



บทที่ 4 ผลการทดลอง

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารตัวกลาง ในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารเอทานอลกับน้ำ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของแผงรับรังสีอาทิตย์ และเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการผลิตน้ำร้อน ตลอดจนถึงการเปรียบเทียบผลการทดลอง ที่เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน และจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง โดยศึกษาในกรณีต่างๆ ในแต่ละกรณี ใช้น้ำที่อุณหภูมิประมาณ 28-32 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 9 กรณีด้วยกัน ในแต่ละกรณีมีเงื่อนไขแตกต่างกัน ดังนี้

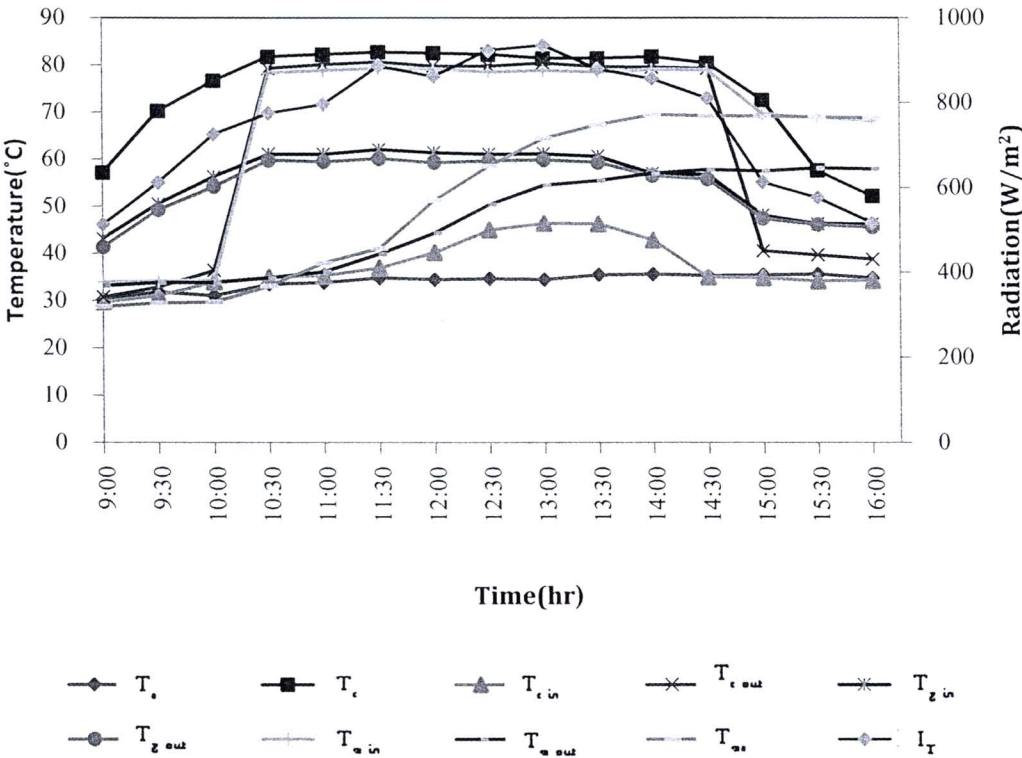
กรณีที่	1	ใช้ปริมาณน้ำ	20 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.0 ลิตร
กรณีที่	2	ใช้ปริมาณน้ำ	20 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.5 ลิตร
กรณีที่	3	ใช้ปริมาณน้ำ	20 ลิตร และใช้สารเอทานอล	3.0 ลิตร
กรณีที่	4	ใช้ปริมาณน้ำ	25 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.0 ลิตร
กรณีที่	5	ใช้ปริมาณน้ำ	25 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.5 ลิตร
กรณีที่	6	ใช้ปริมาณน้ำ	25 ลิตร และใช้สารเอทานอล	3.0 ลิตร
กรณีที่	7	ใช้ปริมาณน้ำ	30 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.0 ลิตร
กรณีที่	8	ใช้ปริมาณน้ำ	30 ลิตร และใช้สารเอทานอล	2.5 ลิตร
กรณีที่	9	ใช้ปริมาณน้ำ	30 ลิตร และใช้สารเอทานอล	3.0 ลิตร

4.1 การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

กระบวนการผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีวิธีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการกระบวนการให้ความร้อนแก่น้ำ โดยการสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ มีแผงรับรังสีจำนวน 1 แผง เพื่อรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ใช้สารละลายเอทานอลเป็นสารทำงานไหลเวียนภายในระบบ พาคความร้อนที่แผงรับรังสีอาทิตย์ได้รับ ไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนภายในถังน้ำเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ทำการทดลองในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ในช่วงระยะเวลาในการทดลอง 09.00-16.00 น. เริ่มทำการทดลอง โดยการเติมน้ำในถังน้ำร้อนและเติมเอทานอลเข้าไปในถังพักสารเอทานอลตามกรณีการทดลองจากนั้นสารเอทานอลจะไหลเข้าไปยังแผงรับรังสีอาทิตย์

(Solar Collector) ขณะสารเอทานอลไหลผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์นั้นความร้อนจากรังสีอาทิตย์จะถูกส่งถ่ายให้กับสารเอทานอลส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งสารเอทานอลระเหยกกลายเป็นไอไหลเวียนไปยังถังเก็บน้ำที่อยู่ด้านบนของแผงรับรังสี จากการทดลองเริ่มจากเวลา 09.00-10.30 น. อุณหภูมิของแผงรับรังสีอาทิตย์ต้องมีอุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส ขึ้นไป สารเอทานอลจึงจะเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบไปยังถังน้ำเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ หลังจากนั้นสารเอทานอลจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวเข้าสู่ถังพักสารเอทานอล แล้วไหลกลับเวียนเข้าสู่แผงรับรังสีอาทิตย์อีกครั้ง จนกระทั่งความเข้มข้นของรังสีอาทิตย์ลดลง สารเอทานอลไม่สามารถระเหยกกลายเป็นไ้อีกจึงหยุดการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ข้อมูลในการเปรียบเทียบใช้วันที่ 1 ธ.ค. 53 เป็นกรณีที่ใช้ปริมาณเอทานอล 3 ลิตรแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำ 20 ลิตร ผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงสุด คือ 69 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงที่สุดจากการทดลองทั้ง 9 กรณี

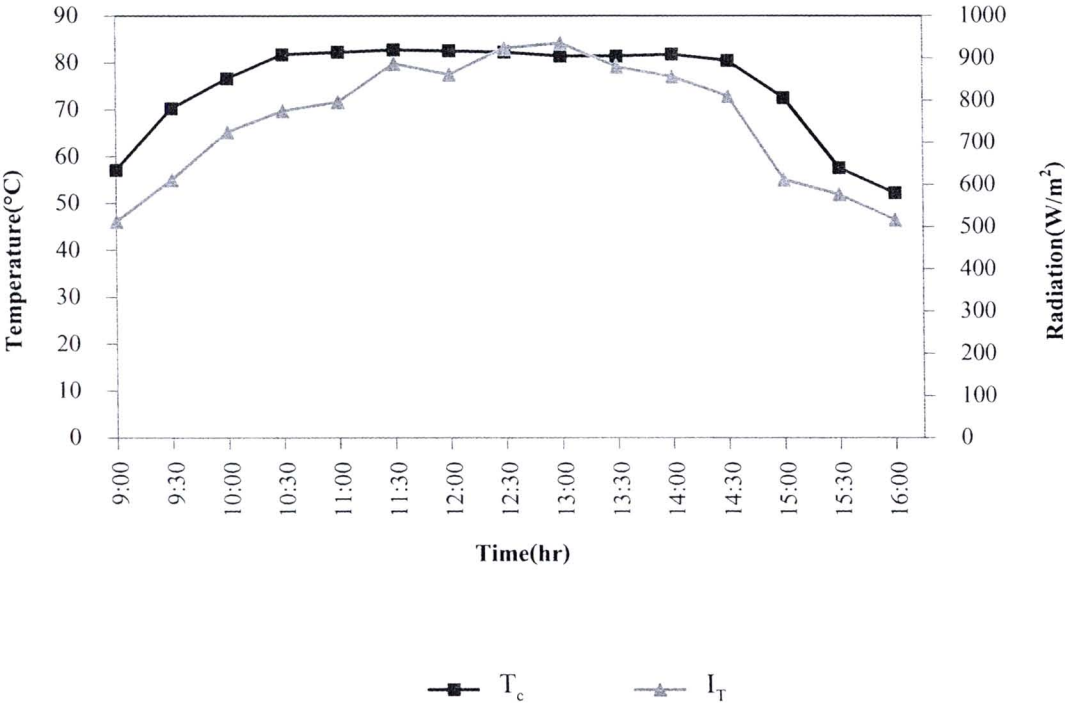
4.1.1 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 4.1 แสดงผลจากการตรวจวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

