

# การศึกษาประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

ญาดา พรมโสภา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2564 ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



STUDY ON EFFICIENCY OF HYBRID SOLAR COLLECTOR

YADA PROMSOPA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING MAJOR IN MECHANICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING UBON RATCHATHANI UNIVERSITY ACADEMIC YEAR 2021 COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ รวมทั้งการเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต กฤตาคม ประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ นามเขต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้ให้ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ตลอดจนกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความ ร่วมมือในการศึกษาจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ เพื่อน ๆ นักศึกษาที่คอยให้กำลังใจ และขอขอบพระคุณสถาบันการศึกษาแห่งนี้ ที่ได้ให้ความรู้ และ ประสบการณ์อันมีค่าในการศึกษา

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการศึกษาดี คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากการศึกษาครั้งนี้ ขอมอบแด่ผู้ที่อยู่เบื้องหลังในการส่งเสริมความสำเร็จ ทั้งที่ได้กล่าวนามถึงและมิได้กล่าวนามถึงทุกท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

> ญาดา พรมโสภา ผู้วิจัย

#### บทคัดย่อ

เรื่อง	การศึกษาประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	
ผู้วิจัย	ญาดา พรมโสภา	
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา	
คำสำคัญ	แผงผลิตไฟฟ้าและความ, ประสิทธิภาพความร้อน, ประสิทธิภาพด่	จ้านไฟฟ้า
	รังสีแสงอาทิตย์	

แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีขนาดพื้นที่รับพลังงานตกกระทบ 1 ตารางเมตร และแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสูงสุด 100 วัตต์ ถูกออกแบบและสร้างเพื่อใช้ในการทดสอบ ประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแบบผสมผสานและเพื่อนำไปประยุกต์ร่วมกับการทดสอบเครื่องอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งในการศึกษาได้ดำเนินการทดสอบภายใต้เงื่อนไข พลังงานตกกระทบ 400, 600 และ 800 วัตต์ต่อตารางเมตร และความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยมี พารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา คือ ประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง ประสิทธิภาพรวม อัตราการอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง

ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อพลังงานตกกระทบหรือความเร็วลมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพด้าน ความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวมเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นผลการทดลองยังพบว่า ประสิทธิภาพรวมของระบบมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 55.5 ในส่วนการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์ ผลจากการทดลองพบว่า เมื่อความเร็วลมและพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตรา การการอบแห้งลดลงและการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น และผลจากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สูงสุดเท่ากับเท่ากับร้อยละ 4.10

#### ABSTRACT

TITLE		:	STUDY ON EFFICIENCY OF HYBRID SOLAR COLLECTOR
AUTHOR		:	YADA PROMSOPA
DEGREE		:	MASTER OF ENGINEERING
MAJOR		:	MECHANICAL ENGINEERING
ADVISOR	:		ASSOC.PROF. UMPHISAK TEEBOONMA, Ph.D.
KEYWORDS		:	PV/T COOLLECTOR, THERMAL EFFICIENCY, ELECTRICAL
			EFFICIENCY, SOLAR RADIATION

This research sought to study the efficiency of a flat-plate photovoltaic / thermal (PV/T) collector. The PV/T collector had an area of 1.0 m<sup>2</sup> and solar module with a maximum electric power of 100 watts. These were designed and built for use in combined solar panel array performance tests and for applications in conjunction with solar dryer testing. The test was conducted under the following conditions: the incident energy was 400, 600 and 800 watts per square meter and wind speeds of 1.0, 1.5 and 2.0 meters per second, respectively. The parameters used as criteria for the study were thermal, electrical, and overall efficiency, drying rate, Specific energy consumption, and dryer efficiency.

The results of the study found that when the incident energy or wind speed increases, this results in increased thermal, electrical, and overall efficiency. In addition, the results showed that the overall efficiency of the system was as high as 55.5%. In solar dryer test section the results demonstrated that as wind and energy speeds increased, drying rates decreased and specific energy consumption increased. Finally, the results of the experiment showed that the maximum efficiency of solar dryers was 4.10%

# สารบัญ

ঀ

กิตติก	558	มประ	ะกาศ	ก
บทคัด	เย่อ	ภาษ	าไทย	ข
บทคัด	າຍ່ອ	ภาษ	าอังกฤษ	ค
สารบั	ល្ង			ঀ
สารบั	ญต	าราง	9	ຉ
สารบั	លូរ	าพ		જ
บทที่	1	ບທາ	นำ	
		1.1	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
		1.2	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
		1.3	ขอบเขตของงานวิจัย	2
		1.4	ระเบียบวิธีวิจัย	2
		1.5	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	3
		1.6	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
		1.7	แผนการดำเนินงาน	3
บทที่	2	ทฤษ	<b>ะ</b> ฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
		2.1	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	4
		2.2	การผลิตไฟฟ้าและความร้อน	5
		2.3	ทฤษฎีกลไกลการถ่ายเทความร้อน	8
		2.4	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	13
		2.5	ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้ง	14
		2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19

# สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ชุดทดลอง	24
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	25
3.3 มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	27
3.4 วิธีการทดลองแผงเก็บรังสีแบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน	28
3.5 การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	34
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสึในสภาวะแวดล้อมจริง	45
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ	66
4.4 ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู	79
4.5 อัตราการอบแห้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	93
4.6 ผลการทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะ	95
4.7 ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	96
4.8 ตารางผลการทดลองการอบแห้งโดยใช้วัสดุฟองน้ำและเนื้อหมู	99
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	100
5.2 ข้อเสนอแนะ	101
เอกสารอ้างอิง	102
ภาคผนวก	106
ประวัติผู้วิจัย	122

# สารบัญตาราง

ตาราง	ที่	หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	3
4.1	ผลการทดสอบการอบแห้งวัสดุโดยใช้ฟองน้ำ	99
4.2	ผลการทดสอบการอบแห้งวัสดุโดยใช้เนื้อหมู	99

# สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผงเก็บรังสีอาทิตย์แบบสุญญากาศ	4
2.2	แผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ	5
2.3	ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์	6
2.4	เซลล์แสงอาทิตย์ก่อนได้รับแสง	6
2.5	เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเริ่มได้รับแสง	7
2.6	เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อได้รับแสงและเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า	7
2.7	การรับความร้อนจากแสงอาทิตย์	8
2.8	การพัฒนาชั้นขอบเขตในการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนแบบบังคับ	10
2.9	การไหลขนานกับผนังราบ	11
2.10	การไหลเวียนอากาศแบบธรรมชาติ	15
2.11	การไหลเวียนอากาศแบบบังคับ	15
2.12	แผนภาพการทดลองประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	20
2.13	ติดตั้งพัดลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศ	21
2.14	ชุดทดลองประกอบด้วยตู้อบแห้งและแผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ	22
3.1	ชุดทดลองแผงเก็บรังสีผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ	24
3.2	เครื่องบันทึกข้อมูล	25
3.3	สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค	25
3.4	เครื่องมือวัดความเร็วลม	26
3.5	เครื่องวัดความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์	26
3.6	เครื่องเครื่องมัลติมิเตอร์	27
3.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $oldsymbol{\eta}_{_{ m I}}$ และ $\left( au_{_{ m I}}- au_{_{ m o}} ight)$ / G $_{_{ m T}}$	28
3.8	การทดลองแผงเก็บรังสีในห้องปฏิบัติการ	29
3.9	การทดลองแผงเก็บรังสีในสภาวะแวดล้อมจริง	30
3.10	ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	31
3.11	ขนาดเนื้อหมูที่ใช้ทดลอง	31
3.12	เนื้อหมูที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	32
3.13	สุ่มตัวอย่างเนื้อหมูเข้าตู้อบมาตรฐาน	32

ภาพที่		หน้า
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	กรณีผลิตเฉพาะความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	35
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อน	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตเฉพาะความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	36
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิ	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	37
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อน	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	38
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้า	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	39
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อน	40
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวม	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม	41
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเฉลี่ย กรณีที่ 3	42
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิ	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีที่ 3	42
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อน	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม กรณีที่ 3	43
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้า	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3	44
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3	44
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวมระบบ	
	แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3	45

ภาพที่		หน้า
4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพความร้อนประสิทธิภาพ	
	ไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวมระบบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3	45
4.15	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	46
4.16	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	47
4.17	ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1	48
4.18	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1	48
4.19	ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	49
4.20	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	50
4.21	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้	
	ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	51
4.22	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	51
4.23	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	52
4.24	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	53
4.25	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	53
4.26	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าประสิทธิภาพรวม	
	ที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	54

ภาพที่		หน้า
4.27	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความ	
	เรวลมเทากบ 1.5 m/s สาหรบกรณท 2	55
4.28	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายไต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s สำหรับกรณี 2	
4.29	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	56
4.30	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	57
4.31	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	57
4.32	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวม	
	ที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	58
4.33	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้	
	ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	59
4.34	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s	
	สำหรับกรณี 2	59
4.35	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม	
	เท่ากับ 2.0m/s สำหรับกรณีที่ 2	60
4.36	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	61
4.37	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ	
	2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	61
4.38	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวม	
	ที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	62
4.39	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม	
	สำหรับกรณีที่ 3	63

ภาพที่		หน้า
4.40	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่	
	กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	63
4.41	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม	
	สำหรับกรณีที่ 3	64
4.42	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนโดยไม่กำหนดความเร็วลม	
	สำหรับกรณีที่ 3	65
4.43	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม	
	สำหรับกรณีที่ 3	65
4.44	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมระบบที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนด	
	ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	66
4.45	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิไฟฟ้าและประสิทธิรวมที่เวลา	
	ต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	67
4.46	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	68
4.47	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	68
4.48	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1	69
4.49	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1	70
4.50	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	70
4.51	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	71
4.52	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	72

ภาพที่		หน้า
4.53	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	72
4.54	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม	
	1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	73
4.55	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	74
4.56	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	74
4.57	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม	
	1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	75
4.58	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	76
4.59	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	76
4.60	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม	
	2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	77
4.61	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาโดยไม่กำหนด	
	ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	78
4.62	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
	โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	78
4.63	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลา โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	79
4.64	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบ สำหรับกรณีที่ 3	80
4.65	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีที่ความเร็วลม	
	1.0 m/s กรณีที่ 1	81
4.66	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	82

ภาพที่		หน้า
4.67	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีที่ความเร็วลม	
	1.5 m/s กรณีที่ 1	83
4.68	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1	83
4.69	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีที่ความเร็วลม	
	2.0 m/s กรณีที่ 1	84
4.70	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1	85
4.71	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสึโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 1.0 m/s กรณีที่ 2	86
4.72	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	86
4.73	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	87
4.74	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสึโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 1.5 m/s กรณีที่ 2	88
4.75	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	88
4.76	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2	89
4.77	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 2.0 m/s กรณีที่ 2	90
4.78	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
	ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	90
4.79	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู	
	ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2	91

	หน้า
ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมูโดยไม่กำหนด	
ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	92
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์	
ใช้เนื้อหมู โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	92
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่	
ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3	93
ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบใช้เนื้อหมู สำหรับกรณีที่ 3	94
การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งโดยใช้ฟองน้ำ	94
การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งโดยใช้เนื้อหมู	95
กราฟความสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โดยฟองน้ำ	96
กราฟความสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู	97
กราฟประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ	98
กราฟประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู	99
	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมูโดยไม่กำหนด ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ใช้เนื้อหมู โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่ ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบใช้เนื้อหมู สำหรับกรณีที่ 3 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งโดยใช้ฟองน้ำ การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งโดยใช้เนื้อหมู กราฟความสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โดยฟองน้ำ กราฟาวมสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู กราฟประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู

## บทที่ 1 บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

้ปัจจุบันโลกมีการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจรวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้มีความ ต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ทั่วโลกเริ่มประสบปัญหาด้านพลังงาน อีกทั้งพลังงานที่นำมาใช้ ้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานจากฟอสซิล ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำลายความ สมดุลทางธรรมชาติ นอกจากนั้นยังส่งผลต่อสุขอนามัย ด้วยเหตุนี้ปัจจุบันทั่วโลกจึงตระหนักถึง ้ความสำคัญด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยพยายามหาแหล่งพลังงานทดแทนที่เป็นมิตร ้กับสิ่งแวดล้อมมาใช้ทดแทนพลังงานที่ได้จากฟอสซิล ซึ่งพลังงานทดแทนเหล่านี้ คือ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวภาพ พลังงานชีวมวลและพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น และโดยเฉพาะพลังงาน ้แสงอาทิตย์ซึ่งกำลังได้รับความสนใจในการประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นพลังงานที่ฟรี ไม่มีวันหมด สะอาด ปราศจากมลพิษและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำพลังงานแสงอาทิตย์มา ้ประยุกต์ใช้งานในช่วงที่ผ่านมาคือ การประยุกต์ใช้โดยเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนและเปลี่ยนรูป เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อนำอุปกรณ์ทั้งสองรวมเข้าด้วยกันซึ่งจะทำให้อุปกรณ์มีขนาด กะทัดรัด สามารถใช้งานได้หลายหน้าที่และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังเป็น การช่วยลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C จะทำให้กระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกลดลงประมาณร้อยละ 5 และชนิดไร้ผลึกลดลง ประมาณร้อยละ 0.25 ที่ผ่านมามีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แผงเก็บรังสีเพื่อ เปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์ และเพิ่มประสิทธิภาพ [1-3] อย่างไรก็ตามการศึกษาการประยุกต์ใช้ แผงเก็บรังสีแบบผสมผสานกับเครื่องอบแห้งยังมีไม่มากเพียงพอ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษา ประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแบบผสมผสานและนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องอบแห้ง ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูล เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงเก็บรังสีแบบผสมผสาน

#### 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและสมรรถนะเครื่องอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงเก็บรังสีแบบผสมผสาน

#### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ขนาดพื้นที่แผงเก็บรังสีเท่ากับ 1.0 m<sup>2</sup>

1.3.2 ขนาดแผงเซลล์แสงแสงอาทิตย์ 100 W<sub>p</sub>

 1.3.3 ปัจจัยที่ศึกษา คือ ความเร็วลม และพลังงานตกกระทบแผงเก็บรังสีโดยทำการศึกษา ในช่วง

1.3.3.1 ความเร็วลมที่ศึกษา 1.0 m/s, 1.5 m/s และ 2.0 m/s

1.3.3.2 พลังงานตกกระทบที่ศึกษา 400 W/m², 600 W/m² และ 800 W/m²

1.3.4 ขนาดห้องอบเท่ากับ 0.5 x 1.4 m

1.3.5 ตัวอย่างในการทดลอง ได้แก่ ฟองน้ำ และเนื้อหมู

1.3.6 เกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษา คือ ประสิทธิภาพแผงเก็บรังสี อัตราการอบแห้ง ความสิ้นเปลือง พลังงานจำเพาะ และประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง

#### 1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและวารสารทางวิชาการทั้งในประเทศและ ต่างประเทศ

1.4.2 ออกแบบชุดสำหรับใช้ในการทดลองประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

1.4.3 เตรียมทดลองอุปกรณ์ เครื่องมือ และชุดทดลอง

1.4.4 ทดลองแผงเก็บรังสีแบบผสมผสานในห้องปฏิบัติการโดยใช้สปอร์ตไลท์ทำหน้าที่เสมือน แสงอาทิตย์เทียม

1.4.5 ทดลองแผงเก็บรังสีแบบผสมผสานโดยทำการทดลองแบบแสงอาทิตย์จริง

1.4.6 แก้ไขและปรับปรุงชุดทดลอง

1.4.7 ทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงเก็บรังสีแบบผสมผสาน โดยใช้ผลิตภัณฑ์ คือ ฟองน้ำและเนื้อหมู

1.4.8 วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง

## 1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1.5.1 แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
- 1.5.2 แหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียม (สปอร์ตไลท์)
- 1.5.3 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล
- 1.5.4 อุปกรณ์วัดความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.5.5 สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค
- 1.5.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม
- 1.5.7 คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลและวิเคราะห์ผล

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแบบผสมผสาน
- 1.6.2 ทราบสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงเก็บรังสีแบบผสมผสาน

## 1.7 แผนการดำเนินงาน

## ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม/ขั้นตอน										ระเ	ถะเ.	วลา	(เดื	อน	)									
การดำเนินงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	•															-								
งานวิจัย																								
2. ออกแบบและสร้างชุด							┥		•															
ทดลอง																								
<ol> <li>ทำการทดลองแผงเก็บ</li> </ol>									•					•										
รังสีแสงอาทิตย์																								
4. วิเคราะห์และสรุปผลการ														┥		•								
ทดลองแผงเก็บรังสี																								
<ol> <li>ทำการสอบเครื่องอบแห้ง</li> </ol>																◀					•			
พลังงานแสงอาทิตย์																								
6.วิเคราะห์และสรุปผลการ																						♦		
ทดสอบเครื่องอบแห้ง																								
พลังงานแสงอาทิตย์																								
7. เขียนสรุปรายงานวิจัย																						◀		•
ฉบับสมบูรณ์																								

# บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยได้ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีพร้อมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ แผงเก็บ รังสีแบบแผ่นเรียบและแบบผสมผสาน รวมทั้งการทดลองสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในแต่ละหัวข้อต่อไปนี้

## 2.1 แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

แผงเก็บรังสีอาทิตย์เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำหน้าที่แปลงรังสีแสงอาทิตย์ให้อยู่ใน รูปแบบทางความร้อน ซึ่งแตกต่างจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั่วไปคือจะมีการถ่ายเทความร้อน จากแผงเก็บรังสีไปยังของไหล ซึ่งถูกออกแบบใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศา ตัวเก็บรังสี แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่รับรังสีรวมที่มากระทบโดยไม่จำเป็นว่าต้องมีดวงอาทิตย์แผงเก็บรังสีแบบแผ่น ราบนี้มีกลไกการทำงานที่ซับซ้อนน้อย มีการบำรุงรักษาที่ง่าย มีการนำแผงเก็บรังสีแบบแผ่นราบไป ประยุกต์ใช้งาน ได้แก่ การทำน้ำร้อน การอบแห้ง และกระบวนการทางอุตสาหกรรม แผงเก็บรังสีแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

## 2.1.1 แผงเก็บรังสีแบบหลอดสุญญากาศ

แผงเก็บรังสีแบบสุญญากาศ มีเป็นท่อแก้วใสเรียงเป็นหลาย ๆ แถว ภายในท่อมีอีกท่อ หนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนรังสีเคลือบด้วยวัสดุพิเศษ ช่องว่างระหว่างท่อชั้นในกับชั้นนอกเป็น สุญญากาศเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวกักเก็บความร้อน ซึ่ง สามารถรับอุณหภูมิได้สูงสุดที่ระดับ 100-200 °C และมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าแบบแผ่น เรียบสูงสุดมากกว่า 60% โดยมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผงเก็บรังสีอาทิตย์แบบสุญญากาศ [4]

#### 2.1.2 แผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ

แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมีลักษณะคล้ายแผงเก็บรังสีแบบหลอดสุญญากาศ แต่จะไม่มีท่อแก้วใส ซึ่งจะมีแผ่นปิดใสวางไว้บนแผ่นดูดซึ่งสามารถรับอุณหภูมิได้สูงสุดภายในตัวเก็บ รังสีที่ระดับ 40-90 °C แผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบมีราคาถูกกว่าแบบสุญญากาศ และแผงเก็บรังสีชนิด นี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งส่วนประกอบของตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ ได้แก่

2.1.2.1 แผ่นปิดใสกระจก ทำหน้าที่ในการป้องการการสูญเสียความร้อนเมื่อได้รับความ ร้อน

2.1.2.2 แผ่นดูดกลืนความร้อน มีคุณสมบัติการนำความร้อนที่ดีซึ่งจะเป็นสีดำ เช่น แผ่น โลหะสี ดำ ซึ่งลักษณะจะเป็นแบบท่อ แผ่นครีบ ส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาใช้ คือ ทองแดงอะลูมิเนียม

2.1.2.3 ฉนวน ช่วยลดการสูญเสียความร้อน ซึ่งนิยมนำมาใช้ได้แก่ ใยแก้ว โฟมพลาสติกและเซรามิค

2.1.2.4 ตัวครอบ ตัวปิดช่องกันรั่วไหล กรอบ ฉนวนกันความร้อน และแผ่นปิดด้านหลัง เพื่อป้องกันการรั่วของอากาศภายในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ออกไปสู่ภายนอก ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ [4]

#### 2.2 การผลิตไฟฟ้าและความร้อน

## 2.2.1 การผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานเซลล์แสงอาทิตย์เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง เมื่อ แสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามากระทบจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งพลังงานกระทบ กับสารกึ่งตัวนำเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน และพลังงานแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของ กระแสไฟฟ้าขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าไปใช้งานได้



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์ [5]

จากภาพที่ 2.3 N-type silicon คือ สารกึ่งตัวนำด้วยฟอสฟอรัสทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัว ให้อิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานแสงที่ติดอยู่ด้านหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ ถัดมา P-type คือ ซิลิกอนซึ่ง เป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้ด้วยสารโบรอนซึ่งโบรอนทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน เมื่อรับ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนจะนำสารทั้ง 2 ชนิด มาประกบกันด้วย P-N junction และทำให้เกิดเป็นเซลล์แสงอาทิตย์

ในสภาวะที่ไม่มีแสงแดด N-type ซิลิกอนอยู่ด้านหน้าของเซลล์ส่วนประกอบส่วนใหญ่ พร้อมจะให้อิเล็กตรอน ซึ่งบริเวณด้านหน้าของ N-type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำ หน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน P-type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านล่างของเซลล์โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮลแต่ ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อยและด้านล่างของ P-type ซิลิคอนจะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่รวบรวมโฮลดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ก่อนได้รับแสง [5]

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผง แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อมีพลังสูงอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กันอิเล็กตรอนซึ่งจะวิ่ง ไปยังชั้น N-type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น P-type ดังแสดงภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเริ่มได้รับแสง [5]

อิเล็กตรอนจะวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจรจะทำให้เกิด กระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องมาจากทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กันดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 เซลล์แสงอาทิตย์เมื่อได้รับแสงและเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า [5]

#### 2.2.2 การผลิตความร้อน

หลักการผลิตความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยระบบจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงรังสีคลื่นสั้น ให้เป็นพลังงานความร้อนผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์ โดยอาศัยหลักการเบื้องต้นของ แสง ซึ่งเมื่อตกกระทบวัตถุใด ๆ จะเกิดปรากฏการณ์เชิงแสง 4 รูปแบบ ได้แก่ การดูดกลืนแสง การ เปล่งแสง การสะท้อนแสง และการส่องผ่าน โดยวัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติเชิงแสงต่างกัน การเลือก วัสดุที่มีสมบัติเชิงแสงที่เหมาะสมมาสร้างเป็นระบบทำความร้อน ทำให้ใช้ประโยชน์ได้ในหลากหลาย ลักษณะ เช่น การผลิตน้ำร้อน การสร้างความอบอุ่นในอาคารบ้านเรือนในเขตหนาว กระบวนการ อบแห้ง หรือการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การรับความร้อนจากแสงอาทิตย์

### 2.3 ทฤษฎีกลไกลการถ่ายเทความร้อน

พลังงานความร้อนสามารถถ่ายเทจากสสารหนึ่งไปยังอีกสสารหนึ่ง โดยมีสื่อตัวกลางหรือไม่มีก็ได้ สามารถแบ่งกลไกการถ่ายเทความร้อนได้ 3 ประเภท ดังนี้

### 2.3.1 การนำความร้อน

การนำความร้อน คือ เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านความ ร้อนจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ จะเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลของสารโดยสารไม่เคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้ดี ในตัวกลางที่เป็นของแข็งโดยเฉพาะวัตถุที่ทึบแสง และความสามารถในการนำความร้อนของสสารจะ วัดได้คือ ค่าการนำความร้อน หรือ อักษรย่อ k จะได้จากสมการที่ (2.1)

$$Q_{cond} = -kA\left(\frac{dT}{dx}\right) \tag{2.1}$$

เมื่อ

Т

x

- $Q_{\scriptscriptstyle cond}$  คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน, (W)
- A คือ พื้นที่การถ่ายเทความร้อน, (m²)

คือ อุณหภูมิ, (K)

- คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของความร้อน, (m)
- k คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อน, (W/m⋅K)

#### 2.3.2 การพาความร้อน

การพาความร้อน คือ เป็นการถ่ายโอนความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอมและสสาร จะเกิดในของเหลวและแก๊ส ส่วนของแข็งมีการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบของการนำความร้อน ซึ่ง การถ่ายเทความร้อนจะเกิดการคลื่อนที่แบบสุ่มของโมเลกุลและการเคลื่อนที่ของไหล ซึ่งการถ่ายเท ความร้อนโดยการพาความร้อนจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 การพาความร้อนแบบธรรมชาติ

การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของไหลที่เกิดจากแรงลอยตัวของของไหล คือ ของ ไหลจะไม่ถูกทำให้เคลื่อนไหวตามกลไกลภายนอก วัตถุที่มีผิวเรียบอยู่ในของไหลซึ่งอยู่นิ่งถ้าอุณหภูมิผิว สูงกว่าของไหลความร้อนจะเคลื่อนที่มายังของไหลที่ชิดผนัง

2.3.2.2 การพาความร้อนแบบบังคับ

โมเลกุลของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่จากแรงภายนอก เช่น แรงปั้ม ทำให้ของไหล ไหลผ่านบนพื้นผิวภายหรือไหลในท่อ ซึ่งกลไกการเคลื่อนที่ของไหลจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การ ไหลแบบราบเรียบ และการไหลแบบปั่นป่วน

การคำนวณหาการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพาความร้อนต้องคำนึงถึงหลายสิ่งหลาย อย่างที่มีผลต่อการเคลื่อนที่แบบการพาความร้อนหรือคุณสมบัติของของไหล ได้แก่ ความหนาแน่น ความร้อนจำเพาะ ความหนืด ความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิวของไหล และความเร็วของของไหล ซึ่งนิวตันได้นำสมการสำหรับคำนวณการคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา ดังสมการ ที่ (2.2)

$$Q_{conv} = hA\Delta T \tag{2.2}$$

เมื่อ

$Q_{conv}$	คือ	อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน, (W)
h	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน, (W/m² K)
A	คือ	พื้นที่การถ่ายเทความร้อน, (m²)
$\Delta T$	คือ	ผลต่างของอุณหภูมิ, (K)

การพาความร้อนภายนอก (External convection heat transfer) เกิดจากของไหลเป็น สารตัวกลางโดยของไหลมิได้ถูกจำกัดให้ไหลในบริเวณที่กำหนด แต่เป็นการไหลผ่านผิวนอกของ ของแข็งเช่นการไหลผ่านผนังราบ การไหลตั้งฉากกับวัตถุรูปทรงกระบอก การไหลของของไหลมา กระทบกับของแข็งรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ในทิศทางใดก็ได้การพิจารณาการไหลของของไหลผ่านผนัง ราบดังแสดงในภาพที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าการที่มีผนังอยู่ในของไหลทำให้ความเร็วของของไหลส่วนที่อยู่ ใกล้กับผนังเปลี่ยนไป เมื่อพิจารณาแล้วอาจจะแบ่งของไหลออกเป็นสองบริเวณ บริเวณแรกอยู่ใกล้กับ ผนังเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการที่ผนังราบมาอยู่ในของไหลทำให้ความเร็วของของไหลในบริเวณ นี้เปลี่ยนไปบริเวณที่สองเป็นบริเวณที่ของไหลไม่ได้รับอิทธิพลจากผนังราบ



## ภาพที่ 2.8 การพัฒนาชั้นขอบเขตในการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนแบบบังคับ [6]

ของไหลบริเวณแรกซึ่งได้รับอิทธิพลจากผนังนั้นเรียกกันว่า Boundary layer จะเห็นจาก ภาพที่ 2.9 ความเร็วของของไหลที่ผิวของผนังนี้มีค่าเป็นศูนย์แล้วมีค่าเพิ่มขึ้นจนเท่ากับความเร็วของ ของไหลภายนอก Boundary layer ( $u_{\infty}$ ) หรือเรียกว่า ความเร็วของฟรีสตรีม(Free stream velocity) ซึ่งจะเห็นได้ว่า Boundary layer เกิดขึ้นที่ปลายของผนังแล้วค่อย ๆ มีความหนามากขึ้นไป ตามทิศทางการไหลของของไหล ในช่วงแรก Boundary layer จะเป็นแบบลามินาร์เมื่อ Boundary layer มีความหนามากขึ้นถึงจุด ๆ หนึ่งการไหลจะเริ่มเปลี่ยนไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วนและ Boundary layer จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็น Turbulent boundary layer การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการ เปลี่ยนแบบค่อยเป็นค่อยไป ในช่วงการเปลี่ยนแปลงนี้การไหลจะเป็นแบบราบเรียบและปั่นป่วนผสม กับบริเวณที่เรียกว่า ทรานซิชั่นโซน (Transition zone) ซึ่งการไหลจะเปลี่ยนจากราบเรียบเป็น ปั่นป่วนแล้ว การไหลในชั้นบาง ๆ ของของไหลส่วนที่อยู่ติดกับผนังยังคงเป็นแบบราบเรียบ บริเวณนี้ เรียกว่า Laminar sublayer



ภาพที่ 2.9 การไหลขนานกับผนังราบ [6]

การไหลแบบราบเรียบเป็นการไหลของของไหลเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ ไม่มีการผสม ของชั้นของไหล ซึ่งการไหลแบบราบเรียบนี้มักจะเกิดขึ้นกับของไหลที่มีความหนืด เนื่องจากไม่มีการ เคลื่อนไหวของอนุภาคของไหลในทิศทางอื่นนอกจากทิศทางของการไหล การถ่ายเทความร้อนผ่านชั้น ของ Boundary layer และตั้งฉากกับผนังในกรณีของ Laminar Boundary layer จึงเป็นการ เคลื่อนที่แบบการนำความร้อนเมื่อมีการไหลของของไหลเปลี่ยนไปเป็นแบบปั่นป่วนแล้วจะมีการ เคลื่อนที่ของโมเลกุลในทิศทางอื่นนอกจากทิศทางของการไหลการถ่ายเทความร้อนจะมีค่าสูงขึ้น จาก ภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นว่ามี Boundary layer อยู่สามแบบ คือ แบบลามินาร์ เทอร์บูเลนท์ และ ทรานซิชั่น ปริมาณที่มีความสำคัญมากในการที่จะกำหนดว่า Boundary layer จะเป็นแบบไหน คือ เรย์โนลด์นัมเบอร์ โดยจำนวนเลขเรย์โนลด์ จะขึ้นอยู่กับความเร็วการไหล ความหนืด ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ และความหนาแน่นของของไหล ซึ่งสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการ ที่ (2.3)

$$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu}$$
(2.3)

เมื่อ

Reคือค่าตัวเลขเรย์โนลด์นัมเบอร์Vคือความเร็วการไหล,(m/s) $D_h$ คือเส้นผ่านศูนย์กลางเสมือน,(m) $\rho$ คือความหนาแน่นของของไหล,(kg/m³) $\mu$ คือความหนืดของของไหล,(kg/m s)

ได้มีการกำหนดค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์สำหรับ Boundary layer แบบต่าง ๆ ในกรณีของ การไหลขนานกับผนังราบไว้ดังนี้

แบบลามินาร์	$0 < \text{Re} < 5 \times 10^5$
แบบทรานซิชั่น	$5 \times 10^{5} < \text{Re} < 3 \times 10^{5}$
แบบเทอร์บูแลนท์	$Re > 5 \times 10^5$

หากผิวของผนังหยาบมาก Laminar Boundary layer จะเริ่มเปลี่ยนเป็นแบบทรานซิชั่น ที่เรย์โนลด์นัมเบอร์ต่ำลงกว่า 5×10<sup>5</sup> สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะพิจารณาในรูปของ ค่า Nusselt number โดยใช้สมการของ ฮิลล์เพิท (Hilpert equation) ดังในสมการที่ (2.4)

$$Nu = \frac{hD_h}{k} = C \operatorname{Re}^m \operatorname{Pr}^{1/3}$$
(2.4)

โดยทั่วไปแล้วการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนซึ่งมีเทอมของค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Re) ค่าตัวเลขนัสเซิลท์ (*Nu*) และค่าตัวเลขพรันด์เทิล (Pr) ได้ดังสมการที่ (2.5)

$$h = \frac{k}{D_h} C \operatorname{Re}^m \operatorname{Pr}^{1/3}$$
(2.5)

เมื่อ

Nu	คือ	ค่าตัวเลขนัสเซิลท์
h	คือ	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน, (W/m²K)
$D_h$	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางเสมือน,(m)
k	คือ	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน, (W/mK)
С,т	คือ	ค่าคงที่ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามค่าตัวเลขเรย์โนลด์
Re	คือ	ค่าตัวเลขเรย์โนลด์
Pr	คือ	ค่าตัวเลขพรันด์เทิล

