลองในจริงในระบบสะสมความร้อนที่ประกอบด้วยท่อความร้อนที่เคลือบด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะและครีประบายความร้อนแบบวงแหวน โดยศึกษาประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับการใช้ครีประบายความร้อนหลายๆ รูปแบบ และอัตราการไหลของสารระบายความร้อนที่แตกต่างกัน (Reynolds number และอุณหภูมิขาเข้าของสารระบายความร้อน) โดย Ermis et al. [25] ได้ใช้ผลการทดลองการเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งจากงานวิจัยของ Erek et al. [23] เพื่อพัฒนาชุดค่าในการสั่งการและการประมวลผลของระบบเครือข่ายสมองกล ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลที่ได้จากการแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับผลการทดลองมากกว่าแบบจำลองรูปแบบเดิม สำหรับงานวิจัยด้านวัสดุเปลี่ยนสถานะมีการศึกษา

อย่างกว้างขวางในด้านการประยุกต์ใช้งานระบบสะสมความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และสามารถพบได้จากที่อื่นๆ ด้วย Recently, Zhou et al. [27,28] พิจารณาการระบบความร้อนของอาคารในปักกิ่ง ซึ่งพิจารณาความคงตัวของวัสดุเปลี่ยนสถานะ (SSPCM) ที่บุในผนังและพื้นของอาคาร จากผลการทดลองพบว่าผลของการใช้ SSPCM plate เพื่อนำความร้อนมาใช้ในอาคารช่วงฤดูหนาวของปักกิ่ง ส่งผลให้สภาวะที่สบายขึ้นจากการใช้ความร้อนสะสมและประหยัดพลังงานขณะที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลงได้ 47% และลดอัตราความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลง 12%

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานทั้งทางตรงและทางอ้อมของมนุษย์ กิจกรรมทุกระดับของมนุษย์ ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น และยิ่งมนุษย์ต้องการความสะดวกสบายยิ่งต้องใช้พลังงานมากขึ้น แหล่งกำเนิดพลังงานในปัจจุบัน คือ เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ พลังงานจากเชื้อเพลิงต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะมีจำกัดแล้ว ก็ยังสร้างปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงทำลายชั้นบรรยากาศของโลกด้วย ปัจจุบันประเทศต่างๆ ในโลกได้ให้ความสนใจในการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยวิธีหนึ่งที่ได้รับคามสนใจเป็นอย่างมาก คือ การจัดการพลังงาน (Energy Management) เนื่องจากในประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็นนั้น มีการใช้พลังงานเพื่อสร้างความอบอุ่นให้กับที่พักอาศัย โดยพลังงานที่ใช้คิดเป็น 47 % ของพลังงานทั้งหมดที่ผลิตได้ ซึ่งจะเห็นว่าพลังงานที่ใช้มีปริมาณสูงมาก การจัดการพลังงานที่เหมาะสมสามารถลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ลงได้โดยการนำเอาพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีอยู่อย่างไม่

การสะสมพลังงานความร้อนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานที่ผลิตได้กับความต้องการพลังงาน สำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบผลิตพลังงานเป็นช่วง ๆ เช่นการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสะสมพลังงานความร้อนสำคัญและจำเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีการสะสมความร้อนเป็นพื้นฐานของการใช้งานวัสดุเปลี่ยนสถานะ (PCM) จากสมบัติที่ได้เปรียบนี้จึงมีการส่งเสริมให้มีการใช้งานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการเก็บพลังงานที่สูงระหว่างการเปลี่ยนสถานะในช่วงความต่างอุณหภูมิที่แคบมาก โดยสามารถยกตัวอย่างได้จาก พลังงานที่ทำให้วัสดุเปลี่ยนสถานะ หรือ PCM เปลี่ยนสถานะไปสูงกว่า 8 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่น้ำแข็งใช้ในการหลอมละลายเป็นน้ำ (ของแข็งเปลี่ยน

สถานะเป็นของเหลว) จากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0°C เพิ่มขึ้นเป็น 1°C และเพิ่มขึ้นเรื่อยจนกลายเป็นของเหลวทั้งหมด

ตัวแปร หรือเกณฑ์ที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะสำหรับประยุกต์ใช้งานที่แตกต่างกัน คือช่วงอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ (จุดหลอมเหลว) อย่างไรก็ตาม ตัวแปรอื่น ๆ ก็มีส่วนสำคัญที่จำเป็นต้องพิจารณาด้วยเพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง ซึ่งตัวแปรที่ควรคำนึงถึงประกอบด้วยค่าความร้อนแฝง, ความเสถียรภาพของระบบ หรือวัสดุเปลี่ยนสถานะแต่ละชนิด และค่าการนำความร้อน [1–2]