จากรูปที่ 4.1 แสดงผลจากการตรวจวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นลักษณะการรับความร้อนและการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนภายในระบบ โดยลักษณะการไหลเวียนของสารเอทานอลขึ้นอยู่กับระดับความเข้มรังสีอาทิตย์ ที่ระดับความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำกว่า 750 W/m² สารเอทานอลจะหยุดการไหลเวียน และจะไหลเวียนในช่วงระดับความเข้มรังสีอาทิตย์สูงกว่า 750 W/m² ขึ้นไป ตลอดช่วงของวัน สารเอทานอลจะไหลเวียนได้ดีในช่วงเวลา 10.30 - 14.30 น. ส่งผลให้น้ำภายในถังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ

4.1.2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์

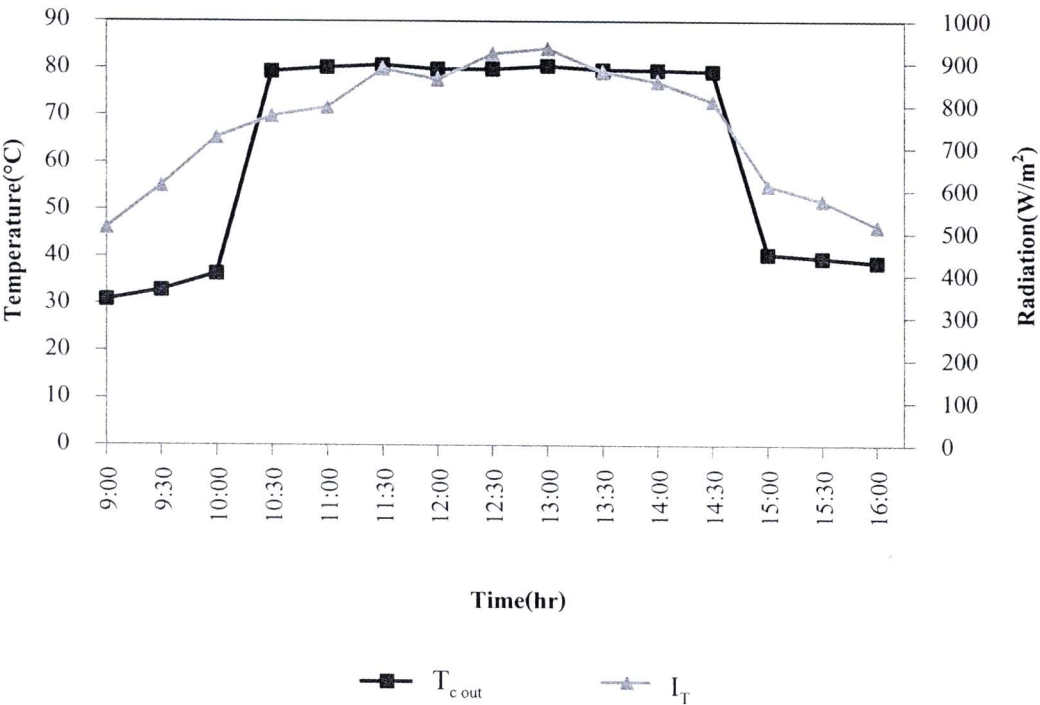


รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.2 แสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์ พบว่าจากผลการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที เริ่มต้นเวลา 09.00 น. อุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีอาทิตย์เริ่มทำการทดลองอยู่ที่ 57.09 องศาเซลเซียส เนื่องจากการรับรังสีอาทิตย์สะสมไว้ภายในแผงในช่วงก่อนเวลา 09.00 น. จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ ช่วงเวลา 09.00 - 10.30 น. อุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนช่วงเวลา 10.30 - 14.30 น. อุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีจะค่อนข้างคงที่ เฉลี่ยอยู่ที่ 81 องศาเซลเซียส ซึ่ง

เป็นอุณหภูมิที่เพียงพอที่จะทำให้เอทานอลถึงจุดเดือด เนื่องจากเอทานอลมีอุณหภูมิจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีสูงสุด 82.7 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.30 น. และเริ่มลดลงในช่วงเวลา 14.30 - 16.00 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิอากาศภายในแผงรับรังสีจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละช่วงของวัน หากมีเมฆบดบังค่ารังสีอาทิตย์ก็จะลดลง

4.1.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์

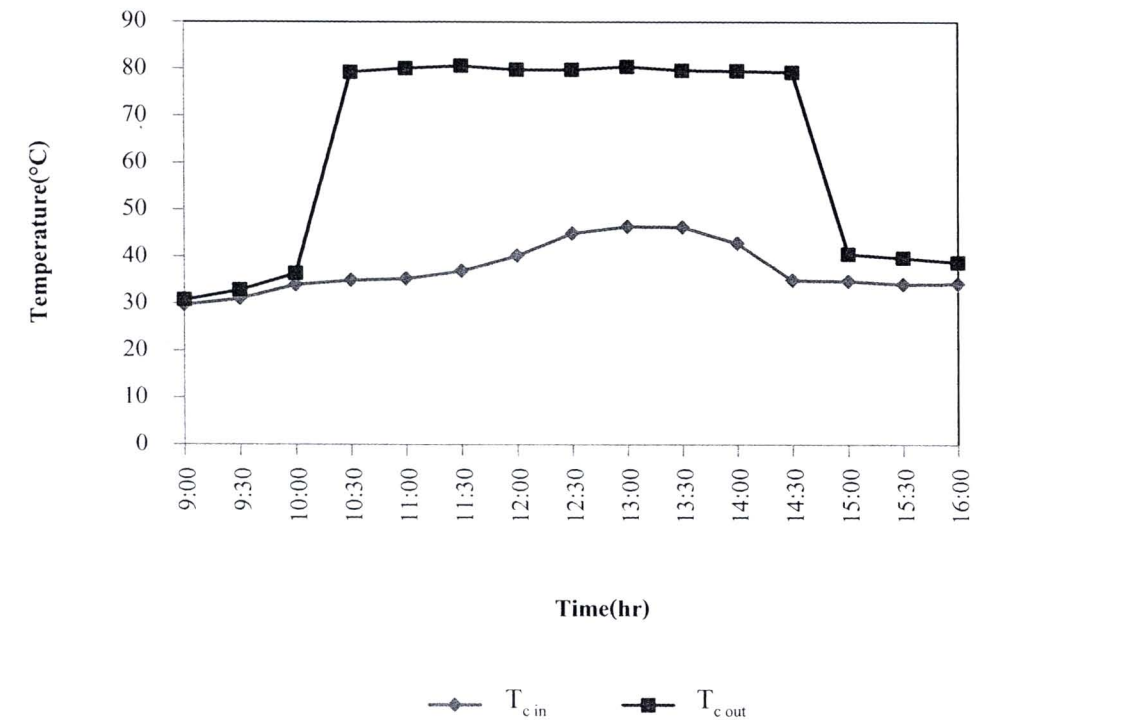


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีกับค่ารังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ พบว่าอุณหภูมิออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. อุณหภูมิ 30.73 องศาเซลเซียส จากการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที อุณหภูมิออกจากแผงรับรังสีใกล้เคียงกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ ส่วนช่วงเวลา 10.30 - 14.30 น. จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 78.78 องศาเซลเซียส จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละช่วงของวัน พบว่าที่ระดับความเข้มสูงกว่า 750 W/m² ขึ้นไปสารเอทานอลจะเดือดกลายเป็นไอ ไหลเวียนภายในระบบ และยังพบว่าอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ค่อนข้างคงที่ ประมาณ 78 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 10.30 - 14.30 น. เนื่องจากภายใน