#### 2.3.3 การแผ่รังสี

การแผ่รังสี คือ เป็นการส่งความร้อนในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (รังสีอินฟาเรด) ไม่อาศัย ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น การแผ่รังสีดวงอาทิตย์มายังโลก วัตถุที่แผ่รังสีได้ดีจะมีสีดำซึ่งเป็นตัว ดูดกลืนรังสีเกิดการถ่ายเทอย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะที่เป็นสุญญากาศเป็นไปตามสมการเรียกว่า สตีเฟนและโบลซ์แมน (Stefan and Boltzmann Law) เป็นพลังงานที่แผ่ออกมาต่อหน่วยเวลาและ หน่วยพื้นที่ ดังสมการที่ (2.6)

$$Q_{rad} = \sigma \varepsilon A T^{4} \tag{2.6}$$

เมื่อ

ยเทความร้อนโดยการแผ่รังสี, (W)
เตีเฟนและโบลซ์แมน ซึ่ง มีค่าเท่ากับ 5.67x10 <sup>-8</sup> W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
สี ซึ่งเป็นปริมาณที่แสดงถึงประสิทธิภาพการแผ่รังสีความ
ถุ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่สามารถแผ่รังสีความร้อนได้
าน้อยกว่า 1 เสมอ
ตัวแผ่รังสีความร้อน, (m²)
เผิวที่แผ่รังสีความร้อน, (K)
1

#### 2.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งได้แก่ พลังงานตกกระทบ ความเร็วลม อุณหภูมิที่แต่ละตำแหน่งของ ชุดทดลอง และกำลังไฟฟ้าจะถูกนำมาใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านความร้อนและประสิทธิภาพ ด้านไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

## 2.4.1 ประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชั่วขณะสามารถวิเคราะห์โดย ใช้สมการที่ (2.7)

$$\eta_{th} = \frac{Q_u}{GA_c} = \frac{mC_p(T_o - T_i)}{GA_c}$$
(2.7)

เมื่อ

 $\eta_{\scriptscriptstyle th}$  คือ ประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

A\_ คือ พื้นที่รับพลังงานตกกระทบ, (m<sup>2</sup>)

- G คือ พลังงานตกกระทบ, (W/m<sup>2</sup>)
- T<sub>i</sub> คือ อุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้า, °C
- T₀ คือ อุณหภูมิอากาศที่ไหลออก, °C
- m คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ, (kg/s)
- C<sub>p</sub> คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ, (kJ/kg⋅K)

การหาประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์จะคำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ตาม สมการที่ (2.8)

$$\eta_{th} = \frac{IV}{GA_c}$$
(2.8)

เมื่อ

 $\eta_{\rm el}$  คือ ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า

คือ กระแสไฟฟ้า, (A)

∨ คือ แรงดันไฟฟ้า, (V)

โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบสามารถวิเคราะห์โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\eta_{total} = \frac{mC_{p}(T_{o} - T_{i}) + IV}{GA_{c}}$$
(2.9)

หรือ

$$\eta_{total} = \eta_{th} + \eta_{el} \tag{2.10}$$

### 2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้ง

การอบแห้ง เป็นการเอาน้ำออกจากวัตถุดิบที่ต้องการลดปริมาณน้ำซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในสถานะ ของแข็ง เป็นกรรมวิธีการแปรรูปวัตถุดิบโดยอาศัยความร้อนจากดวงอาทิตย์เพื่อให้น้ำในวัตถุดิบระเหย ออก เป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารอีกรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ยังช่วยลด เชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร จึงมีการพัฒนาการอบแห้งในหลายรูปแบบ เพื่อเพิ่มคุณภาพทางผลิตภัณฑ์และ อัตราการอบแห้ง ดังนั้นในการอบแห้งจะแบ่งลักษณะในการไหลเวียนอากาศออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ ต่อไปนี้

## 2.5.1 ลักษณะการไหลเวียนอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

2.5.1.1 การไหลเวียนอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งจะอาศัยอากาศจากภายนอกมาช่วยใน การไหลเวียนอากาศในระบบ การไหลเวียนอากาศชนิดนี้พบว่าอากาศที่หมุนเวียนในระบบค่อนข้าง น้อย มีราคาที่ถูกสร้างง่าย มีขนาดเล็กนิยมใช้ในไร่นาหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ดังแสดงในภาพที่ 2.10

![](_page_31_Figure_1.jpeg)

ภาพที่ 2.10 การไหลเวียนอากาศแบบธรรมชาติ [7]

2.5.1.2 การไหลเวียนอากาศแบบบังคับ ซึ่งจะมีพัดลมช่วยในการหมุนเวียนอากาศ ภายในระบบ ส่งผลทำให้มีการไหลเวียนอากาศผ่านชั้นต่าง ๆ ได้ดีเครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะสำหรับ งานขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สร้างยาก มีราคาแพงแต่สามารถออกแบบบการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2.11

![](_page_31_Figure_4.jpeg)

ภาพที่ 2.11 การไหลเวียนอากาศแบบบังคับ [7]

### 2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

การอบแห้ง คือ การนำปริมาณน้ำออกจากวัสดุหรือทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุลดลง ซึ่งส่วน ใหญ่วัสดุจะอยู่ในรูปแบบของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องถึงจุดเดือดแต่จะใช้อากาศ ผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา และการแห้งของวัสดุมาก - น้อยจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุนั้น โดย จะมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการแห้งของวัสดุ ดังนี้

2.5.2.1 ลักษณะทางธรรมชาติ วัตถุที่มีลักษณะพรุนเป็นรูพรุนหรือวัตถุดิบที่มีลักษณะ โปร่งจะมีอัตราการแห้งที่เร็ว เนื่องจากน้ำในวัตถุดิบจากภายในสามารถเคลื่อนที่ออกจากภายนอกได้ ง่าย และอาหารที่มีพื้นผิวมากพบว่ามีอัตราการอบแห้งที่เร็ว เนื่องจากพื้นที่ในการระเหยของน้ำใน วัตถุดิบเพิ่มขึ้น

2.5.2.2 ขนาด รูปร่าง ปริมาตรและพื้นผิว เป็นลักษณะทางกายภาพ วัตถุดิบที่มีอัตราส่วน ระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรจะมีพื้นที่ระเหยน้ำมาก จะมีอัตราการทำแห้งเร็วขึ้นซึ่งวัตถุดิบมีความหนา มากอัตราการอบแห้งจะช้ากว่าวัตถุดิบที่มีความหนาน้อย

2.5.2.3 ปริมาณของอาหารที่นำมาอบ อาหารที่นำมาอบในปริมาณมากจะทำให้อัตราการ แห้งที่ช้า เนื่องจากความร้อนที่สัมผัสกับเนื้ออาหารไม่ทั่วถึง จึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับ อาหารได้ จึงส่งผลให้อัตราการแห้งช้า

2.5.2.4 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความขึ้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความขึ้นจำเพาะ อาหารจะมีอัตราการแห้งเร็วอยู่กับอากาศ ซึ่งอากาศมีความสำคัญมาก เนื่องจากการการระเหยน้ำออก จะทำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศและความเร็วลม

2.5.2.5 ความดัน เกี่ยวกับการระเหยของน้ำ เนื่องจากที่ความดันต่ำ ลงมา น้ำจะเดือดได้ ที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันจะทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น

## 2.5.3 ความชื้นในอากาศ

ความชื้นในอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริง ในอากาศกับปริมาณความชื้นที่อากาศขณะนั้นจะมีได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน ถ้าอากาศชื้นมากจะมี ความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นสัมพัทธ์ 100% หมายความว่า อากาศรับความชื้นได้เต็มที่แล้วไม่สามารถ รับความชื้นได้อีก ดังแสดงในสมการที่ (2.11) [8]

#### 2.5.4 ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นในวัสดุจะเป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้น หรือแห้ง ซึ่งแสดงได้ 2 แบบ [8]

2.5.4.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_{w} = \left(\frac{w-d}{w}\right) \tag{2.12}$$

เมื่อ

Mw	คือ	ความชื้นมาตรฐานเปียก %wet basis
W	คือ	มวลของวัสดุเปียก kg
d	คือ	มวลของวัสดุแห้ง kg

2.5.4.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \left(\frac{w-d}{d}\right) \tag{2.13}$$

เมื่อ

M<sub>d</sub>
 คือ ความขึ้นมาตรฐานเปียก %dry basis
 w
 คือ มวลของวัสดุเปียก kg
 d
 คือ มวลของวัสดุแห้ง kg

ความชื้นแบบมาตรฐานแห้ง นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะ ช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น เนื่องจากมวลแห้งของวัสดุมีค่าเกือบจะคงที่ในระหว่างการอบแห้ง และ จากสมการ ความชื้นมาตรฐานเปียก และ ความชื้นมาตรฐานแห้ง สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นแบบมาตรฐานแห้ง ได้ในส่วนพฤติกรรมการอบแห้งจะแสดงอยู่ ในรูปของอัตราส่วนความชื้นของการอบแห้งดังแสดงในสมการที่ (2.14)

$$M_{_{W}} = \left(\frac{M_{_{d}}}{1 - M_{_{d}}}\right) \tag{2. 14}$$

และ

$$M_{d} = \left(\frac{M_{w}}{1 - M_{w}}\right) \tag{2.15}$$

$$MR = \frac{M_t - M_{eq}}{M_i - M_{eq}}$$
(2.16)

เมื่อ

Mi	คือ	ความชื้นเริ่มต้น	
M <sub>t</sub>	คือ	ความชื้นที่เวลาใด	ๆ
	ব	न्त	

M<sub>eq</sub> คือ ความชื่นสมดุล

### 2.5.5 การวิเคราะห์สมรรถนะการอบแห้ง

การวิเคราะห์สมรรถนะด้านการอบแห้งของเครื่องอบแห้งมีดัชนีที่ใช้บ่งชี้ ดังนี้ [8]

2.5.5.1 อัตราการอบแห้ง

เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่แสดงถึงค่าสมรรถนะในการอบแห้งลดความชื้นของ วัสดุ ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงสัมพันธ์ได้ดังสมการ (2.17)

2.5.5.2 ความสิ้นเปลืองของพลังงาน (Specific energy consumption: SEC) จะแสดง ในรูปแบบของพลังงานทั้งสิ้น ซึ่งการแสดงค่าแบบนี้นิยมใช้ในด้านการอบแห้ง สามารถเขียนสมการ ความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (2.18)

## 2.5.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง

ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งสามารถเขียนในรูปแบบประสิทธิภาพเชิงความร้อน โดยมี ความสัมพันธ์แสดงในสมการที่ (2.19) และ (2.20)

$$W_{net,out} = Q_{in} - Q_{loss}$$
(2.19)

$$\eta_{th} = \frac{W_{net,out}}{Q_{in}}$$
(2.20)

เมื่อ

$\eta_{_{th}}$	คือ	ประสิทธิภาพเชิงความร้อน
W <sub>net,out</sub>	คือ	กำลังงานที่เครื่องอบแห้งทำได้ (kW)
Q <sub>in</sub>	คือ	กำลังงานที่ให้แก่ระบบ (kW)
Q <sub>loss</sub>	คือ	กำลังงานที่สูญเสีย (kW)

### 2.5.7 ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งสามารถเขียนได้โดยมีความสัมพันธ์แสดงในสมการที่ (2.21)

ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง = พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงเก็บรังสีทั้งวัน (kJ) (2.21)

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการศึกษาแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

## 2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

Amna A. (2014) [8] ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าของแผงเซลล์ แสงอาทิตย์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสานระบบความร้อน (PV/T) ซึ่งได้สร้างชุดทดลองขึ้น เพื่อทดสอบกรณีมีและไม่มีการระบายความร้อนเพื่อประเมินประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งใน การทดลองได้ออกแบบชุดทดลอง โดยการออกแบบผสมผสานระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และตัว เก็บรังสีแบบแผ่นเรียบเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนไปพร้อมกัน ด้านในทำด้วยท่อทองแดง โดยติดตั้งท่อทองแดงที่ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 W ดัง แสดงในภาพที่ 2.12 (a) ปั๊มขนาด 5 W เพื่อช่วยในการไหลเวียนน้ำในระบบไปยังตัวเก็บรังสีแบบแผ่น เรียบ น้ำอุ่นที่ไหลเวียนในตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์จะไหลกลับไปที่ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 200 ลิตร ดัง

19
แสดงในภาพที่ 2.12 (b) และพารามิเตอร์ในการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิน้ำขาเข้า อุณหภูมิน้ำขาออก อุณหภูมิขาเข้าน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน และอุณหภูมิขาออกน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน ผลจากการศึกษา พบว่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบ PV/T เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 20% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการ ระบายความร้อน



ภาพที่ 2.12 แผนภาพการทดลองประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน [8]

Amelia A. et al. (2016) [9] ได้ศึกษาการระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดย ติดตั้งพัดลมที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในการทดลองเพื่อศึกษาการระบายความร้อนของแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 W ซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้า ไฟฟ้า ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อเก็บไว้นำไปใช้ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ พัดลม ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ผลจากการศึกษาพบว่าการระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดย ติดตั้งพัดลมที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถลดอุณหภูมิได้สูงถึงร้อยละ 22.22 และสามารถเพิ่ม กำลังไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 44.34%



ภาพที่ 2.13 ติดตั้งพัดลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศ [9]

Stropniket R. and Stritih U. (2016) [10] ได้ศึกษาการใช้วัสดุเปลี่ยนเฟสเพื่อนำมาลด อุณหภูมิให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากการศึกษาพบว่า สามารถลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์และ ช่วยเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ถึง 4.3 - 8.7% เมื่อเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่มีการระบายความร้อนใน ปีต่อมา

Kane et al. (2017) [11] ได้ศึกษาการใช้เทอร์โมอิเล็กตริกเพื่อระบายความร้อนเซลล์ แสงอาทิตย์ โดยออกแบบเพื่อติดตั้งด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้โปรแกรมจำลองระบบ ผล การศึกษาพบว่าสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 26% และประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 18%

Alizadeh et al. (2018) [12] ศึกษาการใช้ท่อความร้อนเพื่อระบายความร้อนให้กับแผง เซลล์สงอาทิตย์ ผลการศึกษาพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นได้ถึง 18%

Zilli B. et al. (2018) [13] ศึกษาการหล่อเย็นด้วยน้ำให้กับเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบผลิต ไฟฟ้าขนาดเล็ก จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพและพลังงานเพิ่มขึ้น 12.17 % และ 12.26%

Amira et al. (2019) [14] ได้ศึกษาประสิทธิภาพด้านความร้อนและแฟคเตอร์การดูดกลืน ความร้อนของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน (PV/T) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบ PV/T และทำ การทดลองภายใต้เงื่อนไขความเข้มของรังสีอาทิตย์เท่ากับ 300-1,000 W/m<sup>2</sup> และอัตราการไหลที่ 0.01 kg/s จากการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพด้าน ความร้อนและแฟคเตอร์การดูดกลืนความร้อนเพิ่มขึ้น

Fadhil et al. (2019) [15] นำเสนอแผ่นดูดกลืนรังสีที่มีช่องการไหลแตกต่างกัน โดย งานวิจัยนี้ได้ศึกษาพารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิน้ำออก อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพด้าน ไฟฟ้าและประสิทธิภาพด้านความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการวิเคราะห์พบว่า แผ่นดูดกลืน รังสีที่มีการไหลของไหลแบบเกลียวและตรงให้ผลลัพธ์ดีกว่าแผ่นดูดกลืนรังสีที่มีการไหลของไหลแบบ เกลียวเพียงอย่างเดียว Ismail et al. (2019) [16] ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณี ไม่มีการระบายความร้อน กรณีที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ และกรณีที่มีการระบายความร้อนและ มีวัสดุพรุน จากการทดลองพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์กรณีที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำจะช่วยลด อุณหภูมิแผงลงได้ 20.5% ส่วนในกรณีเพิ่มวัสดุพรุนอุณหภูมิแผงจะลดลง 42.17% ซึ่งในกรณีนี้ให้ กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงสุด

### 2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

สำรวย ภูบาล และ วิลัยรัตน์ จันทรวงศ์ (2558) [17] ทำการศึกษาการอบแห้งปลาหมึก กะตอยและทำการเปรียบเทียบระหว่างการตากแดดกลางแจ้งกับการตากในตู้อบโดยมีอากาศร้อนจาก ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบไหลผ่าน ซึ่งได้สร้าชุดทดลองประกอบด้วยตู้อบพลาสติกใส และตัวเก็บ รังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ และมีท่อลมใช้เชื่อมต่อระหว่างตู้อบและตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบดัง แสดงในภาพที่ 2.14 ชุดทดองการอบแห้งด้วยตู้อบรังสีแบบลมร้อน ผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ใช้ในการ ทดลองคือ ปลาหมึกกะตอยสด 1 กิโลกรัม ทำการทดลองตั้งแต่ 8.00 – 17.00 น. ความเข้มรังสี อาทิตย์ตลอดวันเฉลี่ย 661 วัตต์ต่อตารางเมตร เริ่มต้นปลาหมึกมีความชื้น 400 เปอร์เซ็นต์มาตรฐาน แห้ง จากผลการวิจัยพบว่าหลังการตากแดดกลางแจ้งกับการตากในตู้อบที่มีอากาศร้อนจากตัวเก็บรังสี อาทิตย์แบบแผ่นราบผลิตภัณฑ์ความชื้นเหลือ 170% และ 70% มาตรฐานแห้ง โดยมีอัตราการลด ความชื้นต่อชั่วโมงเป็น 23.4% และ 35.1% ตามลำดับ และเมื่อนำปลาหมึกไปอบต่อในห้องอบด้วย ความร้อนจากแก๊สเซื้อเพลิงสามารถลดเวลาการอบแห้งจนได้ผลิตภัณฑ์ความชื้นตามที่ต้องการ ทำให้ การใช้พลังงานแก๊สเซื้อเพลิงลดลงโดยเฉลี่ยประมาณ 22.5%