การประยุกต์ใช้คุณสมบัติค่าความร้อนแฝงของวัสดุเปลี่ยนสถานะสามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือใช้ 1) เพื่อป้องกันความร้อน (ฉนวน) และ 2) เพื่อเก็บกัก หรือเก็บสะสมความร้อน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของความแตกต่างระหว่างสองระบบนี้ มีความสัมพันธ์กันในเรื่องของค่าการนำความร้อนของวัสดุเปลี่ยนสถานะ ในทางตรงกันข้ามระบบกักเก็บหรือสะสมความร้อนด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะที่มีค่าการนำความร้อนต่ำจะส่งผลให้ระบบประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากปริมาณพลังงานที่สะสมไว้น่าจะใช้ประโยชน์ได้ แต่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นค่าการนำความร้อนต่ำจึงเป็นปัญหาในการนำวัสดุเปลี่ยนสถานะมาใช้จริง จึงเกิดหลาย ๆ แนวความคิดและระบบ ที่ถูกนำเสนอในรูปของงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบถ่ายเทความร้อน ทั้งรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการทดลอง โดยนำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนแยกเป็นกลุ่ม ได้แก่ (1) การใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะเพิ่มหรือแทรกเข้าไปในเนื้อโลหะ [3–6] (2) เพิ่มสารประกอบโลหะที่มีค่าการนำความร้อนสูงกว่าวัสดุเปลี่ยนสถานะ [7] (3) การทดลองใส่วัสดุเปลี่ยนสถานะในวัสดุรูปทรงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ [5,8–10] (4) การใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะที่เป็นกราฟไฟต์จากองค์ประกอบโลหะ [11–14] หรือ วัสดุเปลี่ยนสถานะที่เป็นองค์ประกอบของโลหะ [15,16] และ (5) ท่อระบายความร้อนแบบมีครีปที่มีรูปร่างแตกต่างกัน [7,17–24]

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำ PCM มาใช้เป็นตัวดูดซับ-คายความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate heat exchanger)
2. เพื่อความเป็นไปได้เชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีสาร PCM เป็นตัวดูดซับความร้อน-คายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ

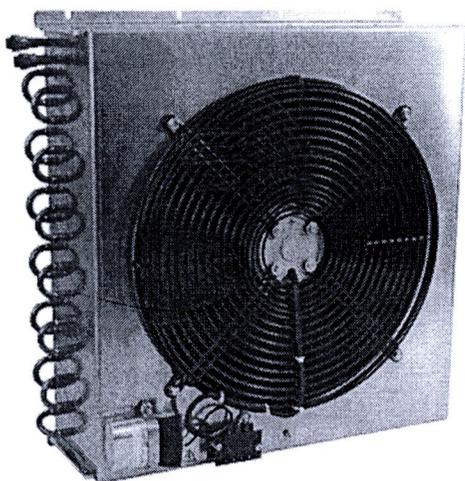
1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นโดยใช้ PCM เป็นตัวดูดซับและคายความร้อน
2. ใช้น้ำในการแลกเปลี่ยนความร้อนจาก PCM ที่เก็บความร้อน
3. ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ-การคายความร้อนของ PCM สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อน

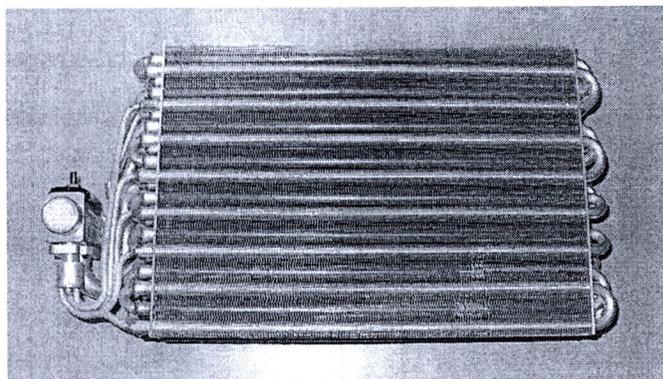
1.5 ทฤษฎีและแนวทางการความคิด

1.5.1 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน(heat exchangers) เป็นอุปกรณ์ที่มีการถ่ายเทพลังงานความร้อนระหว่างของไหลตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ส่วนใหญ่แล้วจะมีผนังกั้นระหว่างของไหลไม่ให้ไหลปะปนกัน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากของไหลที่มีอุณหภูมิสูงผ่านผนังไปยังของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ตัวอย่างของอุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (shell and tube heat exchanger) หม้อน้ำรถยนต์ (automobile -radiator) ชุดคอนเดนเซอร์ (condenser) และชุดอีแวปอเรเตอร์(evaporator) เป็นต้น



ภาพที่ 1.1 ชุดคอนเดนเซอร์ (condenser) [9]



ภาพที่ 1.2 ชุดอีแวปอเรเตอร์ (evaporator) [9]

ประเภทของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนอาจจำแนกออกได้หลายลักษณะ โดยอาจจำแนกตามลักษณะการสัมผัสหรือการถ่ายเทพลังงานความร้อน, ตามความกะทัดรัดของผิวแลกเปลี่ยนความร้อน, ตามลักษณะโครงสร้างลักษณะรูปร่างอุปกรณ์, ตามทิศทางการไหล เป็นต้น

