

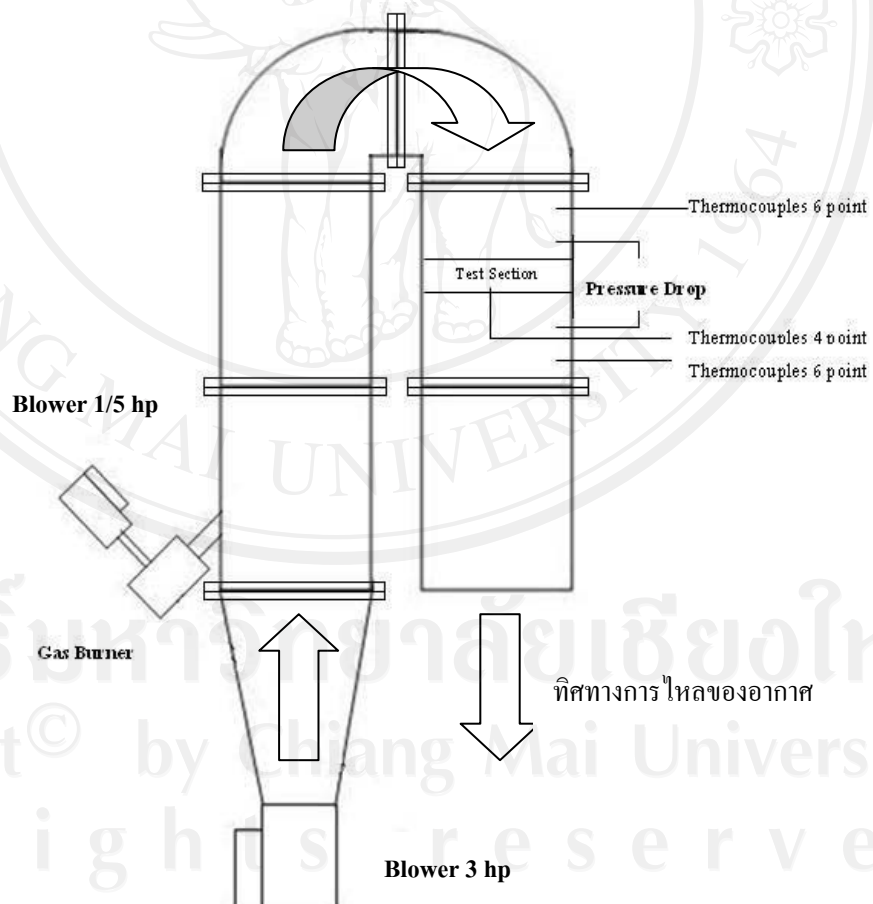
บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