ระบบผลิตน้ำร้อนไม่มีแรงดัน จึงไม่สามารถทำให้อุณหภูมิไอของเอทานอลสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิจุดเดือดได้

4.1.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสารเอทานอลเข้าและออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์

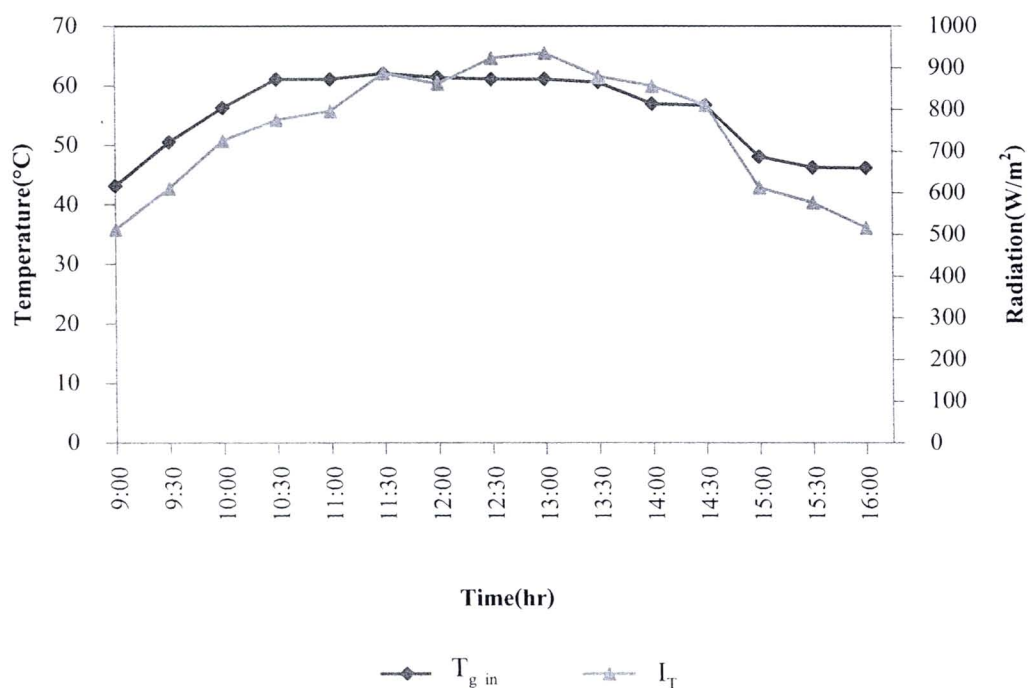


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสารเอทานอลเข้าและออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารเอทานอลเข้าและออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ พบว่า อุณหภูมิก่อนเข้าแผง เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 30.16 องศาเซลเซียส จากการเก็บข้อมูล ทุก ๆ 30 นาที อุณหภูมิก่อนเข้าแผงใกล้เคียงกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 46.37 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13.00 น. ซึ่งมีผลมาจากอุณหภูมิจากแผงรับรังสี และอุณหภูมิน้ำร้อนที่เพิ่มขึ้น และจะเริ่มลดลงในช่วงเวลา 14.30 - 16.00 น.เนื่องมาจากสารเอทานอลหยุดการไหลเวียนภายในระบบ ส่วนอุณหภูมิออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 30.73 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งอุณหภูมิเฉลี่ย อยู่ที่ 78.76 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 10.30 – 14.30 น. และอุณหภูมิเริ่มลดลงเมื่อระดับความเข้มของ แสงอาทิตย์เริ่มลดน้อยลง จนกระทั่งเวลา 16.00 น.อุณหภูมิอยู่ที่ 38.77 องศาเซลเซียส จากกราฟที่ แสดงผลอุณหภูมิสารเอทานอลเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศ อันเนื่องมาจากได้ถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ภายในถังน้ำร้อน แล้วไหลกลับมายังแผงรับรังสี ส่วน

ช่วงเวลา 12.00 – 14.30 น. อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอันเนื่องมาจากน้ำภายในถังเก็บ มีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละช่วงของวัน โดย จะทำงานได้ดีในช่วงเวลา 10.30 – 14.30 น.

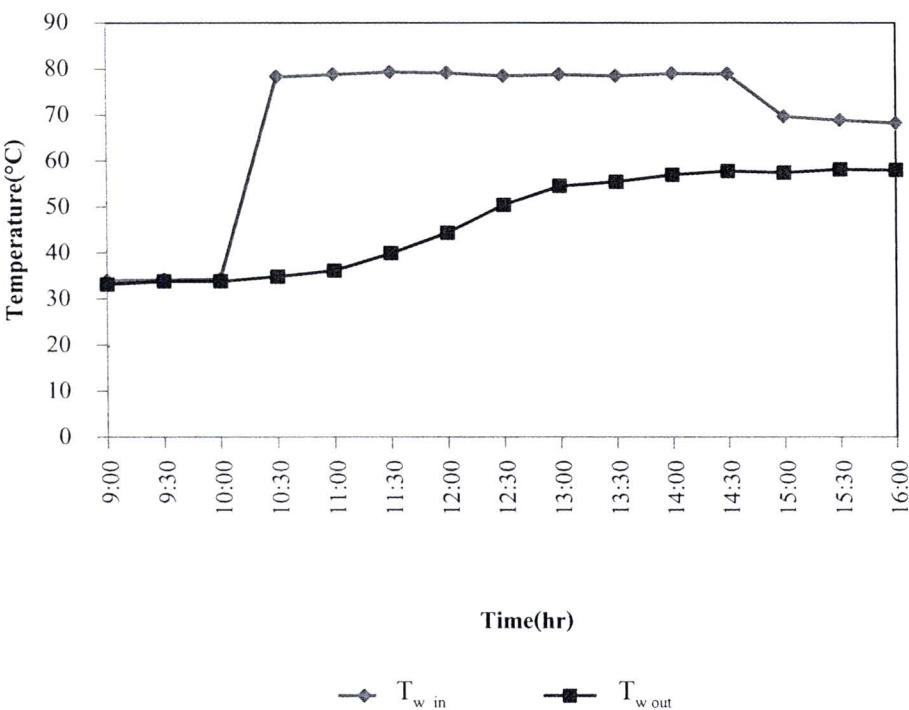
4.1.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกระจกกับค่ารังสีอาทิตย์



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกระจกกับระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.5 แสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระจกกับระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ พบว่าอุณหภูมิกระจกช่วงเริ่มต้นการทดลองจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศ เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 43.13 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 62.01 องศาเซลเซียส ที่เวลา 11.30 น. และเริ่มลดลงจนกระทั่งเวลา 16.00 น. อุณหภูมิอยู่ที่ 46.17 องศาเซลเซียส จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของกระจกจะขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ แต่อุณหภูมิจะไม่สูงมากนัก เนื่องมาจากกระจกสัมผัสกับอากาศโดยตรง มีการถ่ายเทความร้อนให้กับบรรยากาศได้เร็ว