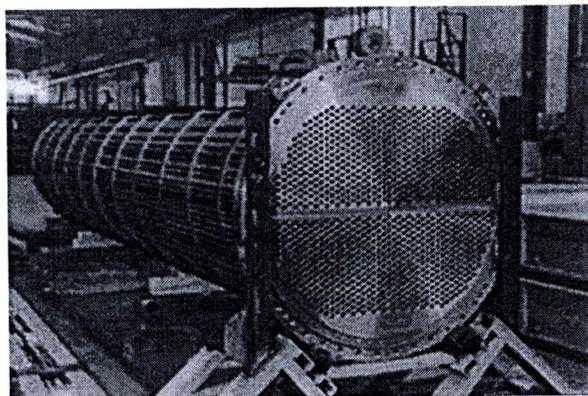
1.5.1.1 การจำแนกตามลักษณะการสัมผัสหรือการถ่ายเทความร้อน

การจำแนกอุปกรณ์แบบนี้พิจารณาจากลักษณะการถ่ายเทพลังงานความร้อน เช่น ของไหลที่แลกเปลี่ยนความร้อนสัมผัสตรงหรือไม่ ในกรณีที่มีการสัมผัสกันโดยตรงของไหลดังกล่าว

แบบการถ่ายเทความร้อนของไหลแลกเปลี่ยนความร้อนกันโดยมีผนังบางกั้นไม่ให้ของไหลแลกเปลี่ยนความร้อนปะปนกันตัวอย่างเช่นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกท่อ

1.5.1.2 การความกะทัดรัดของผิวแลกเปลี่ยนความร้อน

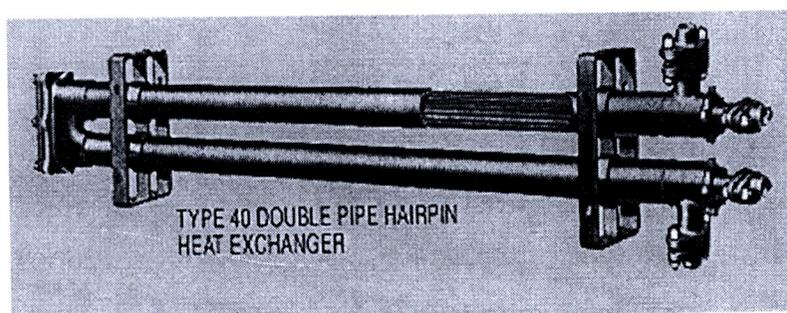
อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะถูกจำแนกตามความกะทัดรัด (compactness) ของอุปกรณ์ ซึ่งพิจารณาจากค่าความหนาแน่นของพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน (heat transfer surface area density) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนต่อปริมาตรของอุปกรณ์ซึ่งถ้าค่าความหนาแน่นของพื้นที่สูงของอุปกรณ์ที่มีขนาดกะทัดรัด



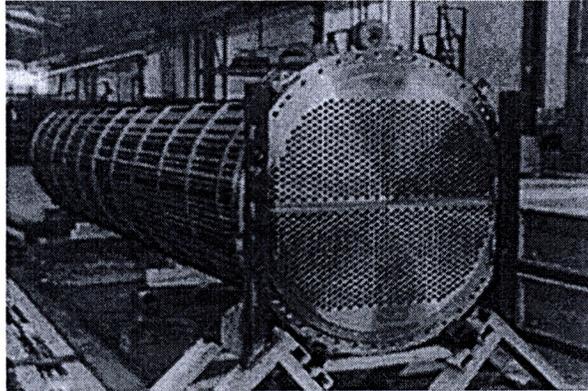
ภาพที่ 1.3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนแบบกะทัดรัด [9]

1.5.1.3 การจำแนกตามลักษณะโครงสร้างหรือรูปร่าง

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะจำแนกตามลักษณะโครงสร้างหรือรูปร่าง เช่น แบบลักษณะเป็นท่อ (tubular) ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบซ้อนท่อ (double pipe heat exchanger) แบบเปลือกและท่อ (shell and tube heat exchanger) แบบลักษณะเป็นแผ่น (plate) ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate heat exchanger) แบบที่เพิ่มพื้นที่ผิว (finned-tube heat exchanger) และแบบรีเจนเนอเรทีฟ (regenerative heat exchanger) เป็นต้น ซึ่งจะต้องพิจารณาความเหมาะสมก่อนนำไปใช้งานในแต่ละประเภท



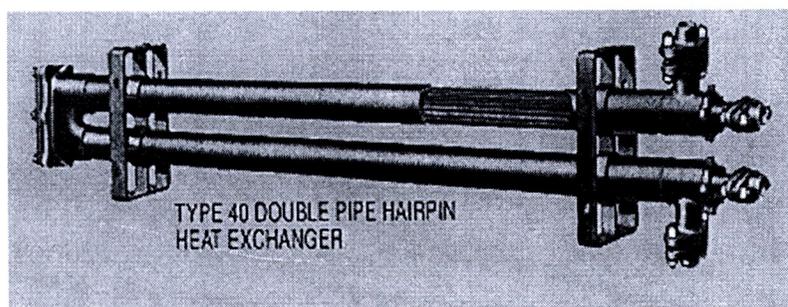
ภาพที่ 1.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น [10]