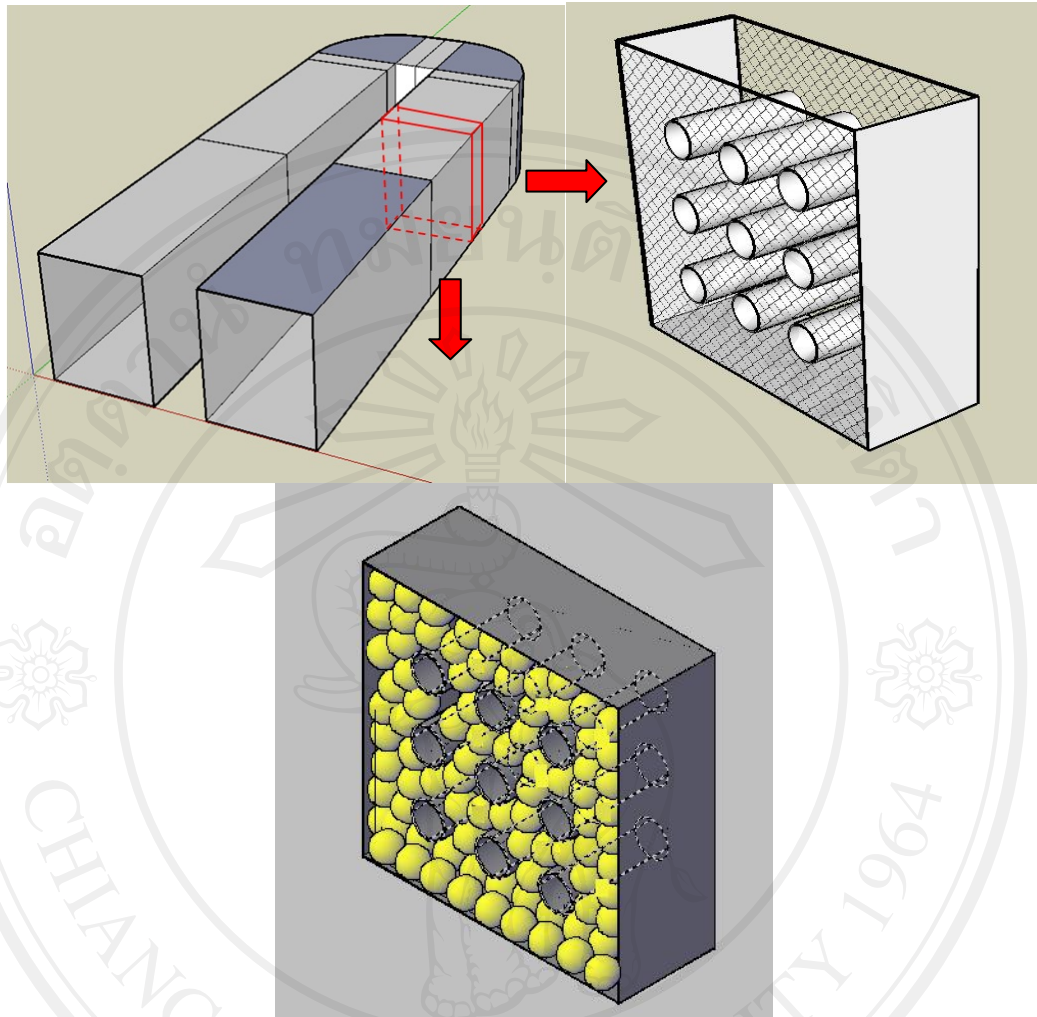
ขั้นตอนการวิจัย การออกแบบการทดลอง รายการวัสดุอุปกรณ์ในการจัดสร้างชุดทดสอบ และสมการคำนวณในการวิเคราะห์การทดสอบ ได้นำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ไดอะแกรมของชุดทดสอบการจำลองระบบเก็บสะสมความร้อนแบบก้อนกรวดที่มีการไหลบายพาสแสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นอุโมงค์ลมที่มีการติดตั้งชั้นสะสมความร้อน (Test section) อยู่ในอุโมงค์ลม