ภาพที่ 2.14 ชุดทดลองประกอบด้วยตู้อบแห้งและแผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบ [17]

Mohamed et al. (2018) [18] ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์แบบ ผสมผสานและการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องอบแห้ง โดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์และแผง เก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่น โดยวัตถุดิบที่ใช้คือ สะระแหน่ เครื่องอบแห้งอุโมงค์แสงอาทิตย์แบบ ผสมผสานและใช้พัดลมเพื่อช่วยในการไหลเวียนอากาศในระบบ จากการทดลองพบว่าระยะเวลาใน การอบแห้งของสะระแหน่ ได้แก่ 210 มิลลิเมตร ถึง 360 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องอบแห้งที่พัฒนาแล้ว ในขณะที่มีการอบแห้งแบบเปิด ตั้งแต่ 270 มิลลิเมตร ถึง 420 มิลลิเมตร พบว่า ประสิทธิภาพของ เครื่องอบแห้ง 30.71% ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบคือ 16.32% เวลาในการคืนทุนเท่ากับ 2.06 ปี และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิตลอดอายุการใช้งาน 31.80 ตัน

Ftericha et al. (2018) [19] ได้นำเสนอการทดลองและการตรวจสอบประสิทธิภาพของ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานและการพาความร้อนแบบบังคับซึ่งใช้ในการอบแห้ง ใช้ผลิตภัณฑ์คือ มะเขือเทศ ระบบที่ศึกษาประกอบด้วย เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ ผสมผสานความร้อนและไฟฟ้า (PV/T) ได้ทำการเปรียบเทียบการตากแห้งแบบบธรรมชาติและใช้ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แล้วความชื้นของผลิตภัณฑ์ จะลดลงจาก 91.94% เป็น 22.32% สำหรับถาดที่ 1 และ 28.9% สำหรับถาด 2 โดยลดลงเพียง 30.15% สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นที่สังเกตว่าอุณหภูมิการอบแห้งดีขึ้นและ คุณภาพจะเพิ่มขึ้น

# บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ เพื่อศึกษา ประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้รวมแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้งานควบคู่กับเครื่อง อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการไหลเวียนอากาศแบบบังคับต่อไป โดยในบทนี้จะกล่าวถึงชุดทดลอง เครื่องมือวัดและวิธีการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ชุดทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ (Flat-Plate Photovoltaic /Thermal Collector, PV/T) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ โดยแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ แบบแผ่นเรียบมีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร ด้านในใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว ขนาด 100 W<sub>p</sub> ทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยด้านบนปิดด้วยกระจกใส หนา 5 มิลลิเมตร พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ทางออกแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ในการทดลองใช้สปอร์ต ไลท์ทำหน้าที่เสมือนแสงอาทิตย์เทียม ซึ่งทั้งความเร็วลมและความเข้มของแสงอาทิตย์เทียมสามารถ ปรับค่าได้ตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมและชุดควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ จ่ายให้กับสปอร์ตไลท์ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ชุดทดลองแผงเก็บรังสีผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ

## 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือวัด มีดังต่อไปนี้

## 3.2.1 เครื่องบันทึกข้อมูล

เครื่องบันทึกใช้สำหรับบันทึกค่าอุณหภูมิระหว่างการทดลองโดยใช้เครื่องมือรุ่น S220–T8 ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องบันทึกข้อมูล

## 3.2.2 สายเทอร์โมคัปเปิล

โพรบสำหรับวัดอุณหภูมิใช้สายเทอร์โมคับเปิลชนิดเคร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูลดังแสดง ภาพที่ 3.2 และโพรบวัดอุณหภูมิดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค

## 3.2.3 เครื่องวัดความเร็วลม

เครื่องวัดความเร็วลมใช้สำหรับวัดความเร็วลมในแต่ละส่วนของชุดทดลองแผงเก็บรังสี และในส่วนของการอบแห้ง โดยใช้รุ่น GM8901 ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 เครื่องมือวัดความเร็วลม

## 3.2.4 เครื่องวัดความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องมือใช้วัดปริมาณพลังงานตกกระทบ ใช้รุ่น TM-207 ดังแสงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เครื่องวัดความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์

#### 3.2.5 เครื่องมัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์ใช้สำหรับวัดแรงดันและกระแสไฟที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายให้พัดลมและ หลอดไฟขนาด 120 W ใช้เครื่องมือวัดรุ่น UNI-T UT33A ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 เครื่องมัลติมิเตอร์

#### 3.3 มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

ASHRAE STANDARD 93-77 เป็นมาตรฐานที่ใช้หารสมการแสดงคุณสมบัติพื้นฐาน สำหรับ กำหนดประสิทธิภาพการทำงานของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์  $(\eta_{_c})$  ภายใต้เงื่อนไขภาวะคงที่ มี ความสัมพันธ์ตามสมการ [20]

$$\eta_{c} = \left(\frac{A_{o}}{A_{c}}\right) F_{R}\left[\left(\tau\alpha_{n}\right) - \frac{\left(\tau_{c} - \tau_{o}\right)}{G_{\tau}}\right]$$

และ

$$\eta_{c} = \frac{mC_{p}(T_{co} - T_{ci})}{G_{T}A_{c}}$$

โดยที่

*F*<sub>*x</sub>* = ค่าปรับแก้สำหรับปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากตัวเก็บความร้อนแสงอาทิตย์</sub>

au= ค่าการส่งผ่านความร้อนของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

 $lpha_{_{
m o}}=$ ค่าการดูดกลืนของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์คลื่นสั้นของตัวดูดกลืน

 $G_{_{\! au}}=$ ค่าความเข้มรังสีรวมที่ตกกระทบบนตัวเก็บความร้อนแสงอาทิตย์, W /  $\mathrm{m}^{^2}$ 

U\_ =สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนโดยรวมของตัวเก็บความร้อนแสงอาทิตย์, W / m².K

 $T_{d} =$ อุณหภูมิของไหลขาเข้า,  $^{\circ}C$ 

 $T_{_{\!\scriptscriptstyle \!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcal{O}\!\!\!\mathcalO$ 

 $A_{_{g}}=$ พื้นที่ของแผงเก็บความร้อนแสงอาทิตย์,  $m^{^{2}}$ 

 $A_{r} =$ พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์,  $m^{2}$ 

m = อัตราการไหลเชิงมวลของไหล, kg/s

 $C_{_{\scriptscriptstyle P}}=$ ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล, J/kg K



ภาพที่ 3.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $oldsymbol{\eta}_{_{i}}$ และ  $\left( au_{_{i}}- au_{_{o}}
ight)$  / G $_{_{ au}}$ 

#### 3.4 วิธีการทดลองแผงเก็บรังสีแบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน

### 3.4.1 ตัวแปรและเงื่อนไขการศึกษา

ในงานวิจัยนี้มีตัวแปรและเงื่อนไขการศึกษา ดังนี้

3.3.1.1 ตัวแปรต้น คือ พลังงานตกกระทบ และอัตราการไหล

3.2.1.2 ตัวแปรตาม คือ ผลต่างอุณหภูมิ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน ประสิทธิภาพ ความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวมระบบ

3.2.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และขนาดแงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

### 3.4.2 ขั้นตอนการทดลองแผงเก็บรังสีในห้องปฏิบัติการ

การทดลองแผงเก็บรังสีในห้องปฏิบัติการดังแสดงในภาพที่ 3.7 ได้วัดและบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย การวัดพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบโดยใช้ไพรานอมิเตอร์ การวัดความเร็วลมโดยใช้แอนิโมมิเตอร์ การวัดพลังงานไฟฟ้าใช้วัตต์มิเตอร์และการวัดอุณหภูมิใน ตำแหน่งต่าง ๆ ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด เค ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องบันทึก สำหรับการทดลองใน ห้องปฏิบัติการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพความร้อนโดยมี เงื่อนไขการทดลอง คือ พลังงานตกกระทบ เท่ากับ 400,600 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ โดยไม่นำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน จะใช้แหล่งพลังงานจากภายนอกจ่ายให้กับพัดลม

กรณีที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไขการทดลอง คือ พลังงานตกกระทบเท่ากับ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีนี้จะจ่ายให้กับ โหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งมากกว่ากำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตได้และใช้แหล่ง พลังงานจากภายนอกจ่ายให้กับพัดลม

กรณีที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลม คือ พลังงานตกกระทบเท่ากับ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ โดยนำพลังงานที่ผลิตจากแผงเซลล์ แสงอาทิตย์จ่ายให้กับพัดลม



ภาพที่ 3.8 การทดลองแผงเก็บรังสีในห้องปฏิบัติการ

## 3.4.3 ขั้นตอนการทดลองในสภาวะแวดล้อมจริง

การทดลองแผงเก็บรังสึในสภาวะแวดล้อมจริงดังแสดงในภาพที่ 3.8 ในการทดลองได้วัด และบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย การวัดพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบโดยใช้ ไพรานอมิเตอร์ การวัดความเร็วลมได้ใช้แอนิโมมิเตอร์ การวัดพลังงานไฟฟ้าใช้วัตต์มิเตอร์และการวัด อุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด เค ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องบันทึก สำหรับการ ทดลองในสภาวะแวดล้อมจริง แบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพความร้อนกลางแจ้ง ทำการทดลองในช่วงเวลา 9.00 – 15.00 น. โดยไม่นำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน กำหนดความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ทั้งนี้พลังงานที่จ่ายให้กับพัดลมได้มาจากแหล่งพลังงานภายนอก กรณีที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพความร้อนและไฟฟ้ากลางแจ้ง ประสิทธิภาพด้านความ ร้อนและไฟฟ้า ทำการทดลองในช่วงเวลา 9.00–15.00 น ตามลำดับ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีนี้จะจ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งมากกว่า กำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตได้กำหนด และความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ โดยพลังงานที่จ่ายให้กับพัดลมได้มาจากแหล่งพลังงานภายนอก

กรณีที่ 3 การทดลองประสิทธิภาพความร้อนและไฟฟ้ากลางแจ้ง โดยไม่กำหนดความเร็ว ลม และพลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกจ่ายให้พัดลม



ภาพที่ 3.9 การทดลองแผงเก็บรังสีในสภาวะแวดล้อมจริง

### 3.5 การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้เลือกใช้ฟองน้ำและเนื้อหมูเป็นตัวอย่างในการ ทดลองโดยมีรายละเอียดการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนี้

## 3.5.1 ตัวแปรและเงื่อนไขการทดลอง

สำหรับการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีตัวแปรและเงื่อนไขการทดลอง ดังนี้

3.5.1.1 ตัวแปรต้น คือ พลังงานตกกระทบ และอัตราการไหลอากาศ

3.5.1.2 ตัวแปรตาม คือ ผลต่างอุณหภูมิ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน ประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้า อัตราการอบแห้ง สมรรถนะเครื่องอบแห้งและ ประสิทธิภาพรวมระบบ

3.5.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดแผงเก็บรังสี ขนาดห้องอบ และผลิตภัณฑ์

### 3.5.2 การทดลองประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินการทดลอง ตั้งแต่เวลา 9.00-16.00 น.ซึ่งทำการวัดตำแหน่งหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.9



- T<sub>1</sub> คือ อุณหภูมิแวดล้อม
- T<sub>2</sub> คือ อุณหภูมิแผงรังสีแสงอาทิตย์
- T<sub>3</sub> คือ อุณหภูมิทางออกและความเร็วลมแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์
- T<sub>4</sub> คือ อุณหภูมิภายตู้อบ
- T<sub>5</sub> คือ อุณหภูมิภายตู้อบ
- T<sub>6</sub> คือ อุณหภูมิทางออกและความเร็วลมตู้อบ

ภาพที่ 3.10 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

## 3.5.3 ขั้นตอนการทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

3.5.3.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการอบแห้ง หลังจากนั้นหั่นเนื้อหมูขนาด ยาว 10 cm หนา 1 cm ดังแสดงในภาพที่ 3.10 ไม่ต้องใส่เครื่องปรุงรสและในการอบแห้งแต่ละครั้งจะใช้เนื้อหมู 1 กิโลกรัม โดยจะแบ่งออกเพื่อทดลองในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และตากแดดธรรมชาติ พร้อม หาความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบ



ภาพที่ 3.11 ขนาดเนื้อหมูที่ใช้ทดลอง

3.5.3.2 เตรียมเครื่องทดลอง ติดตั้งเครื่องมือวัด และเครื่องบันทึกข้อมูลโดยตั้งค่าบันทึก ข้อมูลอุณหภูมิทุก ๆ 15 นาที และทำการปรับตั้งความเร็วลมตามเงื่อนไขการทดลอง

3.5.3.3 เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 – 16.00 น.

- 1) กดปุ่มสตาร์ทเครื่องบันทึกข้อมูล
- 2) ทำการวัดพลังงานตกกระทบทุก ๆ 15 นาที

3.5.3.4 สิ้นสุดการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และนำเนื้อหมูออกจาก เครื่องอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.11



# ภาพที่ 3.12 เนื้อหมูที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์



# ภาพที่ 3.13 สุ่มตัวอย่างเนื้อหมูเข้าตู้อบมาตรฐาน

3.5.3.5 สุ่มตัวอย่างเนื้อหมูเพื่อหาความชื้นตามมาตรฐานด้วยอุณหภูมิ 103 องศา เป็น เวลา 72 ชั่วโมง สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) เตรียมกระป๋องอลูมิเนียมขนาด 2 ออนซ์ จำนวน 6 กระป๋อง

 สุ่มตัวอย่างเนื้อหมูจากการทดลองด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ตากแดดธรรมชาติ และหมูสด

3) นำมาใส่กระป๋องอะลูมิเนียมอย่างละ 2 กระป๋อง ดังแสดงในภาพที่ 3.12

4) นำเนื้อหมูเข้าตู้อบมาตรฐานตามเวลาที่ตั้งไว้

3.5.3.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

# บทที่ 4 ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ได้ดำเนินการทดลอง 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ควบคุมให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้นเพื่อดำเนินการทดสอบ ประสิทธิภาพด้านความร้อน และกรณีที่ 2 ทดสอบโดยให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ผลิตทั้งไฟฟ้าและ ความร้อน ซึ่งทุกกรณีทดสอบภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน คือ พลังงานตกกระทบ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลจากการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

### 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

ผลการศึกษาประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีโดยใช้แสงอาทิตย์เทียมได้ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ ผล โดยจำแนกเป็น 3 กรณี คือ

(1) กรณีที่ 1 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อน

(2) กรณีที่ 2 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนและไฟฟ้า

(3) กรณีที่ 3 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนและไฟฟ้าโดยไม่ควบคุมความเร็วลม ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

## 4.1.1 กรณีที่ 1 ผลการทดสอบกรณีแผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนโดยใช้ แสงอาทิตย์เทียม

การทดลองในกรณีที่ 1 เงื่อนไขการทดลองคือ ปรับเปลี่ยนพลังงานตกกระทบเท่ากับ 400,600 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ และปรับเปลี่ยนความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลการทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.1–4.2

ผลการทดลองที่นำเสนอในส่วนนี้คือข้อมูลการทดสอบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ผลิต เฉพาะความร้อนเท่านั้น โดยให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความ ร้อนโดยไม่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการทดลองได้ผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ดังข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 4.1



## ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย่ กรณีผลิตเฉพาะความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

ภาพที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิกรณี ควบคุมให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ตัวดูดกลืนรังสีและผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้น ผลจากการ ทดลองพบว่า ที่พลังงานตกกระทบ 400 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีที่แต่ละ ความเร็วลมมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ค่าความแตกต่างนี้เพิ่มขึ้นตามการ7เพิ่มของพลังงานตกกระทบ โดยมีแนวโน้มเป็นลักษณะเชิงเส้น ซึ่งที่พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> จะมีผลต่างของอุณหภูมิ ทางเข้าและออกมากที่สุด โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8°C ที่ความเร็วลม 1.0 m/s และหากพิจารณากรณีที่ พลังงานตกกระทบเท่ากัน จะพบว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง โดยที่ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s จะมีผลต่างอุณหภูมิสูงที่สุดในทุกเงื่อนไข รองลงมาคือ ความเร็วลม เท่ากับ 1.5 m/s และ 2.0 m/s ตามลำดับ



## ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีผลิตเฉพาะความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