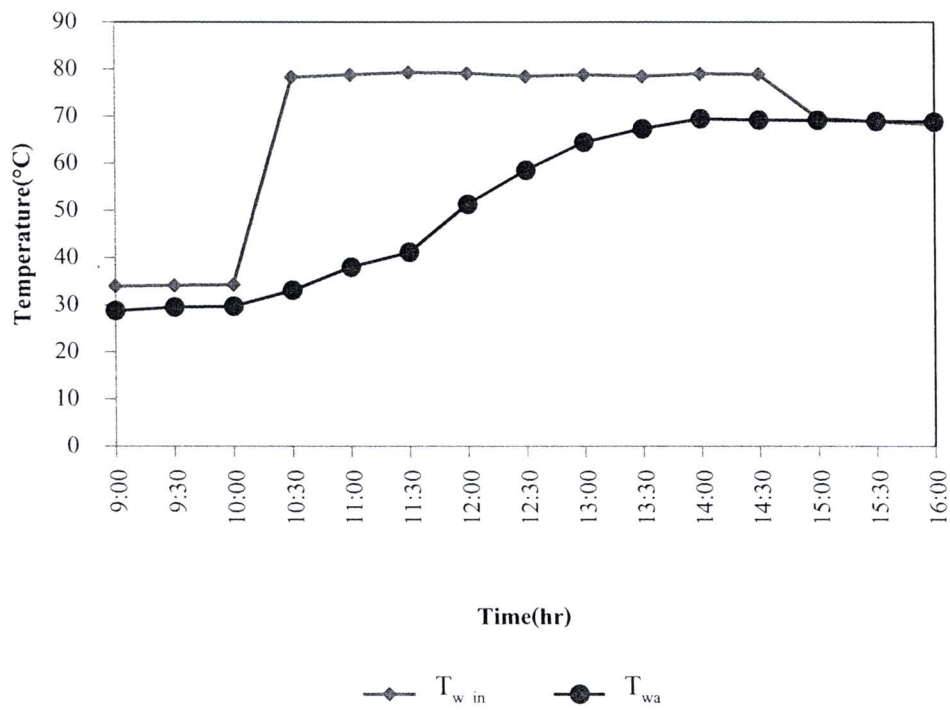
4.1.6 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลเข้าและออกจากถังน้ำร้อน



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเอทานอลเข้าและออกจากถังน้ำร้อน

จากรูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเข้าถังน้ำร้อนกับอุณหภูมิออกจากถังน้ำร้อน พบว่า อุณหภูมิก่อนเข้าแผงรับรังสี เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่ อุณหภูมิ 33.93 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง เวลา 10.30 น. อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากสารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอ ไหลเวียนภายในระบบ ช่วงเวลาที่ระบบผลิตน้ำร้อนได้ดี ที่เวลา 10.30 – 14.30 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 77.64 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 16.00 น. อุณหภูมิอยู่ที่ 68.15 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิออกจากถังน้ำร้อน เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 33.11 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิจะใกล้เคียงกับ อุณหภูมิเข้าถังน้ำร้อน จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิ สูงสุดที่ 58.07 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อน ที่เวลา 10.30 น. อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากสารเอทานอลได้รับค่ารังสีอาทิตย์ มากกว่า 750 W/m^2 สามารถเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนเข้าถังน้ำร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับ น้ำภายในถังเก็บน้ำร้อน ส่วนอุณหภูมิเอทานอลออกจากถังน้ำร้อนช่วงเริ่มต้นการทดลองจะมีอุณหภูมิ ใกล้เคียงกับบรรยากาศ และจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากได้รับอุณหภูมิของน้ำร้อนภายในถังน้ำร้อนที่เพิ่ม สูงขึ้น

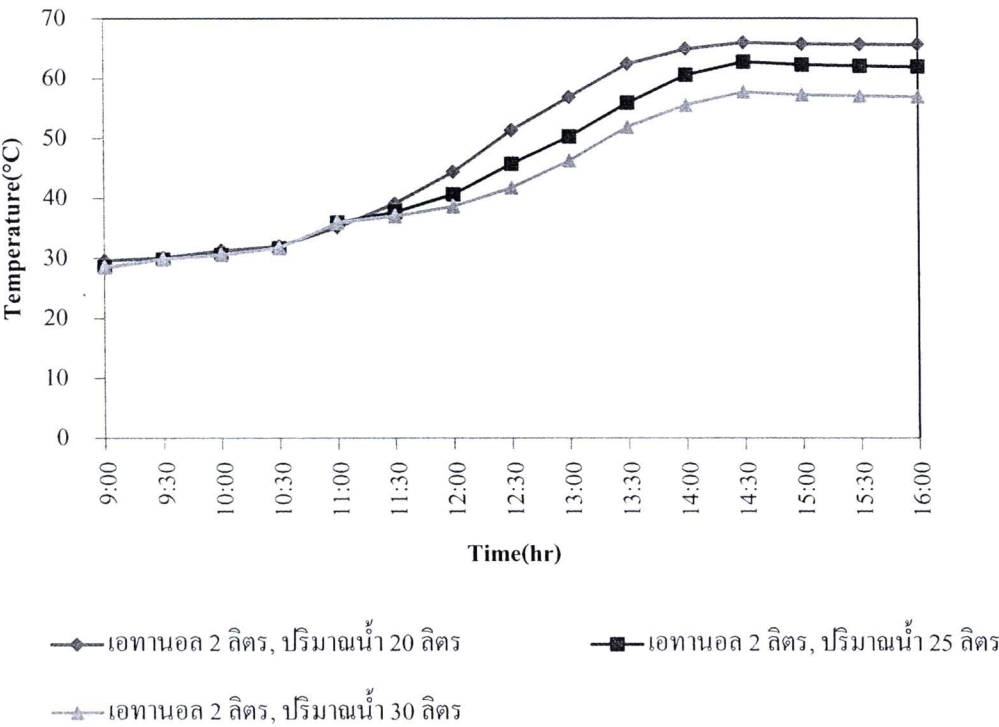
4.1.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อนกับอุณหภูมิ น้ำร้อน



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อนกับอุณหภูมิ น้ำร้อน

จากรูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อนกับอุณหภูมิ น้ำร้อน พบว่า อุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อน เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 33.93 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง เวลา 10.30 น. อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอ ไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิสูงสุด 79.25 องศาเซลเซียสที่เวลา 11.30 น. จนกระทั่งเวลา 16.00 น. อุณหภูมิอยู่ที่ 68.15 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิ น้ำร้อน เริ่มทดลองเวลา 09.00 น. ที่อุณหภูมิ 31.72 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิเข้าถังน้ำร้อน จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น จากการถ่ายเทความร้อนของสารเอทานอล ส่งผลให้น้ำภายในถังร้อนขึ้น จนอุณหภูมิของน้ำร้อน เพิ่มขึ้นสูงสุด 69.42 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14:00 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิเอทานอลเข้าถัง น้ำร้อนจะเห็นได้ว่า จะทำงานได้ดีในช่วงเวลา 10.30 – 14.30 น. เนื่องมาจากระดับความเข้มข้นสี อาทิตยที่สามารถทำให้สารเอทานอลเดือดกลายเป็นไอนำความร้อนแฝงไปแลกเปลี่ยนให้กับน้ำได้