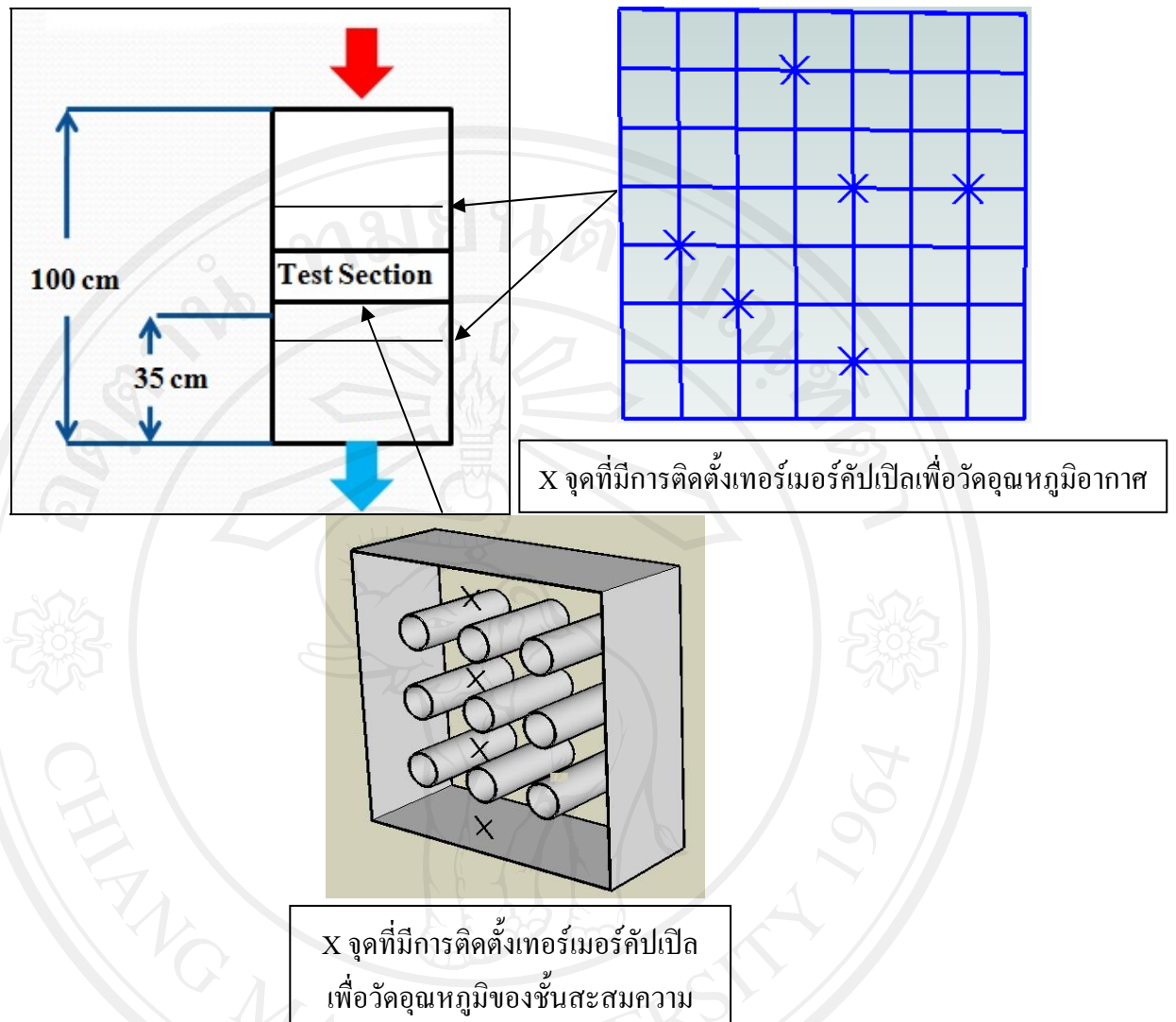


รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมของชุดทดสอบการจำลองระบบเก็บสะสมความร้อนแบบก้อนกรวดที่มีการไหลบายพาส



รูปที่ 3.2 ภาพฉายของชั้นสะสมความร้อนในรูปแบบ 3 มิติ

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของชั้นสะสมความร้อน ที่ทดสอบโดยมีการบรรจุวัสดุสะสมความร้อนลงในชั้นสะสมความร้อนแทรกด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0254 นิ้ว 0.0001m จำนวน 9 ท่อ วางตัวตามความหนาของชั้นสะสมความร้อน เพื่อช่วยลดความดันตกคร่อมที่ผ่านในชั้นสะสมความร้อน และป้องกันแก๊สไหลย้อนกลับมาตามอุโมงค์ลมและเข้าสู่หัวเผาแก๊ส ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อบายพาสทั้ง 9 ท่อคิด 0.045% เป็นเมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของชั้นสะสมความร้อน



รูปที่ 3.3 จุดที่มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในการวัดอุณหภูมิภายในอุโมงค์ลม

รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งที่มีการวัดอุณหภูมิอากาศโดยติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลกับตะแกรงลวดไว้บริเวณก่อนและหลังชั้นสะสมความร้อน บริเวณละ 6 จุด ส่วนอุณหภูมิภายในชั้นสะสมความร้อนมีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลไว้กับวัสดุสะสมความร้อน 4 จุด ในแนวเดียวกันที่ความสูง 4 ระดับ

3.1.1 อุโมงค์ลม

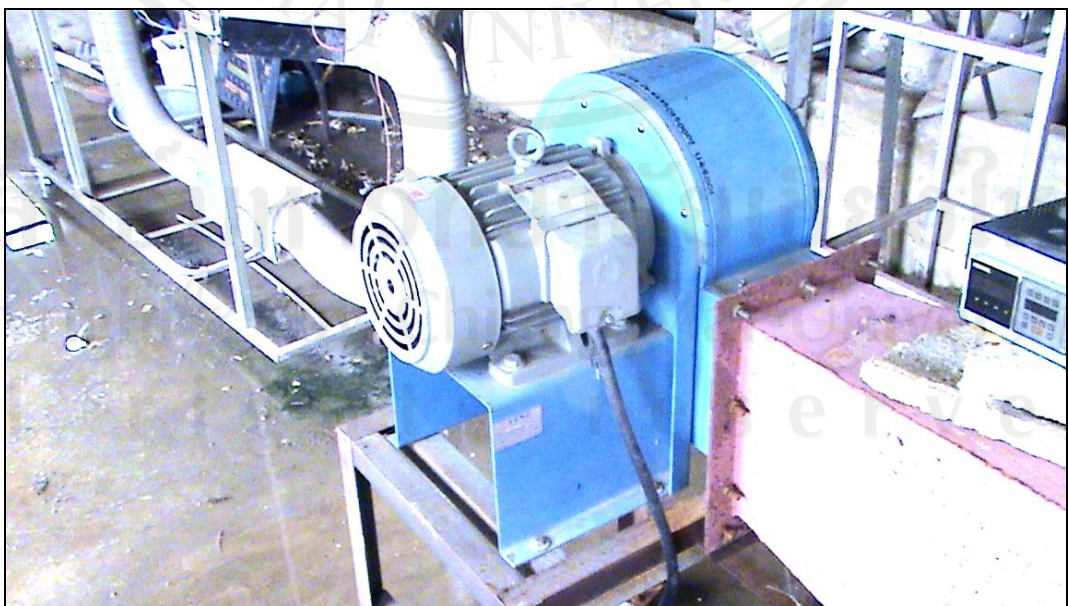
ขนาดหน้าตัดของอุโมงค์ลม 0.4m x 0.4 m ความยาวรวมของอุโมงค์ลม 5 m ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 อุโมงค์ลมที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.2 พัดลมส่งอากาศ