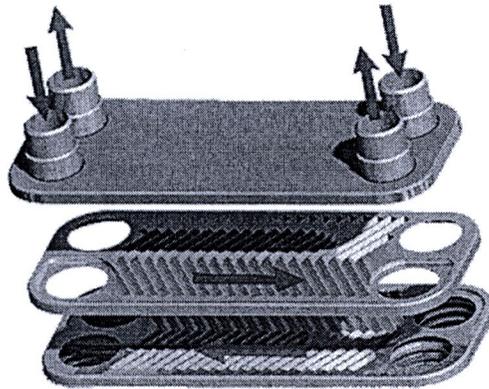
ภาพที่ 1.3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนแบบกะทัดรัด [9]

1.5.1.3 การจำแนกตามลักษณะโครงสร้างหรือรูปร่าง

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะจำแนกตามลักษณะโครงสร้างหรือรูปร่าง เช่น แบบลักษณะเป็นท่อ (tubular) ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบซ้อนท่อ (double pipe heat exchanger) แบบเปลือกและท่อ (shell and tube heat exchanger) แบบลักษณะเป็นแผ่น (plate) ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate heat exchanger) แบบที่เพิ่มพื้นที่ผิว (finned-tube heat exchanger) และแบบรีเจนเรทีฟ (regenerative heat exchanger) เป็นต้น ซึ่งจะต้องพิจารณาความเหมาะสมก่อนนำไปใช้งานในแต่ละประเภท



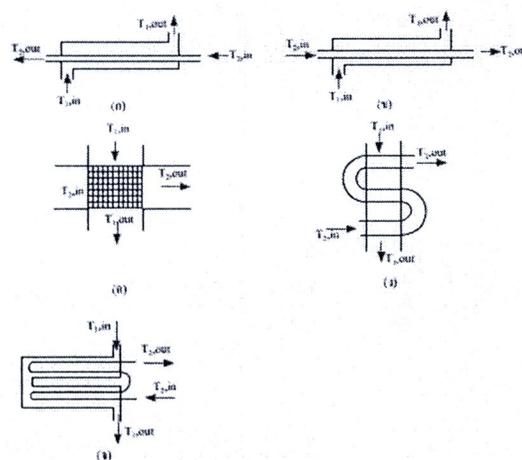
ภาพที่ 1.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น [10]



ภาพที่ 1.5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น [11]

1.5.1.4 การจำแนกตามทิศทางการไหล

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อาจจำแนกตามลักษณะทิศทางการไหลดังรูปนี้



ภาพที่ 1.6 การจำแนกตามทิศทางการไหลของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน [11]

- ก การไหลแบบสวนทางกัน
- ข การไหลแบบขนาน หรือไหลตามกัน
- ค การไหลแบบข้าม หรือไหลตั้งฉาก
- ง การไหลแบบสวนทางและไหลข้าม หรือไหลตั้งฉาก
- จ การไหลแบบ Shell and Tube หลายกลับ

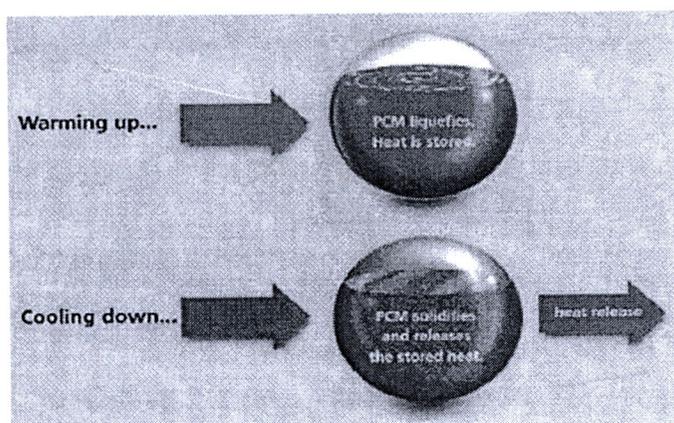
1.5.1.5 การจำแนกตามกลไกการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหล อาจจำแนกตามกลไกการถ่ายเทความร้อนออกก้อให้ กระแสหนึ่งกระแส หรือทั้ง 2 กระแส มีการเปลี่ยนเฟส การถ่ายเทความร้อนในลักษณะเป็นการถ่ายเทความร้อน โดยพาแบบบังคับ (forced convection) หรือการพาความร้อนแบบอิสระ (free convection) และบางลักษณะเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี

1.5.2 สารเปลี่ยนสถานะ หรือ Phase change material (PCM)