ภาพที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความ ร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์สำหรับกรณีผลิตเฉพาะความร้อน ซึ่งนำข้อมูลผลต่างอุณหภูมิจาก ภาพที่ 4.1 มาใช้ในการวิเคราะห์โดยสอดคล้องตามความสัมพันธ์สมการที่ (2.7)  $Q = mC_{\rho}\Delta T$  หรือ  $Q = \rho_{VC_{\rho}}\Delta T$  จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตก กระทบ โดยลักษณะการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพมีแนวโน้นเป็นเชิงเส้น และหากพิจารณาที่แต่ละ ความเร็วลมจะพบว่า ภายใต้เงื่อนไขพลังงานตกกระทบเดียวกัน ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s จะมี ประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุด รองลงมาคือ ความเร็วลม 1.5 และ 1.0 m/s ตามลำดับ สำหรับการ ทดลองในกรณีนี้พบว่า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 52 ที่ เงื่อนไขความเร็วลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m2

สำหรับปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่ม ของพลังงานตกกระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึงพลังงานความร้อนที่ ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนองเดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้สัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาใน กรณีพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อเพิ่มความเร็วลมมีผลทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ ความเร็วเพิ่มความหมายอีกด้านคือ มวลอากาศที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบหรือ พลังงานความร้อนเท่าเดิมในขณะที่มวลอากาศเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิลดลงสอดคล้องตาม ความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.7

## 4.1.2 กรณีที่ 2 ผลการทดสอบกรณีแผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตความร้อนและไฟฟ้าโดยใช้ แสงอาทิตย์เทียม

การทดลองในกรณีที่ 2 เงื่อนไขการทดลองคือ พลังงานตกกระทบเท่ากับ 400,600 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ โดยในกรณีนี้พลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งมีขนาด มากกว่าพิกัดกำลังไฟฟ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า สูงสุดในทุกช่วงเวลาระหว่างการดำเนินการทดลองโดยผลการทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพ ที่ 4.3–4.7

ภาพที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนผลการทดลองพบว่า เมื่อพลังงานตกกระทบมีค่าเพิ่มมากขึ้น จะส่งให้ผลต่างของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตาม นอกจากนั้นยังพบว่า กรณีค่าพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง โดยเงื่อนไขที่มีผลต่างอุณหภูมิสูงสุดคือ พลังงาน ตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 1.0 m/s และหากเปรียบเทียบกับผลการทดลองในกรณีที่ 1 (ผลิตเฉพาะความร้อน จะพบว่าผลต่างอุณหภูมิในกรณีที่ 1 มีค่ามากกว่ากรณีที่ 2 ทั้งนี้เกิดจาก พลังงานตกกระทบในกรณีที่ 2 ถูกเปลี่ยนรูปเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความร้อนและด้านไฟฟ้า



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

เมื่อนำค่าผลต่างอุณหภูมิ ความเร็วลมและพลังงานตกกระทบไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ด้านความร้อน จะได้ผลการวิเคราะห์ดังข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 4.4 จากข้อมูลจะพบว่า เมื่อพลังงานตก กระทบเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาในกรณีพลังงานตก กระทบคงที่ จะพบว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และเมื่อ พิจารณาเงื่อนไขที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดพบว่าเกิดขึ้นที่เงื่อนไขพลังงานตก กระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 2.0 m/s โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 50

สำหรับปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่ม ของพลังงานตกกระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึงพลังงานความร้อนที่ ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนองเดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้สัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาใน กรณีพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อเพิ่มความเร็วลมมีผลทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ ความเร็วเพิ่มความหมายอีกด้านคือ มวลอากาศที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบหรือ พลังงานความร้อนเท่าเดิมในขณะที่มวลอากาศเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม



## ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้าสำหรับกรณีที่ แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตทั้งไฟฟ้าและความร้อน ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตก กระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีพลังงานตกกระทบให้คงที่ จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น โดยเงื่อนที่ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด คือ พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 2.0 m/s ซึ่ง สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 28 W

หลังจากนั้นเมื่อนำข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 4.5 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าโดย ความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.8 จะได้ผลลัพธ์ดังข้อมูลที่นำเสนอในภาพที่ 4.6 ซึ่งจากข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น และหากพิจารณากรณีที่พลังงานตก กระทบคงที่ก็จะพบว่า ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น โดยแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 5.5 ภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m2

สำหรับปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่ม ของพลังงานตกกระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึงพลังงานความร้อนที่ ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนองเดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้สัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาใน กรณีพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อเพิ่มความเร็วลมมีผลทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ ความเร็วเพิ่มความหมายอีกด้านคือ มวลอากาศที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบหรือ



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อน

ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บ รังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อน ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อ เพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความเร็ว ลมเพิ่มขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงาน เพิ่มขึ้นตาม โดยเงื่อนที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด คือ พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และ ความเร็วลม 2.0 m/s ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 28 W

และภาพที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวม (ประสิทธิภาพด้านความร้อนรวมกับประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า) ซึ่งได้จากการนำข้อมูลในรูปที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.6 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพรวมระบบโดยใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.9 หรือ 2.10 ผล การวิเคราะห์พบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาที่ พลังงานตกกระทบคงที่ก็พบว่า เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดย ประสิทธิภาพรวมของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 55.5 ภายใต้เงื่อนไขความเร็ว ลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup>



## ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวมแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

## 4.1.3 กรณีที่ 3 ผลการทดสอบกรณีแผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนและไฟฟ้าโดย ไม่ควบคุมความเร็วลมโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม

การทดลองในกรณีที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่ควบคุม ความเร็วลม ซึ่งควบคุมพลังงานตกกระทบเท่ากับ 400, 500, 600 700 และ 800 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ โดยนำกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับพัดลมเพื่อวัดความเร็วลมที่ได้ ผลการทดลอง สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.8–4.14



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเฉลี่ยกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเฉลี่ยกรณีที่ 3 ผล จากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น ซึ่งความเร็วลม เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.7 m/s และความเร็วลมส่งผลทำให้อัตราการไหลเชิงมวลอากาศเพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3

ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่า พลังงานตกกระทบมีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งให้ผลต่างของ อุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตาม จากการทดลองพบว่าผลต่างอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 3.5 °C พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 2.7 m/s



## ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม กรณีที่ 3

ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อน แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้แสงอาทิตย์เทียม กรณีที่ 3 จากข้อมูล พบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองใน กรณีนี้พบว่า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 51.19



ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ กรณีที่ 3

ภาพที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีที่ 3 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบ เพิ่มขึ้น และหากพิจารณากรณีที่พลังงานตกกระทบคงที่ก็จะพบว่าประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อ ความเร็วลมเพิ่มขึ้น โดยแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 5.0



ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวมระบบแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ กรณีที่ 3

ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวมระบบแผง เก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีที่ 3 (ประสิทธิภาพด้านความร้อนรวมกับประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า) พบว่าเมื่อ พลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยประสิทธิภาพรวมของแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 56.19 ภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 2.7 m/s และพลังงานตก กระทบ 800 W/m<sup>2</sup>



ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพความร้อนประสิทธิภาพ ไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวมระบบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีที่ 3

ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวมระบบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีที่ 3 ดังนั้นจะพบว่า ประสิทธิภาพรวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 56.19 ประสิทธิภาพ ความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 51.19 และประสิทธิภาพไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 5.0 ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.7 m/s ที่พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup>

#### 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีในสภาวะแวดล้อมจริง

ผลการศึกษาประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีในสภาวะแวดล้อมจริง ได้ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ ผล โดยจำแนกเป็น 3 กรณี คือ

(1) กรณีที่ 1 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อน

(2) กรณีที่ 2 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนและไฟฟ้า

(3) กรณีที่ 3 แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนและไฟฟ้าโดยไม่ควบคุมความเร็วลม ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

## 4.2.1 กรณีที่ 1 ผลการทดลองประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีผลิตเฉพาะความร้อนในสภาวะ แวดล้อมจริง

การทดลองประสิทธิภาพความร้อนในสภาวะแวดล้อมจริง ในช่วงเวลา 9.00 – 15.00 น. โดยไม่นำพลังงานไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งาน หรือควบคุมให้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนรังสีและผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้น เงื่อนไขการทดลองคือ ปรับเปลี่ยนความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลการทดลองสามารถนำเสนอ ข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.15–4.20



ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1 ผลจากการทดลอง พบว่า ที่ เวลา 12.30 น.พลังงานตกกระทบสูงสุด 1130 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บ รังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุด เท่ากับ 8.5 °C



## ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อน เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่ เวลา 12.30 น.แผง เก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 30.87



## ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1 ผลจากการทดลอง พบว่า ที่ เวลา 12.00 น.ที่พลังงานตกกระทบสูงสุด 1212 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บ รังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุด เท่ากับ 6.9 °C



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพ ด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่ เวลา 12.00 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 35.75





ภาพที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1 ผลจากการทดลอง พบว่า ที่ เวลา 12.30 น.ที่พลังงานตกกระทบสูงสุด 1224 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บ รังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุด เท่ากับ 5.5 °C



# ภาพที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 1 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพ ด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่ เวลา 12.30 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 37.41

## 4.2.2 กรณีที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีความร้อนและไฟฟ้าในสภาวะ แวดล้อมจริง

การทดลองประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า ทดลองในช่วง 9.00 – 15.00 น สำหรับ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีนี้จะจ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งจะมีกำลังไฟฟ้ามากกว่ากำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตได้ และควบคุมความเร็ว ลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.21–4.38



ภาพที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าที่ เวลา 12.15 น.ที่พลังงานตกกระทบสูงสุด 1134 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมี เพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุดเท่ากับ 8 °C



ภาพที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตก กระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.15 น.สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 31.70 W



## ภาพที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของ พลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่เวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มี ประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 29.03



ภาพที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าที่ประสิทธิภาพ ด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น โดยเวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพ ด้านไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 4.35



ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพรวมระบบ เพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จากข้อมูล พบว่าที่เวลา 12.15 น.ประสิทธิภาพรวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์สูงสุดมีเท่ากับร้อยละ 33.39



## ภาพที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพ รวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและ ประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับ กรณีที่ 2 จากการทดลองพบว่าที่เวลา 12.45 น.และพลังงานตกกระทบ 1134 W/m<sup>2</sup> สำหรับกรณีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพรวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 33.39 ประสิทธิภาพความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 29.03 และประสิทธิภาพไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 4.10



ภาพที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าที่ เวลา 12.15 น.ที่พลังงานตกกระทบสูงสุด 1148 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมี เพิ่มขึ้นเมื่อพลังทงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุด เท่ากับ 6.4 °C



ภาพที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2
ภาพที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตก กระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์สามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 33.29 W



# ภาพที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพ ด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่เวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 35.37



ภาพที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพ ด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มี ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 4.52



ภาพที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพ รวมระบบเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จาก ข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.15 น.แผงเก็บรังสีมีประสิทธิภาพรวมระบบของระบบเท่ากับร้อยละ 39.89



# ภาพที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพ รวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและ ประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับ กรณีที่ 2 เวลา 12.15 น.และพลังงานตกกระทบ 1148 W/m<sup>2</sup> สำหรับกรณีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพ รวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 39.89 ประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด เท่ากับร้อยละ 35.37 และประสิทธิภาพไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 4.52



ภาพที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิที่เวลา ต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าที่ เวลา 12.30 น.พลังงานตกกระทบสูงสุด 753 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีสูงสุดเท่ากับ 3.3 °C



ภาพที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 ผลการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบ เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.30 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์สามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 18.88 W



## ภาพที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 2.0m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพ ด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่เวลา 12.30 น. แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 36.54



ภาพที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพ ด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.30 น.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 3.91



ภาพที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็ว ลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพรวมระบบ เพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบและความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จากข้อมูล พบว่าที่เวลา 12.30 น.ประสิทธิภาพรวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีเท่ากับร้อยละ 40.45



# ภาพที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพ รวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและ ประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับ กรณีที่ 2 ที่เวลา 12.30 น.และพลังงานตกกระทบ 753 W/m<sup>2</sup> สำหรับกรณีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพ รวมระบบของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40.45 ประสิทธิภาพความร้อนสูงสุด เท่ากับร้อยละ 36.54 และประสิทธิภาพไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 3.91

### 4.2.3 กรณีที่ 3 ผลการทดลองประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีความร้อนและไฟฟ้าในสภาวะ แวดล้อมจริงโดยไม่ความเร็วลม

การทดลองประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า ทำการทดลองในช่วง 9.00 – 15.00 น โดยไม่กำหนดความเร็วลม นำกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับพัดลมเพื่อวัดความเร็ว ผลการทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.39–4.45



ภาพที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม ใน สภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็ว ลม ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะ ส่งผลให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่ 12.15 น.แผงเก็บแสงอาทิตย์มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.91 m/s



ภาพที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนด ความเร็วลม ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระและผลต่างอุณหภูมิที่เวลาต่าง ๆ โดย ไม่กำหนดความเร็วลม ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตก กระทบมีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งให้ผลต่างของอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตาม จากข้อมูลพบว่าที่เวลา 12.15 น. พลังงานตกกระทบสูงสุดเท่ากับ 1205 W/m<sup>2</sup> และผลต่างอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 9.0 °C



ภาพที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม ในสภาวะ แวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4. 41 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่า เพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น จากข้อมูล พบว่าที่เวลา 12.15 น.ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเฉลี่ยประมาณ 39.22 W





ภาพที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อนโดยไม่กำหนดความเร็วลม ใน สภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3 จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่ม ของพลังงานตกกระทบ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่าที่เวลา 12.15 น. แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มี ประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 38.30



ภาพที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม ใน สภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่ควบคุม ความเร็วลม สภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงาน ตกกระทบเพิ่มขึ้น และพบว่าประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบที่ เวลา 12.15 น.และพลังงานตกกระทบ 1205 W/m<sup>2</sup>.แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า สูงสุดเท่ากับร้อยละ 5.07



### ภาพที่ 4.44 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมระบบที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลม ในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมระบบที่เวลาต่าง ๆ โดยไม่ ควบคุมความเร็วลมในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3 (ประสิทธิภาพด้านความร้อนรวมกับ ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า) พบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จากข้อมูล พบว่าที่เวลา 12.15 น.และพลังงานตกกระทบ 1205 W/m<sup>2</sup> ประสิทธิภาพรวมของแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 43.37



### ภาพที่ 4.45 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิไฟฟ้าและประสิทธิภาพรวม ที่ เวลาต่าง ๆ โดยไม่กำหนดความเร็วลมสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพความร้อน ประสิทธิภาพไฟฟ้าและ ประสิทธิภาพรวมที่เวลาต่าง ๆ สภาวะแวดล้อมจริง สำหรับกรณีที่ 3พบว่า ประสิทธิภาพรวมระบบ ของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 43.37 ประสิทธิภาพความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อย ละ 38.30 และประสิทธิภาพไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 5.07 ภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 2.91 m/s และ พลังงานตกกระทบ 1205 W/m<sup>2</sup> เวลา 12.15 น.