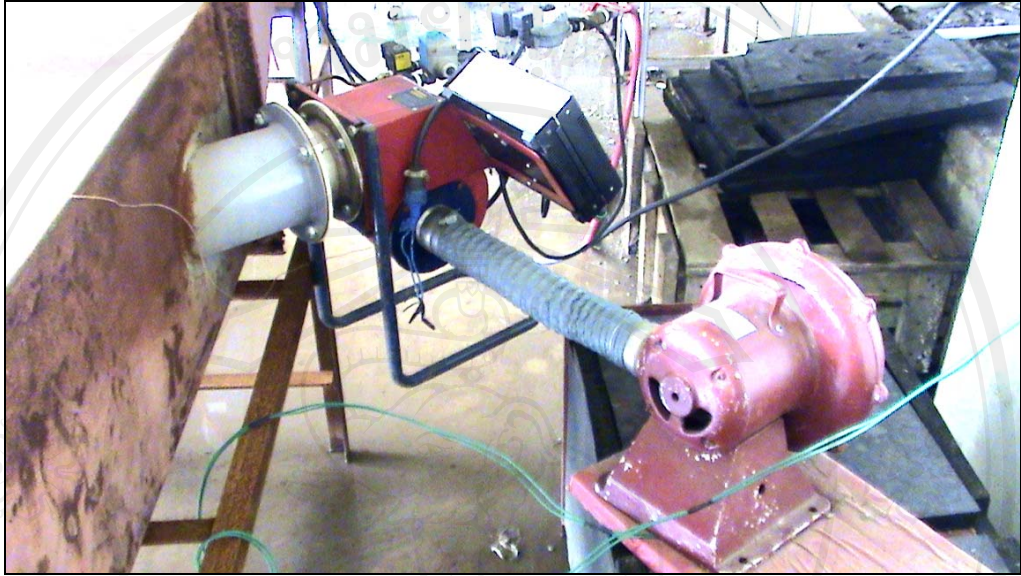
ใช้มอเตอร์ยี่ห้อ VENZ ขนาด 3 hp 3 Phase ในการขับ Blower ในการหมุนเวียนอากาศดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 พัดลมส่งอากาศที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.3 ชุดหัวเผาแก๊ส

ใช้หัวเผาแก๊สยี่ห้อ SIEMENS รุ่น LGB 21.330A27 ในการจุดติดไฟร่วมกับการใช้พัดลมส่งอากาศยี่ห้อ VENZ รุ่น SB-30 ขนาด 0.2 hp (ดังแสดงในรูปที่ 3.6) เพื่อผลิตแก๊สร้อน



รูปที่ 3.6 ชุดหัวเผาแก๊สที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.4 อุปกรณ์วัดข้อมูล

3.1.4.1 เครื่องเก็บข้อมูล (Data Logger)

เครื่องเก็บข้อมูลทำหน้าที่อ่านอุณหภูมิ โดยใช้ร่วมกับสายวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ค่าความถูกต้อง $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เครื่องเก็บข้อมูลทดสอบ

3.1.4.2 สายวัดอุณหภูมิ

สายวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ผลิตโดยบริษัท Omega วัดอุณหภูมิอากาศขาเข้า-ออกชั้นสะสมความร้อน และอุณหภูมิของวัสดุเก็บสะสมความร้อนดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K

3.1.4.3 อุปกรณ์วัดความดันอากาศตกคร่อมหม้อน้ำรถยนต์

Inclined Manometer ยี่ห้อ DWYER ใช้วัดความดันตกคร่อมของระบบเก็บสะสมความร้อนแบบก๊อกรวดที่มีการไหลบายพาสดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์วัดความดันอากาศตกคร่อมหม้อน้ำรถยนต์