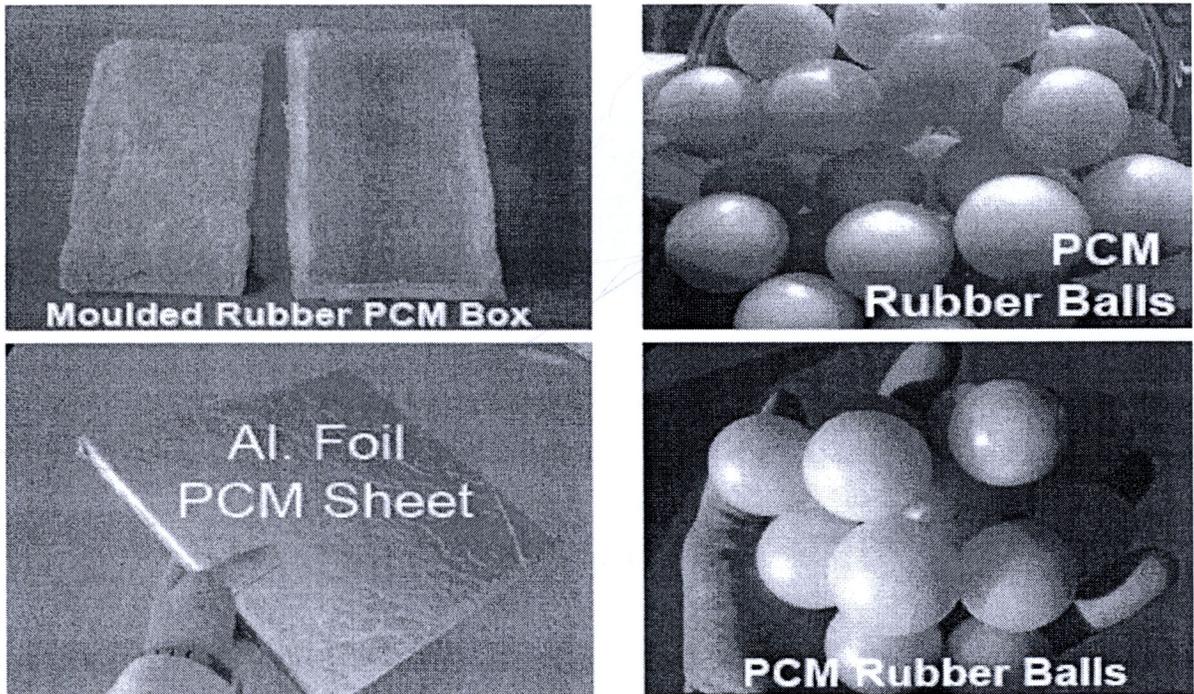
สารเปลี่ยนสถานะ (PCM) ได้ถูกนำมาศึกษาและใช้งานเพื่อควบคุมจัดการการถ่ายเทความร้อนในงานวิศวกรรมหลายด้านนอกเหนือจากการใช้ในการควบคุมความร้อนภายในอาคาร อาทิเช่น การใช้ในแผ่นระบายความร้อน (Thermal pad) สำหรับตัวกำเนิดสัญญาณแสงเลเซอร์ในอุปกรณ์การสื่อสาร Optical amplifier ที่ต้องการการระบายความร้อนที่อุณหภูมิคงที่เพื่อควบคุมให้ได้แสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นที่เที่ยงตรง และยังถูกนำมาใช้งานในระบบผลิตน้ำร้อนในอาคารบ้านเรือนอีกด้วย ซึ่งสารเปลี่ยนสถานะ มีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน และความสามารถของสารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้งาน

หลักการทางวัสดุเปลี่ยน จะอาศัยหลักการในการกักเก็บความร้อนของสสาร โดยอาศัยความต่างของอุณหภูมิในการทำงาน เช่นการใช้งานในการระบายความร้อน หรือกักเก็บความร้อนในอาคาร โดยในช่วงเวลากลางวันที่มีอุณหภูมิสูงจะดูดเก็บความร้อนในลักษณะ latent heat ในโครงสร้างอาคารทั่วไปได้ จะช่วยเพิ่มมวลความร้อนเข้าไปในเนื้อสารหรือแผ่น PCM โดยไม่มีผลกระทบต่อมวลโครงสร้างรวม เนื่องจากกระบวนการเก็บความร้อนของ PCM เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนสถานะซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้อยมาก



ภาพที่ 1.7 หลักการทำงานของสาร PCM [12]

สาร PCM เป็นสารที่สามารถลดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงของผิวผนังภายในอาคารในแต่ละวันเนื่องจากการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ ส่งผลให้อุณหภูมิของอาคารมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศ ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในระบบไฟฟ้า



ภาพที่ 1.8 การขึ้นรูป PCM เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน [12]

การนำ PCM มาประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งาน PCM ได้มีการนำ PCM ซึ่งในแถบยุโรปได้มีการนำมา ประยุกต์ใช้งานหลายด้านเนื่องจากPCM สามารถดูดซับความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิมีความสม่ำเสมอ อุณหภูมิที่สม่ำเสมอมีความจำเป็นมากในอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงอย่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในการประยุกต์ใช้งาน PCM สามารถใช้ได้หลากหลายขึ้นอยู่กับการใช้งานและอุณหภูมิที่ต้องการ

1.5.2.1 การประยุกต์ใช้งานในระบบอาคารบ้านเรือน

1. มีการประยุกต์ใช้งานงานในระบบปรับอากาศในประเทศมาเลเซีย โดยจะมีการเก็บความร้อนเอาไว้ในเวลากลางวันโดย PCM และระบายความร้อนในเวลากลางคืน



Malaysian Energy Centre, Bangi, Malaysia (completion July 2007)