#### 4.3 ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ

การทดสอบปเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยได้ดำเนินการทดสอบภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลจากการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

# 4.3.1 ผลการทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ กรณีที่ 1 แผงเก็บรังสีผลิต ความร้อนเท่านั้น

กรณีที่ 1 การทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินการทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 – 15.00 น โดยเงื่อนไขการทดลองคือ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผล การทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.46–4.51



ภาพที่ 4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ย เท่ากับ 296 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 °C



ภาพที่ 4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางเข้า ตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.1, 31.0, 37.9, 37.8 และ 35.9 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่ง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



### ภาพที่ 4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.48 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ย เท่ากับ 602 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 5.6 °C





ภาพที่ 4.49 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิ ทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.4, 31.3, 36.9,36.8 และ 35.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่ง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



ภาพที่ 4.50 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.50 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ย เท่ากับ 537 W/m² ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 5.8 °C



### ภาพที่ 4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.51 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางเข้า ตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.7, 30.8, 36.6, 36.8 และ 35.0 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่ง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี

# 4.3.2 ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ กรณที่ 2 แผงเก็บรังสี ผลิตความร้อนและไฟฟ้า

กรณีที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้าเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีที่ 2 ทำการทดลองในช่วง 9.00 – 15.00 น ตามลำดับ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง เซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีนี้จะจ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งมากกว่ากำลังไฟฟ้าที่แผง เซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตได้กำหนด สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.52–4.60



ภาพที่ 4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.52 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ย เท่ากับ 561 W/m² ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 °C



ภาพที่ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.53 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางเข้า ตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.9, 31.3, 40.7, 40.7 และ 38.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่ง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



### ภาพที่ 4.54 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.54 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะ ส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 22.0 W



ภาพที่ 4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.55 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ย เท่ากับ 533 W/m² ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 8.7 °C



ภาพที่ 4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.56 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางเข้า ตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.7, 30.9, 39.6, 39.4 และ 37.6 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่ง ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



ภาพที่ 4.57 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.57 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะ ส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีควบคุมพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 22.4 W



ภาพที่ 4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.58 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่า พลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 488 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อ พลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 6.8°C



ภาพที่ 4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.59 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี ,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.7, 30.4, 37.2, 37.2 และ 35.5 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมี อุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออก แผงเก็บรังสี



# ภาพที่ 4.60 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.60 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะ ส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีควบคุมพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 23.8 W

# 4.3.3 การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ กรณีที่ 3 แผงเก็บรังสี ผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยไม่ควบคุมความเร็วลม

กรณีที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่ควบคุมความเร็วลม โดย นำกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับพัดลมเพื่อวัดความเร็วลมที่ได้ ผลการทดลอง สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.61–4.64



ภาพที่ 4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา โดยไม่กำหนด ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.61 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา โดยไม่กำหนด ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าแผงเก็บแสงอาทิตย์มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.79 m/s



ภาพที่ 4.62 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.62 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่า ที่ เวลา 12.00 น.ที่ พลังงานตกเฉลี่ยเท่ากับ 296 W/m<sup>2</sup> และผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 °C



### ภาพที่ 4.63 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละ ช่วงเวลา โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.63 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาที่โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ,อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิ ทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.1, 31.0, 37.4, 36.0 และ 34.7 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียง กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



#### ภาพที่ 4.64 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบ สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.64 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบ สำหรับกรณีที่ 3 ไม่กำหนดความเร็วลมผลจากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 16.4 W

### 4.4 ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู

การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยได้ดำเนินการทดสอบภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ และการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมี แผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยได้ ดำเนินการทดสอบภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลจากการศึกษามี รายละเอียดดังนี้

# 4.4.1 ผลการทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู กรณีที่ 1 แผงเก็บรังสีผลิต ความร้อนเท่านั้น

กรณีที่ 1 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินการ ทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 - 16.00 น โดยเงื่อนไขการทดลองคือ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ

4.4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์กรณีแผงเก็บรังสีผลิต ความร้อน กรณีที่ 1 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินการ ทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 - 16.00 น โดยเงื่อนไขการทดลองคือ ความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลการทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.65–4.70



# ภาพที่ 4.65 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสี ที่ความเร็วลม 1.0 m/s กรณีที่ 1

ภาพที่ 4.65 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสี ที่ความเร็วลม 1.0 m/s กรณีที่ 1 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 545 W/m<sup>2</sup> ผลต่าง อุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้า และออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 °C



### ภาพที่ 4.66 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.66 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.3, 29.4, 36.0, 34.8 และ 33.8 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมี อุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออก แผงเก็บรังสี



ภาพที่ 4.67 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีที่ความเร็วลม 1.5 m/s กรณีที่ 1

ภาพที่ 4.67 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสี ที่ความเร็วลม 1.5 m/s กรณีที่ 1 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 500 W/m<sup>2</sup> ผลต่าง อุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้า และออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 °C



ภาพที่ 4.68 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.68 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.8, 28.8, 35.5, 34.5 และ 33.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมี อุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออก แผงเก็บรังสี



### ภาพที่ 4.69 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสี ที่ความเร็วลม 2.0 m/s กรณีที่ 1

ภาพที่ 4.69 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสี ที่ความเร็วลม 2.0 m/s กรณีที่ 1 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 656 W/m<sup>2</sup> ผลต่าง อุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิทางเข้า และออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 °C



### ภาพที่ 4.70 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละ ช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1

ภาพที่ 4.70 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 1 ซึ่งกำหนด ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิ ทางออกแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่า อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.5, 29.6, 36.7, 35.6 และ 34.5 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิ ทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับ อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี

### 4.4.3 ผลการสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู กรณีที่ 2 แผงเก็บรังสี ผลิตความร้อนและไฟฟ้า

กรณีที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพด้านความร้อนและไฟฟ้า ทดลองช่วง 9.00 – 16.00 น ตามลำดับ สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีนี้จะจ่ายให้กับโหลดอุปกรณ์ ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งมากกว่ากำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตได้กำหนด สามารถนำเสนอ ข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.52–4.60



ภาพที่ 4.71 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็ว ลม 1.0 m/s กรณีที่ 2

ภาพที่ 4.71 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังส์โดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 1.0 m/s กรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 528 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิ ทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 ℃



ภาพที่ 4.72 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.72 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบและอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.1, 28.5, 35.3, 34.5 และ 33.3 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมี อุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออก แผงเก็บรังสี



# ภาพที่ 4.73 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.73 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อ หมู ที่ความเร็วลม 1.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 24 W



### ภาพที่ 4.74 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็ว ลม 1.5 m/s กรณีที่ 2

ภาพที่ 4.74 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังส์โดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 1.5 m/s กรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 796 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิ ทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 9.1 °C



# ภาพที่ 4.75 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.75 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ **2** ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบ และอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 31.6, 30.7, 39.9, 38.9 และ 37.4 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผง เก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิ ทางออกแผงเก็บรังสี



# ภาพที่ 4.76 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.76 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อ หมู ที่ความเร็วลม 1.5 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีควบคุมพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 23.4 W



ภาพที่ 4.77 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสีโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็ว ลม 2.0 m/s กรณีที่ 2

ภาพที่ 4.77 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างเก็บรังสิโดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 2.0 m/s กรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าพลังงานตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 741 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีมีเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างอุณหภูมิ ทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 10.1 ℃



ภาพที่ 4.78 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.78 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บ รังสี,อุณหภูมิทางเข้าตู้อบ และอุณหภูมิทางออกตู้อบ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 31.4, 30.6, 40.7, 39.5 และ 38.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผง เก็บรังมีอุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิ ทางออกแผงเก็บรังสี



### ภาพที่ 4.79 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อหมู ที่ ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2

ภาพที่ 4.79 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้เนื้อ หมู ที่ความเร็วลม 2.0 m/s สำหรับกรณีที่ 2 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีควบคุมพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิต กำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 22.4 W

# 4.4.4 การทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู กรณีที่ 3 แผงเก็บรังสีผลิต ไฟฟ้าและความร้อนโดยไม่ควบคุมความเร็วลม

การทดลองในกรณีที่ 3 การทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู กรณีที่ 3 แผงเก็บรังสีผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยไม่ควบคุมความเร็วลม โดยนำกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์
แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับพัดลมเพื่อวัดความเร็วลมที่ได้ ผลการทดลองสามารถนำเสนอข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.71–4.74



### ภาพที่ 4.80 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่กำหนด ความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.80 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่ กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผล ให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าที่ 13.00 น.แผงเก็บแสงอาทิตย์มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.4 m/s



ภาพที่ 4.81 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ โดยใช้เนื้อหมู โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.81 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ใช้เนื้อหมู โดยไม่ควบคุมความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่า ที่เวลา 12.00 น.ที่พลังงานตกเฉลี่ยเท่ากับ 546 W/m<sup>2</sup> และผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีอุณหภูมิ เฉลี่ยเท่ากับ 6.4 °C



ภาพที่ 4.82 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในแต่ละ ช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.82 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใน แต่ละช่วงเวลาใช้เนื้อหมู โดยไม่กำหนดความเร็วลม สำหรับกรณีที่ 3 ซึ่งกำหนดตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ 5 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ,อุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี,อุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี อุณหภูมิทางเข้าตู้อบ และอุณหภูมิทางออกตู้อบจากผลการทดลองพบว่ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.6, 30.6, 37.0, 35.9 และ 34.8 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางออกแผงเก็บรังสี



### ภาพที่ 4.83 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบใช้เนื้อหมูสำหรับกรณีที่ 3

ภาพที่ 4.83 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาในการทดสอบใช้เนื้อหมู สำหรับ กรณีที่ 3 ผลจากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิต กำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟ ฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 22.7 W

### 4.5 อัตราการอบแห้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบอัตราการอบแห้ง ในการศึกษาได้เลือกใช้ฟองน้ำ และเนื้อหมูเป็นตัวอย่างในการ ทดลอง ซึ่งผลการทดลองมีรายละเอียดดังนี้





ภาพที่ 4.84 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งโดยใช้ฟองน้ำ

การทดลองอัตราการอบแห้งโดยใช้ฟองน้ำซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 6 ชั่วโมง โดยเงื่อนไข การทดลองความเร็วลมที่ 1.0 m/s, 1.5m/s, และ 2.0m/s แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตความร้อนและ ไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีโดยใช้ฟองน้ำ จากผลการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งกรณีที่ 1 แผง ผลิตเฉพาะความร้อนที่ความเร็วลม 1.0 m/s เท่ากับ 0.03457 kg/h, 1.5 m/s เท่ากับ 0.04394 kg/h และ 2.0m/s เท่ากับ 0.04233 kg/h, กรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้าอัตราการอบแห้งที่ ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับ 0.05293 kg/h, 1.5m/s เท่ากับ 0.05274 kg/h และ 2.0 m/s เท่ากับ 0.05274 kg/h และกรณีที่ 3 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลม อัตราการ อบแห้งเท่ากับ 0.05218 kg/h ดังแสดงในภาพที่ 4.84



ภาพที่ 4.85 การทดลองอัตราการอบแห้งโดยใช้เนื้อหมูซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 7 ชั่วโมง โดยเงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0m/s, 1.5m/s, และ 2.0m/s แผงเก็บรังสีทำหน้าที่ผลิตความ ร้อนและไฟฟ้าโดยใช้เนื้อหมู ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณี จากผลการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้ง กรณีที่ 1 แผงผลิตเฉพาะความร้อน ที่ความเร็วลม 1.0 m/s เท่ากับ 0.1747 kg/h, 1.5 m/s เท่ากับ 0.1693 kg/h และ 2.0 m/s เท่ากับ 0.2053 kg/h, กรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้าอัตราการอบแห้งที่ ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับ 0.2066 (kg/h), 1.5 m/s เท่ากับ 0.2364 (kg/h) และ 2.0 m/s เท่ากับ 0.2604 (kg/h) และกรณีที่ 3 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลมอัตราการ อบแห้งเท่ากับ 0.1289 kg/h

### 4.6 ผลการทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะ

การทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งผลการทดลอง ออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองโดยใช้ฟองน้ำ และการทดลองโดยใช้เนื้อหมู ดังต่อไปนี้

### 4.6.1 ผลการทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ



ภาพที่ 4.86 กราฟความสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โดยฟองน้ำ

การทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะโดยใช้ฟองน้ำซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 6 ชั่วโมง โดย เงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0 m/s, 1.5 m/s, และ 2.0 m/s โดยแผงทำหน้าที่ผลิตความร้อน และไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีจากผลการทดลองพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า ที่ความเร็วลม 1.0 m/s เท่ากับ 3.600 kWh/kg, 1.5m/s เท่ากับ 3.958 kWh/kg, และ 2.0m/s เท่ากับ 3.601 kWh/kg และกรณีที่ 3 และกรณีที่ 3 แผงผลิตความร้อน และไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลมเท่ากับ 3.958 kWh/kg และผลการทดลองการสิ้นเปลืองพลังงาน จำเพาะกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 ผลิตความร้อนและไฟฟ้าพบว่าความเร็วลมและพลังงานตกกระทบ ส่งผลทำให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.86



ภาพที่ 4.87 กราฟความสิ้นเปลืองจำเพาะเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู

ภาพที่ 4.87 การทดลองพลังงานสิ้นเปลืองจำเพาะโดยเนื้อหมูซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 7 ชั่วโมง โดยเงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0 m/s, 1.5 m/s, และ 2.0 m/s โดยแผงทำหน้าที่ผลิต ความร้อนและไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีจากผลการทดลองพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน จำเพาะกรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า ที่ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับ 3.600 (kWh/kg), 1.5 m/s เท่ากับ 3.598 (kWh/kg), และ 2.0m/s เท่ากับ 3.598 (kWh/kg) และกรณีที่ 3 แผงผลิตความ ร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลมเท่ากับ 3.599 (kWh/kg) และผลการทดลองการสิ้นเปลือง พลังงานจำเพาะกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 ผลิตความร้อนและไฟฟ้าพบว่าความเร็วลมและพลังงานตก กระทบส่งผลทำให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.78

### 4.7 ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อหาประสิทธิภาพ ในการศึกษาได้เลือกใช้ฟองน้ำ และเนื้อหมูเป็นตัวอย่างในการทดลอง ซึ่งผลการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

## 4.7.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ

การทดลองประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำซึ่งใช้เวลาในการ ทดลอง 6 ชั่วโมง โดยเงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0 m/s, 1.5 m/s, และ 2.0 m/s โดยแผงทำ หน้าที่ผลิตความร้อนและไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีจากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพ กรณีที่ 1 แผงทำหน้าที่ผลิตความร้อน ที่ความเร็วลม 1.0 m/s เท่ากับร้อยละ 7.82, ความเร็วลม 1.5 m/s เท่ากับร้อยละ 4.89, และ 2.0m/s เท่ากับร้อยละ 5.29 กรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและ ไฟฟ้า ที่ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับร้อยละ 6.30, ความเร็วลม 1.5m/s เท่ากับร้อย 6.65, และ 2.0 m/s เท่ากับร้อยละ 7.42 และกรณีที่ 3 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนดความเร็วลม เท่ากับร้อยละ 11.98 และผลการดังแสดงในภาพที่ 4.88



🔽 V = 1.0 m/s 🔛 V = 1.5 m/s 🔄 V = 2.0 m/s

ภาพที่ 4.88 กราฟประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ฟองน้ำ

### 4.7.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู

การทดลองประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมูซึ่งใช้เวลาในการ ทดลอง 7 ชั่วโมง โดยเงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0 m/s, 1.5 m/s, และ 2.0 m/s โดยแผงทำ หน้าที่ผลิตความร้อนและไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีจากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพ กรณีที่ 1 แผงทำหน้าที่ผลิตความร้อน ที่ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับร้อยละ 21.55,ความเร็วลม 1.5m/s เท่ากับร้อยละ 22.76, และ 2.0m/s เท่ากับร้อยละ 21.06 กรณีที่ 2 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า ที่ ความเร็วลม 1.0m/s เท่ากับร้อยละ 26.31, ความเร็วลม 1.5m/s เท่ากับร้อยละ 19.88, และ ความเร็วลม 2.0m/s เท่ากับร้อยละ23.51 และกรณีที่ 3 แผงผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยไม่กำหนด ความเร็วลม เท่ากับร้อยละ 15.34 ดังแสดงในภาพที่ 4.89



ภาพที่ 4.89 กราฟประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เนื้อหมู

ลำดับ	ความเร็ว ลม(m/s)	ชั่วโมง การ ทดลอง	น้ำหนักก่อน ทดลอง (kg)	น้ำหนักหลัง ทดลอง (kg)	อัตราการ อบแห้ง (kg/h)
กรณีที่ 1	1	6	0.31471	0.01073	0.3457
	1.5	6	0.33538	0.00722	0.04394
	2	6	0.3468	0.00928	0.04233
กรณีที่ 2	1	6	0.4013	0.00837	0.05293
	1.5	6	0.4001	0.00837	0.05274
	2	6	0.4001	0.00837	0.05274
กรณีที่ 3	1.79	6	0.4013	0.00844	0.05281

4.8 ตารางผลการทดลองการอบแห้งโดยใช้วัสดุฟองน้ำและเนื้อหมู
 ตาราง 4.1 ผลการทดสอบการอบแห้งวัสดุโดยใช้ฟองน้ำ

# ตาราง 4.2 ผลการทดสอบการอบแห้งวัสดุโดยใช้เนื้อหมู

ลำดับ	ความเร็วลม (m/s)	ชั่วโมงการ ทดลอง	น้ำหนัก ก่อนทดลอง (kg)	น้ำหนักหลัง ทดลอง (kg)	อัตราการ อบแห้ง (kg/h)
กรณีที่ 1	1	7	2.862	1.639	0.1747
	1.5	7	3.095	0.91	0.1693
	2	7	2.848	1.411	0.2053
กรณีที่ 2	1	7	2.729	1.2837	0.2066
	1.5	7	3.024	1.369	0.2364
	2	7	3.082	1.259	0.2604
กรณีที่ 3	2.4	7	2.124	1.222	0.9020

# บทที่ 5 อภิปรายผล

การศึกษาประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบและแบบผสมผสาน โดยเงื่อนไขการทดลองที่ พลังงานตกกระทบ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> รวมทั้งการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์ โดยเงื่อนไขการทดลองความเร็วลมที่ 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s โดยใช้ผลิตภัณฑ์คือฟองน้ำ และเนื้อหมูจากสามารถสรุปได้ต่อไปดังนี้

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

### 5.1.1 สรุปผลการทดลองแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

5.1.1.1 ผลต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น และนอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น และ พลังงานตกกระทบคงที่จะส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง

5.1.1.2 ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ โดย ลักษณะการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพมีแนวโน้นเป็นเชิงเส้น และหากพิจารณาที่แต่ละความเร็วลมจะ พบว่า ภายใต้เงื่อนไขพลังงานตกกระทบเดียวกัน ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s จะมีประสิทธิภาพ ด้านความร้อนสูงสุด รองลงมาคือ ความเร็วลม 1.5 และ 1.0 m/s ตามลำดับ

5.1.1.3 ปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการ เพิ่มของพลังงานตกกระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึงพลังงานความ ร้อนที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนองเดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น

5.1.1.4 ในการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อน เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนองเดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และ หากพิจารณาในกรณีพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อเพิ่มความเร็วลมมีผลทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อความเร็วเพิ่มความหมายอีกด้านคือ มวลอากาศที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตก กระทบหรือ 5.1.1.5 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลกรณีแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตเฉพาะ ความร้อนกับแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ทำหน้าที่ผลิตทั้งความร้อนและไฟฟ้า จะพบว่า แผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ที่ทำหน้าที่ทั้งสองอย่างจะมีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีผลิตเฉพาะความร้อน นอกจากนั้นยัง พบว่ามีความเป็นไปได้สูงในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

### 5.1.2 สรุปผลการทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

5.1.2.1 ผลการศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พบว่าอุณหภูมิทางเข้าแผงเก็บรังสี มีอุณหภูมิต่ำซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และอุณหภูมิเข้าตู้อบใกล้เคียงกับอุณหภูมิ ทางออกแผงเก็บรังสี

5.1.2.2 ผลการศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พบว่าอากาศที่ไหลเวียนในแผง เก็บรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งมีการไหลเวียนอากาศร้อนส่งผ่านไปยังตู้อบซึ่งมีอุณภูมิในห้องอบเฉลี่ยประมาณ 30-40 °C

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาแผงเก็บรังสีและเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ควรมีการตรวจสอบสภาพ ภูมิอากาศก่อนทำการทดลอง ซึ่งพบว่าในสภาวะที่อากาศแจ่มใสไม่มีเมฆบังพบว่าประสิทธิภาพในการ ทำงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.2 ในการศึกษาการอบแห้งผลิตภัณฑ์ ควรมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่หลากกลาย นอกเหนือจาก เนื้อหมู เพื่อจะได้ต่อยอดหรือช่องทางในการนำไปใช้ในต่อไป

เอกสารอ้างอิง

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Brinkworth B.J., Cross B.M., and Hongxing Yang. "Thermal regulation of photovoltaic cladding", International Journal of Solar Energy. 61(3): 169-178; September, 1997.
- [2] Jie Ji., Jun Hua., Tin-tai Chow., Hua Yi., Jianping Lu., Wei He and Wei Sun. "Effect of fluid flow and packing factor on energy performance of a wall-mounted hybrid photovoltaic/water heating collector system", International Journal of Energy and Buildings. 38(12): 1380-1387; December, 2006.
- [3] Skoplaki, E. and Palyvos, J.A. "On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: a review of efficiency/power correlations", International Journal of Solar Energy. 83(5): 671–679; May, 2016.
- [4] กองถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563).
   "การความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์", http://webkc.dede.go.th/testmax/node/4480. 18 มีนาคม, 2563.
- [5] กองถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563).
   "การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงาน แสงอาทิตย์", http://webkc.dede.go.th/testmax/node/4480. 18 มีนาคม, 2563.
- [6] นักสิทธิ์ คูวัฒนา. **การถ่ายเทความร้อน**. กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2553.
- [7] สันติ สุดเฉลียว. การศึกษาการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับสนามไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- [8] Amna A. Alzaabia., Nadine K. Badawiyeh., Hind O. Hantoush and A. K. Hamid., "Electrical/thermal performance of hybrid PV/T system in Sharjah UAE", International Journal of Smart Grid and Clean Energy. 3(4): 385-389; October, 2014.
- [9] Amelia A.R., Moha Irwan Yusoff., Muhammad Irwanto. and Leow Wai Zhe.
   "Cooling on photovoltaic panel using forced air convection induced by DC fan", International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). 6(2): 526–534; April, 2016.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [10] Stropnik R. and Stritih U. "Increasing the efficiency of PV panel with the use of PCM", International Journal of Renewable Energy. 97: 671–679; November, 2016.
- [11] Kane, A., Verma V., and Singh A. "Optimization of thermoelectric cooling technology for an active cooling of photovoltaic panel", International Journal of Renewable and Sustainable Energy. 75: 1295–1305; August, 2017.
- [12] Alizadeh H., Ghasempour R., Behshad Shafii M.,and., Hossein Ahmadi M., et al. Wei-Mon Y. and Alhuyi Nazari M. "Numerical simulation of PV cooling by using single turn pulsating heat pipe", International Journal of Heat and Mass Transfer. 127: 203–208; December, 2018.
- [13] Zilli B., Lenz A., Souza S., and Secco D. "Performance and effect of watercooling on a microgeneration system of photovoltaic solar energy",
   International Journal of Cleaner Production. 192: 477–485; August, 2018.
- [14] Amira Lateef Abdullah and et al. "Performance and effect of water-cooling on a microgeneration system of photovoltaic solar energy", International Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. 58: 51-61; January, 2019.
- [15] Fadhil Abdulameer Sachit., <u>Mohd Afzanizam Mohd Rosli</u>., <u>Zulkifli Mohd Rosli</u> and <u>Noreffendy Tamaldin</u> "Numerical Investigation and Performance Analysis of Photovoltaic Thermal PV/T Absorber Designs: A Comparative Study", Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. 58(1): 62-77; April, 2019.
- [16] Lsmail Masalha., Najdat Abdullah., S U Masuri. and Mohannad O Rawashdeh "Experimental and numerical investigation of PV module for better efficiency using porous media", International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD). 9 (4): 1283–1302; August, 2019.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [17] สำรวย ภูบาล และวลยัรัตน์ จนัทรวงศ์ "การอบแห้งปลาหมึกกะตอยโดยใช้แสงอาทิตย์เป็น พลังงานความร้อนร่วม Drying of Katoy Squid Using Solar Thermal Energy", วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: 78-87; มกราคม-เมษายน, 2558.
- [18] Eltawil A Mohamed., Mostafa Azam. and Abdulrahman Alghannam.
   "Energy analysis of hybrid solar tunnel dryer with PV system and solar collector for drying mint (Menth Viridis)", Journal of Production. 181(1): 352–364; February, 2018.
- [19] Fterich M., Chouikhi H., Bentaher.and Maalej A. "Experimental parametric study of a mixed-mode forced convection solar dryer equipped with PV/T air collector", International Journal of Solar Energy. 171: 751-760; September, 2018.
- [20] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "คู่มือฝึกอบรมภาคปฏิบัติด้านพลังงาน แสงอาทิตย์ (ส่วนทฤษฎี)", https://images.app.goo.gl/keViCiLqapyAAv1F6. 18 มีนาคม, 2563.

ภาคผนวก

### ผลงานวิจัย

ญาดา พรมโสภา, อภินันต์ นามเขต, ทรงสุภา พุ่มชุมพล, ประพันธ์พงษ์ สมสิลา และ อำไพศักดิ์ ทีบุญมา "การศึกษาประสิทธิภาพแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ"ในงานการประชุม วิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 14





ประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 14 3-4 กันยายน 2563 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

### ประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 14 | 3-4 กันยายน 2563

### สารบัญ

	หน้า
สารจากรองอธิการบดีฝ่ายวิจัย นวัตกรรมและบริการวิชาการ	ก
กำหนดการ ประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 14	ዋ
การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการขึ้นรูปคอนกรีตพรุน เพื่องานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ผศ.ดร.ถนัดกิจ ชารีรัตน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	1
การประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงานเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ภาคอาคาร นายเทพพนม นพรัตน์ไชยพร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	12
การปรับปรุงช่วงความเชื่อมั่นสำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงปรกติที่ทราบค่าสัมประสิทธิ์ การแปรผัน โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบชุดลำดับ รศ.ดร.วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	22
การปรับปรุงค่าคงที่คอนทริบิวชั่นในการคำนวณความดันไอของสารประกอบระเบิดด้วยวิธีกรุ๊ปคอนทริ บิวชั่น นางสาวกรรณิการ์ กรมถิน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	32
พฤติกรรมการเผาไหม้ของหัวเผาวัสดุพรุนแบบเม็ดกลมอัดแน่น นายภาคภูมิ สืบภา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	39
สมรรถนะการเผาไหม้ของหัวเผาที่มีการเหนี่ยวนำอากาศด้วยตนเองโดยใช้เชื้อเพลิงแก๊สชีวภาพ ผศ.ดร.อภินันต์ นามเขต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	48
การเพิ่มความบริสุทธิ์ของกลีเซอรีน โดยวิธิอีเลคโตรไลซีสควบคู่กับเมมเบรน นายสาธก ไชยกุลชื่นสกุล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	59
การพัฒนารถประหยัดเชื้อเพลิงโดยควบคุมการจุดระเบิดและฉีดเชื้อเพลิงด้วยโปรแกรม API ผศ.ตร.ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	64
การศึกษาประสิทธิภาพแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ นางสาวญาดา พรมโสภา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	73
อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดขึ้นรูปขึ้นงานทูบ นางสาวปรางค์วลัย มีนารัตน์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	83
การศึกษาระดับความสูงของรองเท้ากับการซึ้บ่งอาการเส้นเลือดขอดในนักศึกษาหญิงสาขาวิชาการจัดการ การโรงแรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผศ.นิภาพร คำหลอม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	90
การสังเคราะห์และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งของไพริโด [3,4-b] ฟีนาชีน-5,12-ไดโอนและสารอนุพันธ์ ผศ.ตร.นิภาวรรณ พองพรหม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	99
การพัฒนาสูตรครีมกันแดดที่ใช้คอมโพสิตไททาเนียมไดออกไซด์และซิงค์ออกไซด์ นางสาววิศัลยา จันทร์เกษมสุข คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	107
การพัฒนาสูตรโลชันทาผิวว่านหางจระเข้ นางสาวศศิธร พิลาทอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอบอราชธานี	117

112

#### การศึกษาประสิทธิภาพแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ

<u>ญาดา พรมโสภา</u>ํ อภินันต์ นามเขต ทรงสุภา พุ่มชุมพล ประพันธ์พงษ์ สมสิลา และ อำไพศักดิ์ ทีบุญมา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี <sup>\*</sup>E-mail: yada.pr.57@ubu.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ โดยได้สร้าง แผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบที่มีขนาดพื้นเท่ากับ 1.0 m<sup>2</sup> ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดลองภายใต้เงื่อนไข พลังงานตกกระทบ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็ว 1.0,1.5 และ 2.0 m/s โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ ในการศึกษา คือ ประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวม ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อพลังงานตกกระทบหรือความเร็วลมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวมเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นผลการทดลองยังพบว่า ประสิทธิภาพรวมของระบบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 55.92%

**คำสำคัญ** : แผงผลิตไฟฟ้าและความร้อน ประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า รังสีแสงอาทิตย์

#### Study on Efficiency of Flat-Plate Photovoltaic /Thermal Collector

Yada Promsopa<sup>\*</sup>, Apinunt Namkhat, Songsupa Pumchumpol, Prapunpong Somsila and Umphisak Teeboonma Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University <sup>\*</sup>E-mail: yada.pr.57@ubu.ac.th

#### Abstract

The objective of this research was to study the efficiency of flat-plate photovoltaic / thermal (PV/T) collector. PV/T collector with area of 1.0 m<sup>2</sup> was fabricated. In this work, the experiments were conducted under conditions; solar radiations of 400, 600, and 800 W/m<sup>2</sup> as well as air velocities of 1.0, 1.5, and 2.0 m/s. The criteria used to study were thermal efficiency, electrical efficiency and total efficiency. The results were revealed that increment of solar radiation or air velocity result in increment of thermal efficiency, electrical efficiency and total efficiency. Additionally, it was showed that the highest total efficiency is 55.92%.

Keywords : PV/T collector, Thermal efficiency, Electrical efficiency, Solar radiation

#### บทนำ

ปัจจุบันโลกมีการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจรวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้มีความต้องการใช้ พลังงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ทั่วโลกเริ่มประสบปัญหาด้านพลังงาน อีกทั้งพลังงานที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานจาก ฟอสซิล ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำลายความสมดุลทางธรรมชาติ นอกจากนั้นยังส่งผลต่อ ้สูขอนามัย ด้วยเหตุนี้ปัจจุบันทั่วโลกจึงตระหนักถึงความสำคัญด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยพยายามหา แหล่งพลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ทดแทนพลังงานที่ได้จากฟอสซิล ซึ่งพลังงานทดแทนเหล่านี้ คือ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวภาพ พลังงานชีวมวลและพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น และโดยเฉพาะพลังงาน แสงอาทิตย์ซึ่งกำลังได้รับความสนใจในการประยกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นพลังงานที่ฟรี ไม่มีวันหมด สะอาด ปราศจากมลพิษและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้งานในช่วงที่ผ่านมาคือ การ ้ประยุกต์ใช้โดยเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า แผงเก็บรังสี แสงอาทิตย์ และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อนำอุปกรณ์ทั้งสองรวมเข้าด้วยกันซึ่งจะทำให้อุปกรณ์มี ้งนาดกะทัดรัด สามารถใช้งานได้หลายหน้าที่และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยลด อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C จะทำให้กระแสไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกลดลงประมาณร้อยละ 5 และชนิดไร้ผลึกลดลงประมาณร้อยละ 0.25 (Brinkworth et al., 1997; Ji et al., 2006; Skoplaki and Palyvos, 2009) ที่ผ่านมามีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ แผงเก็บรังสีเพื่อเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์ และเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น Amna et al., (2014) ศึกษาการปรับปรุง ้ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสานระบบความร้อน (PV/T) ซึ่งได้ สร้างชุดทดลองขึ้นเพื่อทดสอบกรณีมีและไม่มีการระบายความร้อนเพื่อประเมินประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผล ้จากการศึกษาพบว่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบ PV/T เพิ่มขึ้นสูงสุดถึงร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการ ระบายความร้อน ต่อมา Amelia et al., (2016) ได้ศึกษาการระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยติดตั้งพัดลมที่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งพบว่าสามารถลดอุณหภูมิได้สูงถึงร้อยละ 22.22 และสามารถเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดถึงร้อยละ 44.34 และในปีเดียวกัน Stropniket and Stritih, (2016) ได้ศึกษาการใช้วัสดุเปลี่ยนเฟสเพื่อนำมาลดอุณหภูมิให้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากการศึกษาพบว่า สามารถลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์และช่วยเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 4.3-8.7 เมื่อเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่มีการระบายความร้อน ในปีต่อมา Kane et al., (2017) ได้ศึกษาการใช้ เทอร์โมอิเล็กตริกเพื่อระบายความร้อนเซลล์แสงอาทิตย์ โดยออกแบบเพื่อติดตั้งด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ ้โปรแกรมจำลองระบบ ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุดถึงร้อยละ 26 และประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้น สูงสุดถึงร้อยละ 18 ต่อมา Alizadeh et al., (2018) ศึกษาการใช้ท่อความร้อนเพื่อระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ ผลการศึกษาพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 18% เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีระบบระบาย ้ความร้อน หลังจากนั้น Zilli et al., (2018) ศึกษาการหล่อเย็นด้วยน้ำให้กับเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพและพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.17 และ 12.26 ตามลำดับ และในปีเดียวกัน Idoko and Donald, (2018) ศึกษาการระบายความร้อนแบบผสมผสานที่หลากหลาย โดยใช้ทั้งน้ำและอากาศเย็นในการระบาย ้ความร้อน ผลการวิจัยพบว่าการทำให้อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าได้ร้อย ละ 3 และปีต่อมา Amira et al., (2019) ได้ศึกษาประสิทธิภาพด้านความร้อนและแฟคเตอร์การดูดกลื่นความร้อนของ ระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน (PV/T) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบ PV/T และทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขความเข้ม ของรังสีอาทิตย์เท่ากับ 300-1.000 W/m² และอัตราการไหลที่ 0.01 ke/s จากการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มของรังสี ้แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนและแฟคเตอร์การดูดกลืนความร้อนเพิ่มขึ้น ต่อมา Fadhil et al., (2019) นำเสนอแผ่นดูดกลืนรังสีที่มีช่องการไหลแตกต่างกัน โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาพารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิน้ำออก อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าและประสิทธิภาพด้านความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการ ้วิเคราะห์พบว่า แผ่นดูดกลืนรังสีที่มีการไหลของไหลแบบเกลียวและตรงให้ผลลัพธ์ดีกว่าแผ่นดูดกลืนรังสีที่มีการไหลของ ์ ไหลแบบเกลียวเพียงอย่างเดียว และปีเดียวกันนี้ Ismail et al., (2019) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผงเซลล์ ้แสงอาทิตย์ในกรณีไม่มีการระบายความร้อน กรณีที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ และกรณีที่มีการระบายความร้อนและ มีวัสดุพรุน จากการทดลองพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์กรณีที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำจะช่วยลดอุณหภูมิแผงลงได้ ้ร้อยละ 20.5 ส่วนในกรณีเพิ่มวัสดุพรุนอุณหภูมิแผงจะลดลงร้อยละ 42.17 ซึ่งในกรณีนี้ให้กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพ แผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงสุด ข้อสรุปจากงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่าหากระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนมีการระบายความ ร้อนจะช่วยทำให้ประสิทธิภาพระบบเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงได้สร้างแผงผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ (Flat-Plate Photovoltaic /Thermal Collector, PV/T) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ ซึ่งแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชนิดนี้ ต้นทุนสร้างต่ำ และบำรุงรักษาง่ายเมื่อเทียบกับแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์รูปแบบอื่น โดยงานวิจัยนี้ได้รวมแผงเซลล์ แสงอาทิตย์เข้ากับแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการ นำไปประยุกต์ใช้งานควบคู่กับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการไหลเวียนอากาศแบบบังคับ

#### วิธีการวิจัย

#### ชุดทดลอง

รูปที่ 1 แสดงซุดทดลองแผงเก็บรังสีผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ โดยแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบ แผ่นเรียบขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร ด้านในใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวขนาด 100 W<sub>p</sub> ทำหน้าที่เป็น ตัวดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยด้านบนปิดด้วยกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ทางออก แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ในการทดลองใช้สปอร์ตไลท์ทำหน้าที่เสมือนแสงอาทิตย์เทียม ซึ่งทั้งความเร็วลมและความเข้ม ของแสงอาทิตย์เทียมสามารถปรับค่าได้ตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมและชุดควบคุม กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสปอร์ตไลท์



รูปที่ 1 ชุดทดลองแผงเก็บรังสีผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบแผ่นเรียบ

#### วิธีการทดลอง

สำหรับการทดลองได้ดำเนินการวัดและบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การวัด พลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบโดยใช้ไพรานอมิเตอร์ การวัดความเร็วลมได้ใช้แอนิโมมิเตอร์ การวัดพลังงานไฟฟ้าใช้วัตต์ มิเตอร์และการวัดอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งใช้สายเทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด เค ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล ในส่วนของ การทดลองได้แบ่งการทดลองเป็น 2 กรณี คือ

กรณี 1 ควบคุมให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้น โดยเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่ผลิต ไฟฟ้าแต่จะทำหน้าที่เสมือนตัวเก็บรังสี ซึ่งกรณีนี้จะทดสอบเฉพาะประสิทธิภาพด้านความร้อน โดยมีเงื่อนไขการทดลอง คือ พลังงานตกกระทบเท่ากับ 400, 600 และ 800 W/m² และความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s

กรณี 2 ควบคุมให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตทั้งไฟฟ้าและความร้อน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพด้าน ความร้อนประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวม ซึ่งมีเงื่อนไขการทดลอง คือ พลังงานตกกระทบเท่ากับ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลมเท่ากับ 1.0,1.5 และ 2.0 m/s โดยกรณีนี้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะจ่ายให้กับ โหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120 W ซึ่งจะทำให้เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดไปยังภาระโหลดทางไฟฟ้า

#### การวิเคราะห์ผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งได้แก่ พลังงานตกกระทบ ความเร็วลม อุณหภูมิที่แต่ละตำแหน่งของชุดทดลอง และกำลังไฟฟ้าจะถูกนำมาใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านความร้อนและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดใน การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

### ประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ชั่วขณะสามารถวิเคราะหโดยใช้สมการที่ (1)

$$\eta_{\text{th}} = \frac{Q_{u}}{GA_{c}} = \frac{mC_{p}(T_{u} - T_{i})}{GA_{c}}$$
(1)

เมื่อ

 $\eta_{\star}$ คือ ประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

Ac คือ พื้นที่รับพลังงานตกกระทบ, (m<sup>2</sup>)

G คือ พลังงานตกกระทบ (W/m<sup>2</sup>)

Ti คือ อุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้า, (°C)

To คือ อุณหภูมิอากาศที่ไหลออก, (°C)

m คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ, (kg/s)

C คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ, (kJ/kg-K)

#### ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

การหาประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์จะคำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (2)

$$\eta_{m} = \frac{N}{GA_{c}}$$
(2)

เมื่อ

 $\eta_{_{\rm el}}$  คือ ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า

I คือ กระแสไฟฟ้า, (A)

V คือ แรงดันไฟฟ้า, (V)

โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบสามารถวิเคราะห์โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\eta_{\text{total}} = \frac{mC_{p}(T_{o} - T_{j}) + N}{GA_{o}}$$
(3)

หรือ

### $\eta_{\text{total}} = \eta_{\text{th}} + \eta_{\text{el}} \tag{4}$

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบประสิทธิภาพแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ได้ดำเนินการทดลอง 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ควบคุมให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้นเพื่อดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพด้านความร้อน และ กรณีที่ 2 ทดสอบโดยให้แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ผลิตทั้งไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งทุกกรณีทดสอบภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน คือ พลังงานตกกระทบ 400, 600 และ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 m/s ตามลำดับ ผลจากการศึกษามี รายละเอียดดังนี้

#### ผลการทดสอบกรณีแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อน

ผลการทดลองที่นำเสนอในส่วนนี้คือข้อมูลการทดสอบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้น โดยให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อนโดยไม่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการ ทดลองได้ผลต่างอุณหภูมิทางเข้าและออกแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ดังข้อมูลที่แสดงในรูปที่ 2



**รูปที่ 2** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตเฉพาะความร้อน

รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิกรณีควบคุมให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าเป็นตัวดูดกลืนรังสีและผลิตเฉพาะความร้อนเท่านั้น ผลจากการทดลองพบว่า ที่พลังงานตกกระทบ 400 W/m<sup>2</sup> ผลต่างอุณหภูมิเข้าและออกแผงเก็บรังสีที่แต่ละความเร็วลมมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ค่าความแตกต่างนี้เพิ่มขึ้นตามการ เพิ่มของพลังงานตกกระทบโดยมีแนวโน้มเป็นลักษณะเชิงเส้น ซึ่งที่พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> จะมีผลต่างของ อุณหภูมิทางเข้าและออกมากที่สุด โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8°C ภายใต้เงื่อนไขพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และ ความเร็วลม 1.0 m/s และหากพิจารณากรณีที่พลังงานตกกระทบเท่ากันแต่ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จะพบว่าเมื่อความเร็วลม เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง โดยที่ความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s จะมีผลต่างอุณหภูมิสูงที่สุดในทุกเงื่อนไข รองลงมาคือ ความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s และ 2.0 m/s ตามลำดับ



ร**ูปที่ 3** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตเฉพาะ ความร้อน

77

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ สำหรับกรณีผลิตเฉพาะความร้อน ซึ่งนำข้อมูลผลต่างอุณหภูมิจากรูปที่ 2 มาใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้ความสัมพันธ์ตาม สมการที่ (1) จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตกกระทบ โดยลักษณะการ เพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพมีแนวโน้นเป็นเชิงเส้น และหากพิจารณาที่แต่ละความเร็วลมจะพบว่า ภายใต้เงื่อนไขพลังงานตก กระทบเดียวกัน ที่ความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s จะมีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุด รองลงมาคือ ความเร็วลม 1.5 และ 1.0 m/s ตามลำดับ สำหรับการทดลองในกรณีนี้พบว่า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุด เท่ากับร้อยละ 52 ที่เงื่อนไขความเร็วลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup>

สำหรับปัจจัยที่ทำให้ผลต่างอุณหภูมิและประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของพลังงานตก กระทบ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นนั่นหมายถึงพลังงานความร้อนที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตาม และในทำนอง เดียวกันการเพิ่มความเร็วลมก็จะส่งผลดี คือ ทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพ ด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาในกรณีพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อเพิ่มความเร็วลมมีผลทำให้ผลต่างอุณหภูมิ ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความเร็วเพิ่มความหมายอีกด้านคือ มวลอากาศที่รับความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานตกกระทบ หรือพลังงานความร้อนเท่าเดิมในขณะที่มวลอากาศเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิลดลง

#### ผลการทดสอบกรณีแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตความร้อนและไฟฟ้า

ข้อมูลผลการทดลองที่กล่าวถึงในส่วนนี้เป็นข้อมูลการทดสอบในกรณีแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าและ ความร้อน โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงาน 2 หน้าที่ คือ ดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานความร้อนและอีก หน้าที่ คือ ผลิตพลังงานไฟฟ้า สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะจ่ายให้กับภาระโหลดทางไฟฟ้าเพื่อให้สามารถวัดและ บันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง และในส่วนของความร้อนจะถ่ายเทให้กับอากาศ ในการทดลองได้ทำการ บันทึกข้อมูลผลต่างอุณหภูมิขาเข้าและออกแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์พร้อมทั้งพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จ่าย ให้กับโหลด โดยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพลังานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแสดงในรูปที่ 4 ผลการทดลองได้ทำการ ในรูปที่ 4 พบว่า เมื่อพลังงานตกกระทบเมื่อค่าเพิ่มมากขึ้นจะส่งให้ผลต่างอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตาม นอกจากนั้นยัง พบว่า กรณีค่าพลังงานตกกระทบคงที่ เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นตาม นอกจากนั้นยัง อุณหภูมิสูงสุดคือ พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 1.0 m/s และหากเปรียบเทียบกับผลการทดลองใน กรณีที่ 1 (ผลิตเฉพาะความร้อน รายละเอียดตามรูปที่ 2) จะพบว่าผลต่างอุณหภูมิในกรณีที่ 1 มีค่ามากกว่ากรณีที่ 2 ทั้งนี้ เกิดจากพลังงานในกรณีที่ 2 ถูกเปลี่ยนรูปเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความร้อนและด้านไฟฟ้า



**รูปที่ 4** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและผลต่างอุณหภูมิแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้า และความร้อน

เมื่อนำค่าผลต่างอุณหภูมิ ความเร็วลมและพลังงานตกกระทบไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านความร้อนโดยใช้ ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (1) จะได้ผลการวิเคราะห์ดังข้อมูลที่แสดงในรูปที่ 5 จากข้อมูลจะพบว่า เมื่อพลังงาน ตกกระทบเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาในกรณีพลังงานตกกระทบคงที่ จะ พบว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านความร้อนเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาเงื่อนไขที่ทำให้เกิด ประสิทธิภาพด้านความร้อนสูงสุดพบว่าเกิดขึ้นที่เงื่อนไขพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 2.0 m/s โดยมี ค่าเท่ากับ ร้อยละ 50



**รูปที่ 5** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านความร้อนแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อน



**รูปที่ 6** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้าแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้าและความร้อน

รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและกำลังไฟฟ้าสำหรับกรณีที่แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ผลิตทั้งไฟฟ้าและความร้อน ผลจากการทดลองพบว่าเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้ามีค่า เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาในกรณีควบคุมพลังงานตกกระทบให้คงที่จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วลมจะส่งผลให้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น โดยเงื่อนที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด คือ พลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup> และความเร็วลม 2.0 m/s ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 28 W หลังจากนั้นเมื่อนำข้อมูลที่แสดงในรูปที่ 6



ไปใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าโดยใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (3) จะได้ผลลัพธ์ดังข้อมูลที่นำเสนอในรูปที่ 7 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้น และหากพิจารณากรณีที่พลังงานตกกระทบคงที่ก็ จะพบว่า ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น โดยแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า สูงสุดเท่ากับร้อยละ 5.5 ภายใต้เรื่อนไขความเร็วลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup>

รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวม (ประสิทธิภาพด้านความร้อนรวม กับประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า) ซึ่งได้จากการนำข้อมูลในรูปที่ 4 และรูปที่ 6 มาวิเคราะห์โดยใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (3) หรือได้จากนำข้อมูลประสิทธิภาพในรูปที่ 5 รวมกับข้อมูลในรูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์ที่นำเสนอในรูปที่ 8 พบว่าเมื่อ พลังงานตกกระทบเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และหากพิจารณาที่พลังงานตกกระทบคงที่ก็พบว่า เมื่อความเร็ว ลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยประสิทธิภาพรวมของแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 55.5 ภายใต้เงื่อนไขความเร็วลม 2.0 m/s และพลังงานตกกระทบ 800 W/m<sup>2</sup>



**รูปที่ 7** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพด้านไฟฟ้าแผงเก็บรังสึแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้า และความร้อน



**รูปที่ 8** ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานตกกระทบและประสิทธิภาพรวมแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์กรณีผลิตไฟฟ้า และความร้อน

120

#### สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาและทดสอบแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อน โดยได้สร้างแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งผลิตไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งในการทดสอบสามารถกำหนดให้ แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อน หรือทำหน้าที่ผลิตทั้งความร้อนและไฟฟ้าในเวลาเดียวกันเพื่อ ประเมินประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวม ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพด้านความร้อน ประสิทธิภาพด้านไฟฟ้า และประสิทธิภาพรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานตกกระทบหรือ ความเร็วลมเพิ่มขึ้น และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลกรณีแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตเฉพาะความร้อนกับ แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ทำหน้าที่ผลิตทั้งความร้อนและไฟฟ้า จะพบว่า แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ทำหน้าที่ทั้งสองอย่าง จะมีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีผลิตเฉพาะความร้อน นอกจากนั้นยังพบว่ามีความเป็นไปได้สูงในการนำไปประยุกต์ใช้งาน กับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนทุนวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

- Alizadeh, H., Ghasempour, R., Shafii, M.B., Ahmadi, M.H., Yand, W.M. and Nazari, M.A., (2018). Numerical simulation of PV cooling by using single turn pulsating heat pipe. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 127, 203–208.
- Amelia, A.R., Irwan, Y.M., Irwant, M., Leow, W.Z., Gomesh, N., Safwati, I. and Anuar, M.A.M., (2016). Cooling on photovoltaic panel using forced air convection induced by DC fan. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 6, 526–534.
- Abdullah, A.L., Misha, S., Tamaldin, N., Mohd Rosli, M.A., and Sachit, F.A. (2019). Thermal efficiency and heat removal factor for hybrid photovoltaic thermal PVT system. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 58, 51-61.
- Alzaabia, A.A., Badawiyeha, N.K., Hantousha, H.O. and Hamid, A.K. (2014). Electrical/thermal performance of hybrid PV/T system in Sharjah, UAE. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 3(4), 385-389.
- Brinkworth, B.J., Cross, B.M., Marshall, R.H. and Yang, H. (1997). Thermal regulation of photovoltaic cladding. Solar Energy, 61, 169-178.
- Sachit, F.A., Mohd Rosli, M.A., Tamaldin, N., Misha, S. and Abdullah, A.L. (2019). Numerical Investigation and Performance Analysis of Photovoltaic Thermal PV/T Absorber Designs: A Comparative Study. Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences, 58(1), 62-77.
- Masalha, I.A., Abdullah, N.N., Masur, S. and Rawashdeh, M.O., (2019). Experimental and numerical investigation of PV module for better efficiency using porous media. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 1283–1302.
- Ji, J., Han, J., Chow, T.T., Yi, H., Lu, J., He, W. and Sun, W. (2006). Effect of fluid flow and packing factor on energy performance of a wall-mounted hybrid photovoltaic/water heating collector system. *Energy and Buildings*, 38, 1380-1387.

- Kane, A., Verma, V. and Singh, B. (2017). Optimization of thermoelectric cooling technology for an active cooling of photovoltaic panel. Renewable and Sustainable *Energy Reviews*, 75, 1295–1305.
- Skoplaki, E. and Palyvos, J.A. (2009). On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: a review of efficiency/power correlations. *Solar Energy*, 83, 614-624.
- Stropnik, R. and Stritih, U. (2016). Increasing the efficiency of PV panel with the use of PCM. *Renewable Energy*, 97, 671–679.
- Zilli, B.M., Lenz, A.M., De Souza, S.M.N., Secco, D., Nogueira, C.E.C., Junior, O.H.A., Cézar Nadaleti, W., Da Cruz Siqueira, J.A. and Gurgacz, F. (2018). Performance and effect of water-cooling on a microgeneration system of photovoltaic solar energy. *Journal of Cleaner Production*, 192, 477– 485.



# ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวญาดา พรมโสภา
	เกิดเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2538
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 – 2561 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการทำงาน	17 พฤษภาคม 2564 - ปัจจุบัน
ตำแหน่งงาน	Research and Development (R&D)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทพรีเมี่ยม เอ็นเนอร์ยี่ คอร์ปอเรชั่น จำกัด 113 หมุ่ที่ 2 ตำบลคลอง
	สะแก อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13260
	โทรศัพท์ (035) 333720
E-mail	Yada.pr.57@ubu.ac.th