3.1.4.4 อุปกรณ์วัดความเร็วของอากาศ

Hot Wire Thermo-Anemometer Sensor ยี่ห้อ ENTECH INSTRUMENTS สามารถแสดงดังในรูปที่ 3.10 ใช้วัดความเร็วอากาศ การควบคุมอัตราการไหลของอากาศสามารถทำได้โดยการเปิด-ปิดช่องทางเข้าของอากาศของพัดลมส่งอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์วัดความเร็วของอากาศ



รูปที่ 3.11 ลักษณะการปิดช่องลมทางเข้าของพัดลมส่งอากาศ

3.2 การทดสอบระบบเก็บสะสมความร้อนแบบกักเก็บความร้อนที่มีการไหลขยายพาส

การทดสอบโดยมีการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงการประจุพลังงานความร้อนให้แก่ชั้นสะสมความร้อน (Charge) และคายพลังงานความร้อนออก (Discharge) เพื่อไปใช้งานโดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การทดสอบช่วงการประจุพลังงานความร้อน (Charge) ให้แก่ชั้นสะสมความร้อน มีขั้นตอนดังนี้โดยเปิดพัดลมส่งอากาศและหัวเผาแก๊ส จากนั้นทำการปรับวาล์วเรกูเรเตอร์ (Regulator) และบอวลวาล์วเพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศเข้าให้มีอุณหภูมิตามที่ควบคุมไว้

(2) ช่วงลดอุณหภูมิของอุโมงค์ลมมีขั้นตอนดังนี้ ปิดสวิตช์พัดลมส่งอากาศและหัวเผาแก๊ส ใช้น้ำฉีดบริเวณภายนอกของอุโมงค์ลมเพื่อให้ลดอุณหภูมิผิวที่สะสมภายนอกของอุโมงค์ลมให้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพื่อเตรียมเข้าสู่การทดลองขั้นต่อไป

(3) การทดสอบช่วงคายพลังงานความร้อนออก (Discharge) เพื่อไปใช้งาน มีขั้นตอนดังนี้ เปิดเฉพาะพัดลมส่งอากาศเพื่อป้อนอากาศที่เข้าชั้นสะสมให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศภายนอก และทำการหยุดการทดลองเมื่ออุณหภูมิผิววัสดุเก็บสะสมความร้อน และอุณหภูมิอากาศที่ออกจากชั้นสะสมความร้อนมีความแตกต่างไม่เกิน 1°C

ลักษณะการบรรจุวัสดุเก็บสะสมความร้อนแบ่งออกเป็น 12 กรณี ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะการบรรจุวัสดุเก็บสะสมความร้อน

กรณี	ขนาดความหนาของชั้นสะสมความร้อน (m)	วัสดุเก็บสะสมความร้อน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุเก็บสะสมความร้อน(m)
1	0.06	กรวดภูเขาไฟ	0.0075
2			0.015
3		ลูกปดเซรามิก	0.02
4			0.03
5	0.10	กรวดภูเขาไฟ	0.02
6			0.04
7		ลูกปดเซรามิก	0.03
8			0.04
9	0.15	กรวดภูเขาไฟ	0.02
10			0.04

ตารางที่ 3.1 ลักษณะการบรรจุวัสดุเก็บสะสมความร้อน (ต่อ)

กรณี	ขนาดความหนาของ ชั้นสะสมความร้อน (m)	วัสดุเก็บสะสมความร้อน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ วัสดุเก็บสะสมความร้อน(m)
11	0.15	ลูกบดเซรามิก	0.03
12			0.04

จากตารางที่ 3.1 ทำการทดลองโดยในแต่ละสภาวะที่ทำการทดสอบ จะเก็บข้อมูลทุก 1 นาที เป็นเวลาประมาณ 120 นาที เพื่อให้เห็นพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของระบบเก็บสะสมความร้อนแบบก้อนกรวดที่มีการไหลบายพาส

โดยงานวิจัยมีการควบคุมระดับอุณหภูมิและอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ ดังนี้

- อุณหภูมิแหล่งจ่ายความร้อนที่ทำควบคุมมี 3 ระดับ คือ 150°C 200°C และ 250°C โดยมีการใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน
- อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศมี 4 ระดับคือประมาณ 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 kg/s

3.3 การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบเก็บสะสมความร้อนแบบก้อนกรวดที่มีการไหลบายพาสเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบ

ข้อมูลจากการทดสอบจะถูกนำมาคำนวณหาอุณหภูมิอากาศที่ออกจากชั้นสะสมความร้อน และอุณหภูมิภายในชั้นสะสมความร้อน เปรียบเทียบกันระหว่างทางทฤษฎีจากการคำนวณและทางปฏิบัติจากการวัดจริง แล้วตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อที่ 2.5