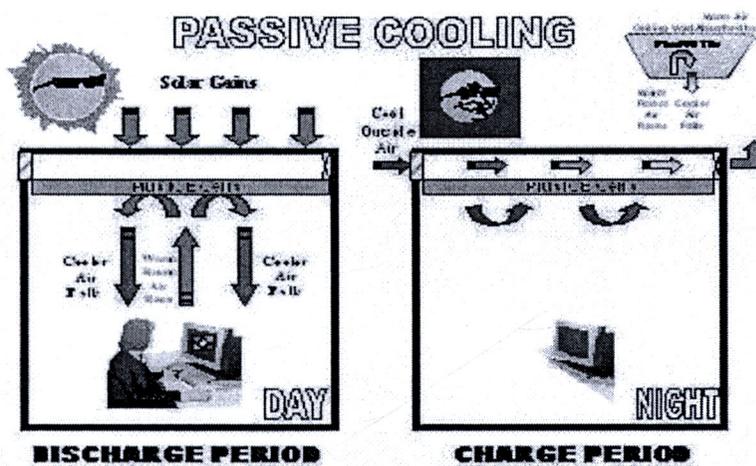
ภาพที่ 1.9 การประยุกต์ใช้ PCM ในอาคาร [13]

2. Free Cooling การประยุกต์ PCM สามารถนำความเย็นที่ได้มาใช้ในระบบอาคารในเวลากลางคืนส่วนในเวลากลางวันก็สามารถนำมาผลิตน้ำร้อนได้



ภาพที่ 1.10 การนำแผ่น PCM มาใช้ในโครงสร้างอาคาร [13]

3. PCM ถูกนำมาใช้งานในระบบ Passive Cooling



ภาพที่ 1.11 การประยุกต์ใช้งานในระบบ Passive cooling [13]

1.5.2.2 Applications - Temperature Controlled Packaging & Transport

1. PCM ถูกนำมาใช้ในระบบการขนส่งอาหารที่ต้องการรักษาอุณหภูมิให้คงที่เสมอ ทำให้เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น

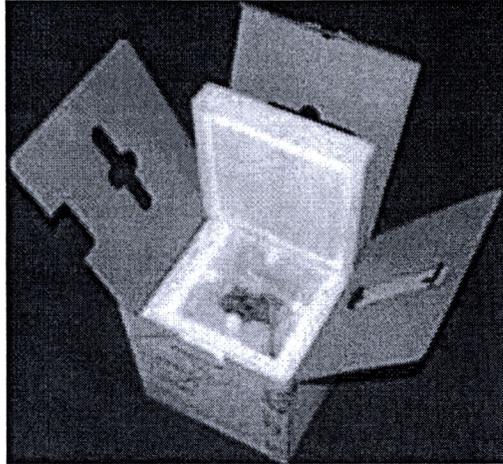


ภาพที่ 1.12 การนำ PCM มาใช้ในระบบขนส่งสินค้าเพื่อรักษาอุณหภูมิ [14]

2. Shipping มีการนำ PCM ในเครื่องบินและเรือลำเลียงสินค้าเพื่อนำอุณหภูมิที่เย็นมาใช้งานในระบบ

3. Electric-free Refrigeration & Food Display Cooling เป็นการนำมาใช้ในระบบถนอมอาหารเพื่อรักษาอุณหภูมิให้มีความเย็นตลอดเวลา

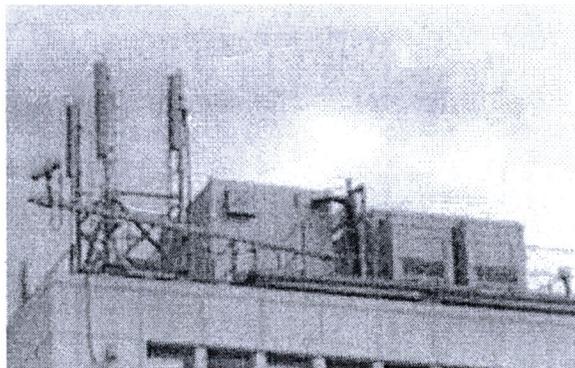
4. Packaging - Pharmaceutical and Medical มีการนำ PCM มาใช้ในวงการแพทย์ และเภสัชในการเก็บรักษาอุณหภูมิยาโรค ในการเดินทางไปในที่ห่างไกลเพื่อ รักษาอุณหภูมิในการเก็บรักษาตัวยา



ภาพที่ 1.13 การนำ PCM มาใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิของยารักษาโรค [15]

1.5.2.3 Applications - Passive Cooling

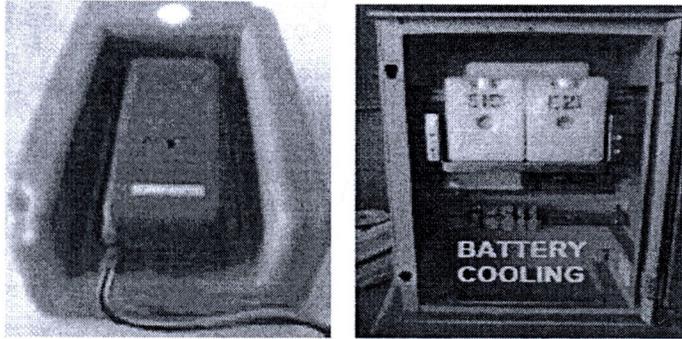
1. ในระบบสื่อสารจำเป็นต้องให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความเย็นตลอดเวลาในระบบได้มีการประยุกต์ใช้ PCM ในการเก็บความเย็นในเวลาคืนในเขตทะเลทรายและคายความเย็นนำมาใช้ในเวลากลางวันเพื่อรักษาอุณหภูมิ