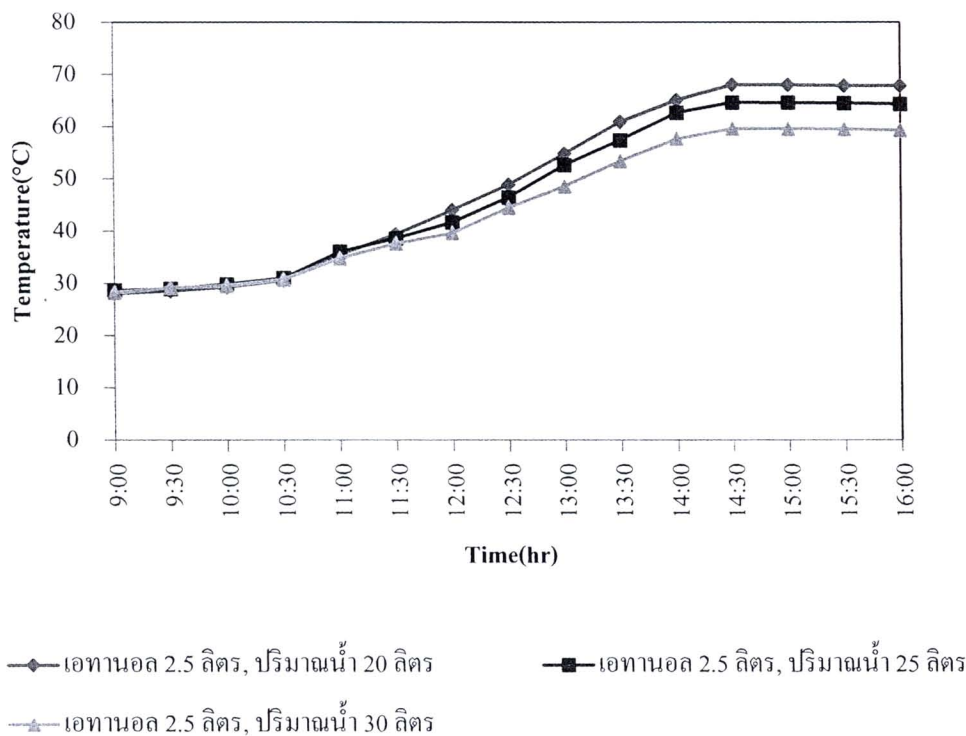
4.1.8 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร

จากรูปที่ 4.8 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละกรณีมีความใกล้เคียงกันมาก พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 29.57 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 65.97 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.44 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. ค่ารังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้น สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 62.73 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.46 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 57.73 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร จะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากเอทานอลได้ดีกว่าและเร็วกว่า ที่น้ำ 25 และ 30 ลิตร จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า เนื่องจากตลอดช่วงของวันมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการผลิตน้ำร้อน คืออยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมง

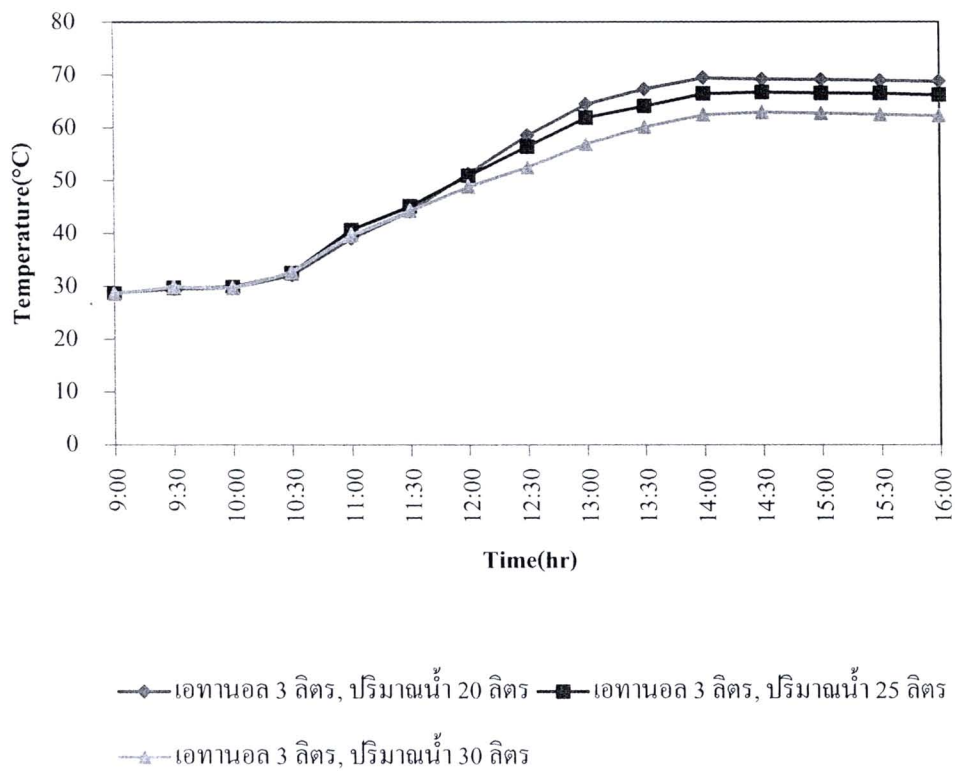
4.1.9 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร

จากรูปที่ 4.9 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละกรณีมีความใกล้เคียงกันมาก เฉลี่ยอยู่ที่ 862 W/m² พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.04 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้น สูงสุดที่ 67.98 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.58 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 64.54 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.18 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 59.61 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร จะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากสารเอทานอลได้ดีกว่า และเร็วกว่า ที่น้ำ 25 และ 30 ลิตร จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า เป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับรูปที่ 4.8

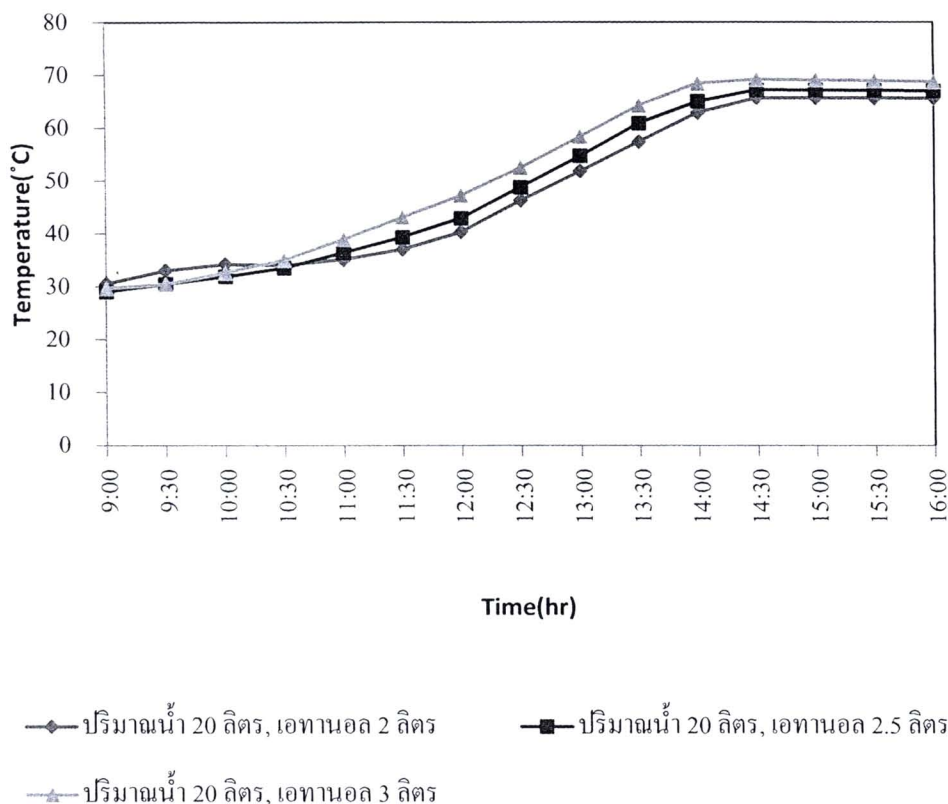
4.1.10 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร

จากรูปที่ 4.10 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละกรณีมีความใกล้เคียงกันมาก เฉลี่ยอยู่ที่ 863 W/m^2 พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.72 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 69.42 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.59 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุด 66.68 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 28.52 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 62.88 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ซึ่งจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากสารเอทานอลได้ดีกว่า และเร็วกว่า ที่น้ำ 25 และ 30 ลิตร จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า เป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับรูปที่ 4.8 และ 4.9

4.1.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

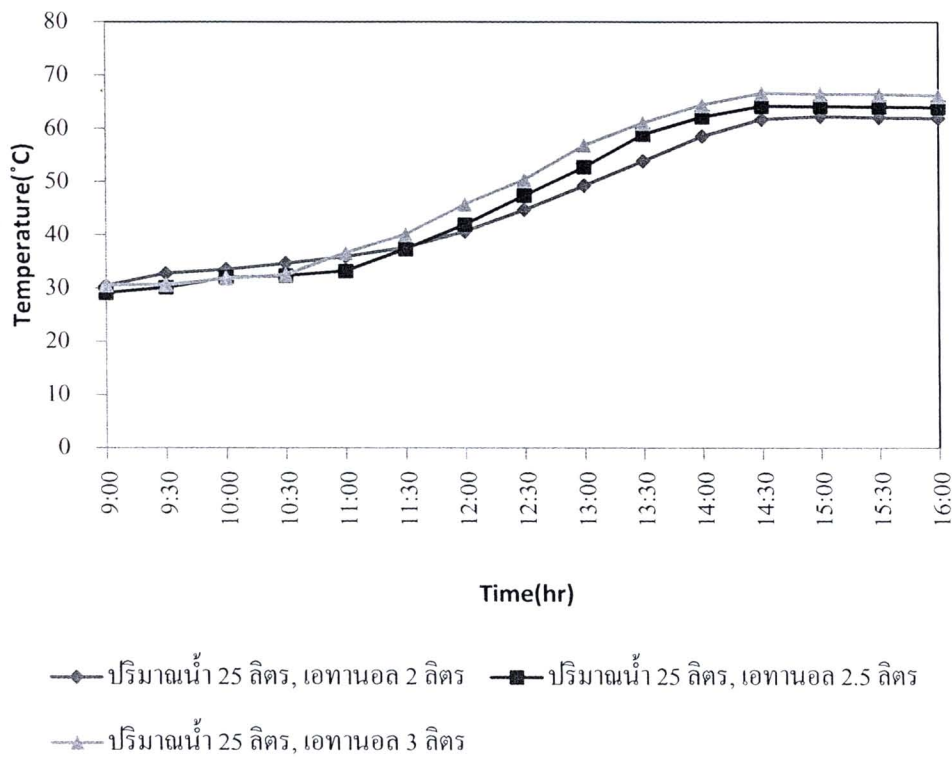


รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

จากรูปที่ 4.11 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร โดยใช้ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละวันที่มีความใกล้เคียงกันมาก พบว่า ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.57 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 67.70 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 29.04 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 67.18 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 29.72 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 69.15 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่าที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร จะมีอัตราการไหลของสารเอทานอลไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่มากกว่า

จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า ส่วนที่ 2 และ 2.5 ก็จะน้อยลงตามอัตราการไหลของสารเอทานอลตามลำดับ

4.1.12 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

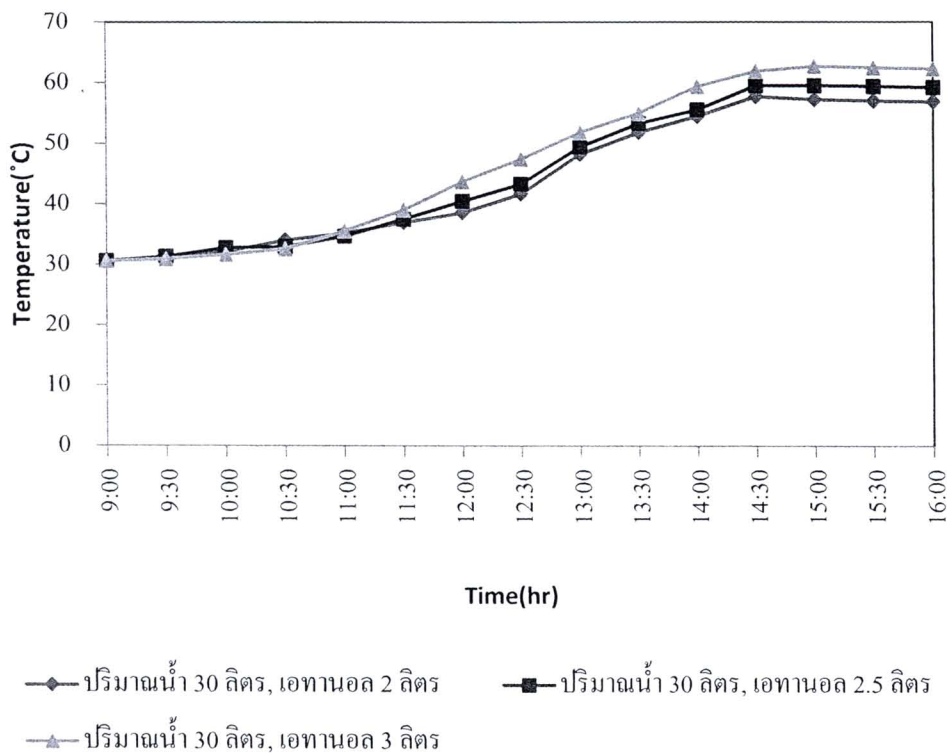


รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร ใช้ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

จากรูปที่ 4.12 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละกรณีมีความใกล้เคียงกันมาก พบว่า ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.44 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 62.73 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 29.07 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้น สูงสุดที่ 67.18 องศาเซลเซียสในเวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.59 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้น สูงสุดที่ 66.68 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่าที่ปริมาณ

เอทานอลมากกว่า คือที่ 3 ลิตร จะมีอัตราการไหลของสารเอทานอลไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำได้มาก จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า ส่วนที่ 2 และ 2.5 ก็จะน้อยลงตามอัตราการไหลของสารเอทานอล ซึ่งจะเป็นลักษณะเดียวกันกับรูปที่ 4.11