ภาพที่ 1.14 การนำ PCM มาใช้รักษาอุณหภูมิของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบโทรคมนาคม [15]

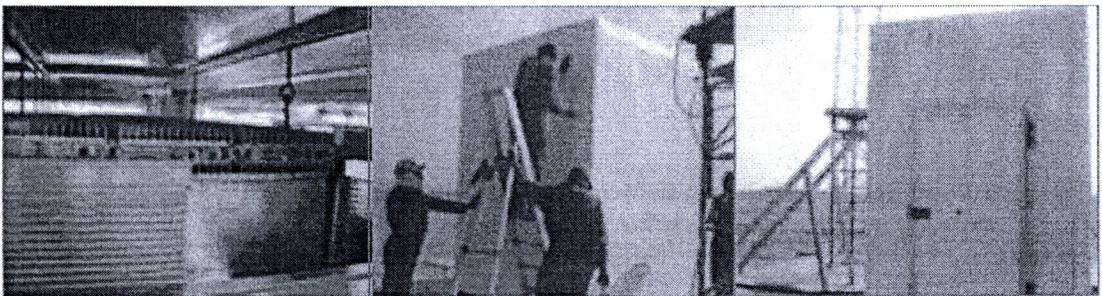


2. Electronic Cooling ในระบบโทรศัพท์ถูกนำมาใช้ในการลดอุณหภูมิของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และระบบแบตเตอรี่เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพ



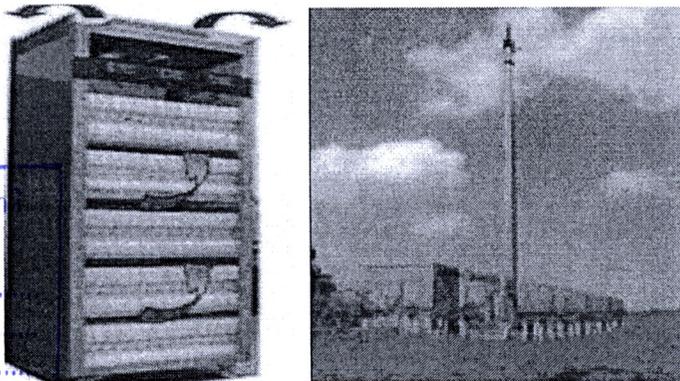
ภาพที่ 1.15 การนำมาใช้ลดอุณหภูมิของแบตเตอรี่ [15]

3. Shelter Passive Cooling การนำมาใช้งานในการดูดซับความร้อนของ PCM



ภาพที่ 1.16 การนำมาใช้ในที่พักห้องควบคุมอุณหภูมิในเขตอากาศร้อน [15]

4. Electronic Back-up Cooling การนำมาใช้งานในการระบบแหล่งจ่ายไฟในระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อดูดซับความร้อนและระบายความร้อนออกจากระบบ

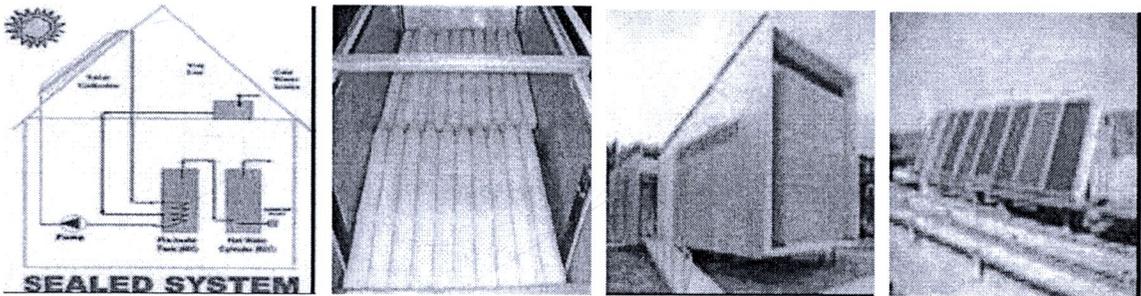


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 7 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 190927
เลขเรียกหนังสือ

ภาพที่ 1.17 การนำมาใช้งานในระบบแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อลดอุณหภูมิ [15]

1.5.2.4 Applications - Solar Heating & Heat Recovery

ถูกนำมาใช้ในระบบผลิตน้ำร้อนรวมทั้งระบบของการดูดซับความร้อนในการติดตั้ง
ในระบบ Solar house



ภาพที่ 1.18 การนำมาใช้งานในระบบผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในอาคาร [16]

1.5.3 พลังงานความร้อน (thermal energy)

เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของวัตถุเมื่อวัตถุนั้นได้รับความร้อน วัตถุเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้อุณหภูมิของวัตถุนั้นสูงขึ้นและหากมีการให้ความร้อนต่อเนื่องไปเรื่อยๆ อาจทำให้วัตถุนั้นมีการเปลี่ยนสถานะไป เช่น การต้มน้ำให้เดือดจนกลายเป็นไอ เป็นต้น หรือในกรณีที่มีความร้อนไหลออกจากวัตถุจะทำให้วัตถุมีอุณหภูมิลดลงและสุดท้ายวัตถุจะมีการเปลี่ยนสถานะได้เช่นกัน [17-18]