4.1.13 เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

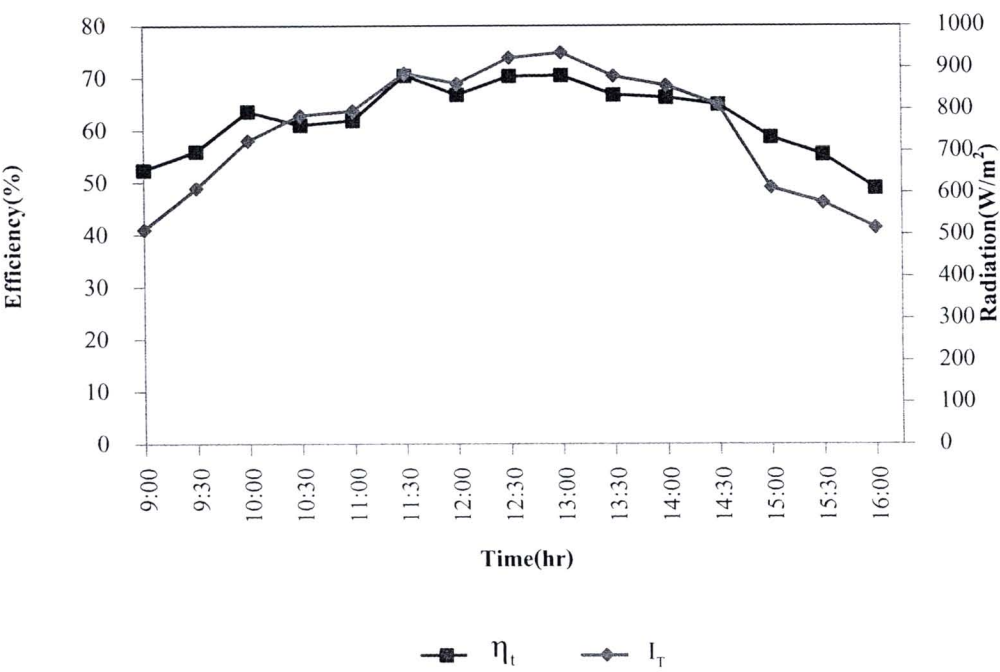


รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

จากรูปที่ 4.13 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร ค่ารังสีอาทิตย์ของแต่ละกรณีมีความใกล้เคียงกันมาก พบว่า ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.42 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 77.73 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ส่วนที่ปริมาณน้ำ 25 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลอง ที่อุณหภูมิ 30.58 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 59.54 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.30 น. และที่ปริมาณน้ำ 30 ลิตร อุณหภูมิเริ่มทดลองที่ 30.52 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเวลา 10.30 น. สารเอทานอลเริ่มเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ อุณหภูมิน้ำร้อนเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ 62.88 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิน้ำร้อนพบว่าที่ปริมาณเอทานอล

มากกว่า คือน้ำ 3 ลิตร จะมีอัตราการไหลของสารเอทานอลไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำได้มาก จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า ส่วนที่ 2 และ 2.5 ก็จะน้อยลงตามอัตราการไหลของสารเอทานอล ซึ่งจะเป็นลักษณะเดียวกันกับรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12

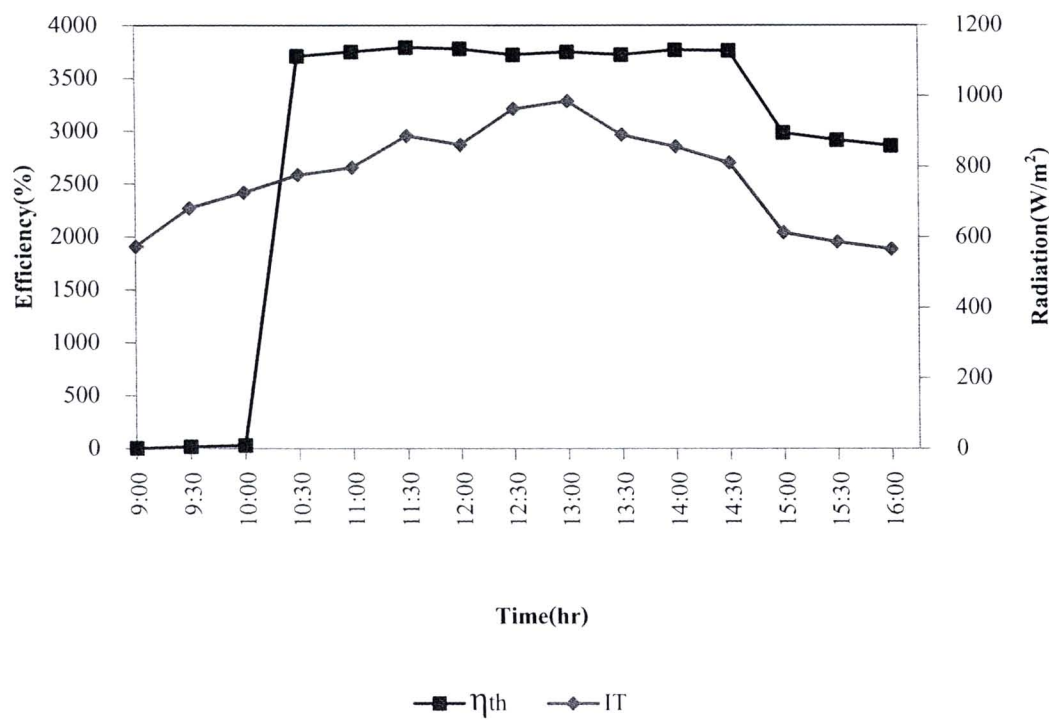
4.1.14 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์



รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ จะเป็นดัชนีที่ใช้บอกความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์หาได้จาก ปริมาณความร้อนที่แผงรับรังสีอาทิตย์ได้รับต่อผลคูณของปริมาณรังสีอาทิตย์ทั้งหมดกับขนาดของแผงรับรังสี จากรูปที่ 4.14 จากผลการทดลองที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ใช้ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นกรณีที่ผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงสุดพบว่า ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ จนกระทั่งเวลา 13.00 น. ประสิทธิภาพสูงสุดที่ 74 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมื่อระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์เริ่มลดลง ประสิทธิภาพของแผงรับรังสีก็จะมีค่าลดลงด้วย

4.1.15 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนกับค่ารังสีอาทิตย์



รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนกับค่ารังสีอาทิตย์

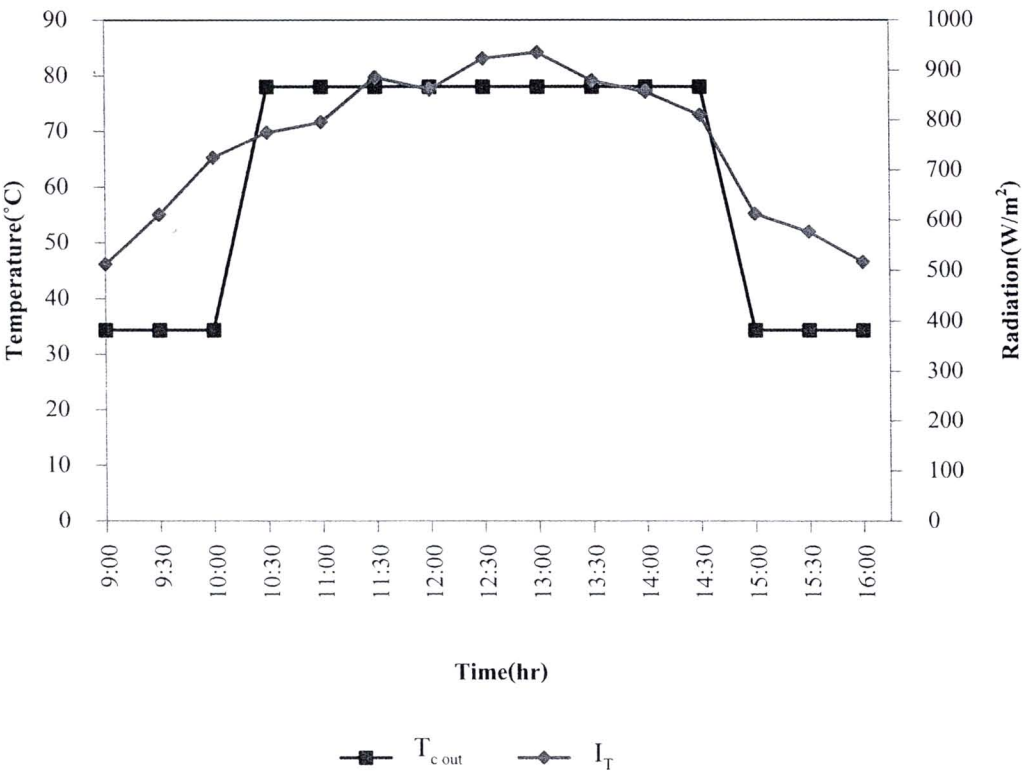
จากรูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อน จากผลการทดลองที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ใช้ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นกรณีที่ผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงสุด พบว่าประสิทธิภาพจากการถ่ายเทความร้อนของระบบเครื่องผลิตน้ำร้อนที่เวลา 09.00 น. จะมีค่าที่ 0 เปอร์เซนต์ จากนั้นประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่ถึง 1 เปอร์เซนต์ ตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จนกระทั่งเวลา 10.30 น. ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากสารเอทานอลระเหยกลายเป็นไอไหลเวียนเข้าระบบผลิตน้ำร้อน โดยประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 30 เปอร์เซนต์ ที่เวลา 11.30 น. จนกระทั่งเวลา 14.30 น. ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อน ก็จะเริ่มลดลง อันเนื่องมาจากค่ารังสีอาทิตย์มีค่าลดลง ต่ำกว่า 750 W/m²