พลังงานความร้อนที่ทำให้วัตถุมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปไม่ว่าจะเป็นในกรณีที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง สามารถหาค่าได้จาก

$$Q_s = mc \Delta t \quad (1.1)$$

| | | | |
|-------|------------|-----|---|
| เมื่อ | Q | คือ | พลังงานความร้อน (Cal) |
| | c | คือ | ค่าความจุจำเพาะของวัตถุ (J/kg °C) |
| | Δt | คือ | ผลต่างของอุณหภูมิก่อนและหลังให้ความร้อน |

พลังงานความร้อนที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนสถานะ เช่น จากของเหลวไปเป็นไอจากของแข็งไปเป็นของเหลว เป็นต้น โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง สามารถหาค่าได้จาก

$$Q_L = mL \quad (1.2)$$

เมื่อ Q คือ พลังงานความร้อน (Cal)
 m คือ มวลของวัตถุ
 L คือ ค่าความร้อนแฝงจำเพาะ (J/kg)



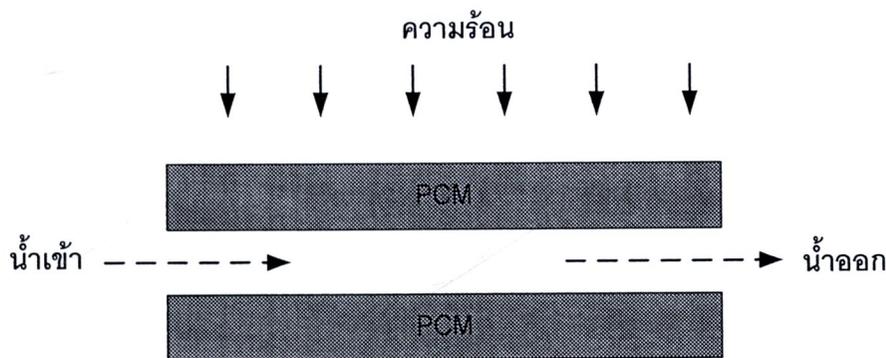
1.6 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองและศึกษาผลของลักษณะการถ่ายเทความร้อนของระบบสะสมความร้อนด้วยวัสดุเปลี่ยนสถานะ ระหว่างกระบวนการเปลี่ยนสถานะจากของเหลว (charge) เป็นของแข็ง (discharge) เพื่อประเมินสมรรถนะหรือศักยภาพในการใช้งานในระบบเล็กๆ เช่น อุปกรณ์ในระบบสื่อสาร หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้าน เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น สำหรับระบบที่ใช้ทดลองประกอบด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ โดยมีด้านของวัสดุเปลี่ยนสถานะทำหน้าที่สะสมความร้อน ในการทดลองเลือกใช้พาราฟิน RT35 คุณสมบัติทางกายภาพแสดงดังตารางที่ 1 และมีน้ำเป็นสารระบายความร้อนแบบไหลวน มีอุณหภูมิในการทำงานอยู่ในช่วง 35-40°C

ตารางที่ 1.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุเปลี่ยนสถานะของ Rubithem RT35 ที่ใช้ในการทดลอง

| ลักษณะทางกายภาพ | RT35 |
|-----------------------------|------|
| จุดหลอมเหลว (°C) | 35°C |
| ค่าดูดกลืนความร้อน (kJ/kg) | 157 |
| ค่าความหนาแน่น (kg/l) | 0.88 |
| ค่าปริมาตรที่ขยายตัว (%) | 10 |
| ค่าการนำความร้อน (W/mK) | 0.2 |

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและออกแบบ สร้างอุปกรณ์สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อน การนำความร้อนโดยใช้ Plate PCM มาใช้ในการเก็บความร้อนในช่วงตอนกลางวัน และใช้น้ำเป็นตัวรับความร้อนจาก PCM เพื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดย PCM โดยทำการออกแบบตามแนวคิดดังรูปที่ 1.19



ภาพที่ 1.19 แบบการทดสอบการแลกเปลี่ยนความร้อนของ PCM

จากภาพที่ 1.19 ความร้อนจากแหล่งพลังงาน จะถูก PCM เก็บกักความร้อนเอาไว้ ซึ่งความร้อนที่ถูกดูดกักเก็บไว้ ถ้าหากมีการระบายความร้อนออกจะช่วยให้ PCM สามารถเก็บกักความร้อนได้เพิ่มขึ้นและยังส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการรับความร้อนจาก PCM เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนและนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความเหมาะสมในการที่จะนำ PCM มาใช้ในงานด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป
2. ทราบประสิทธิภาพของการทำงาน PCM เพื่อเป็นวัสดุแลกเปลี่ยนความร้อน และด้านการดูดซับความร้อนรวมถึงการระบายความร้อนและการนำไปประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานต่อไป
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการช่วยลดปริมาณพลังงานและใช้ในการพัฒนางานวิจัยในด้านต่าง ๆ ต่อไป