4.2 ผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ทำการทดลองในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการทำนายอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสี

อาทิตย์ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่เก็บข้อมูลได้จากเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยใช้อุณหภูมิเอทานอลเข้าแผงรับรังสีเฉลี่ยของแต่ละกรณี

4.2.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์

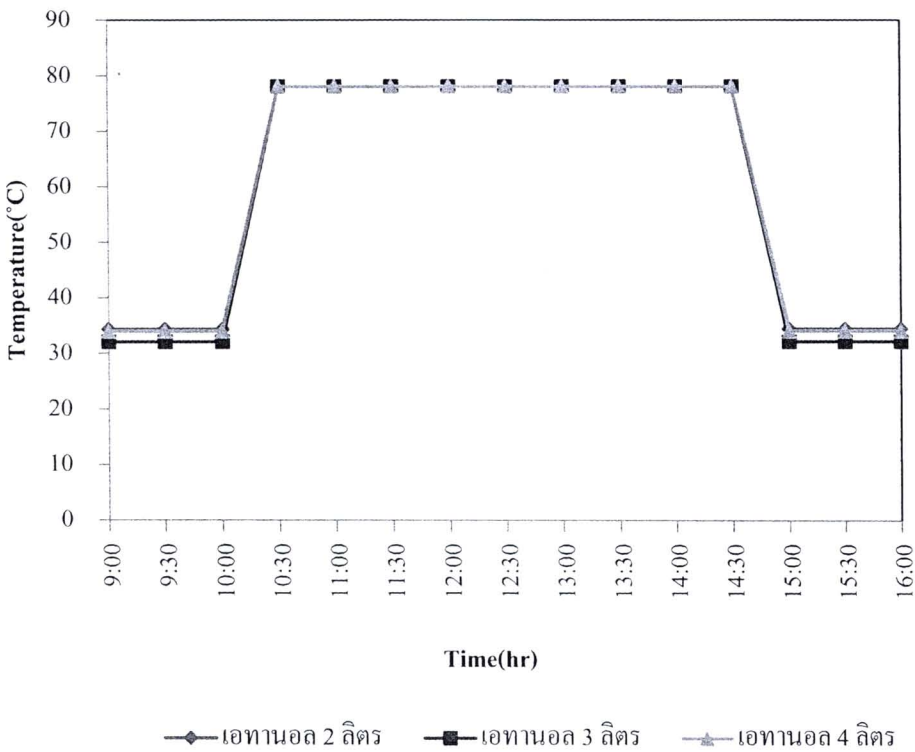


รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์กับค่ารังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ารังสีอาทิตย์ กับอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ใช้ข้อมูลของวันที่ 1 ธันวาคม 2553 ทำการจำลองระหว่างเวลา 09.00 – 16.00 น. จากกราฟที่แสดงผลอุณหภูมิออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลา 09.00 – 10.30 น. จะมีอุณหภูมิต่ำ ตามอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ เนื่องจากอัตราการไหลของเอทานอล เท่ากับ 0 เป็นผลมาจากค่ารังสีอาทิตย์ที่ต่ำกว่า 750 W/m² เอทานอลไม่สามารถเดือดกลายเป็นไอได้ จากนั้นระหว่างเวลา 10.30 – 14.30 น. ค่ารังสีอาทิตย์จะสูงกว่า 750 W/m² เอทานอลก็จะเดือดกลายเป็นไอไหลเวียนภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีอาทิตย์สูงขึ้น ตามค่ารังสีอาทิตย์ที่สูงขึ้น จากนั้นเวลา 14.30 – 16.00 น. มีค่ารังสีอาทิตย์ที่ต่ำกว่า 750 W/m² อัตราการไหลของเอทานอล ก็จะมีค่า เท่ากับ 0 ระบบผลิตน้ำร้อนก็จะหยุดการแลกเปลี่ยนความร้อน และยังพบว่า

อุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์อยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 10.30 - 14.30 น. เนื่องจากเครื่องผลิตน้ำร้อนไม่มีแรงดันภายในระบบ จึงไม่สามารถทำให้อุณหภูมิของเอทานอลสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิจุดเดือดได้

4.2.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

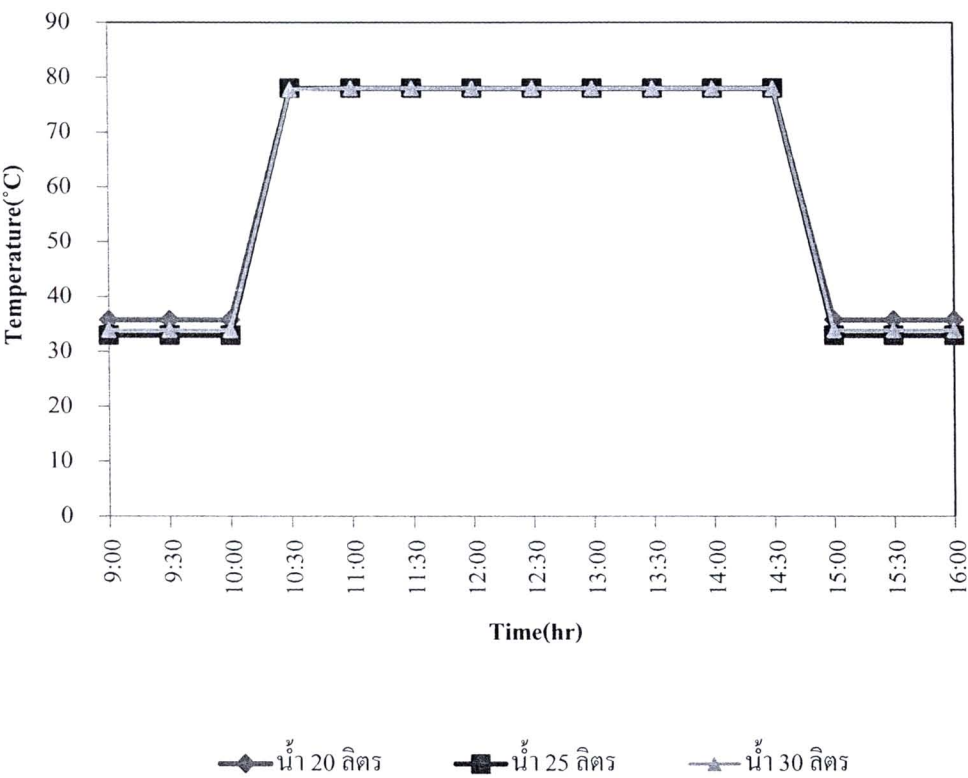


รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร

จากรูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ปริมาณเอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร จากทั้ง 3 กรณีจะใช้ค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน จากกราฟผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าช่วงเริ่มต้นการทำนายอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสี จะมีอุณหภูมิต่ำตามอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ ส่งผลให้อัตราการไหลของเอทานอลเท่ากับ 0 เป็นผลมาจากค่ารังสีอาทิตย์ที่ต่ำกว่า 750 W/m^2 ไม่สามารถทำให้เอทานอลเดือดกลายเป็นไอได้ จนกระทั่งเวลา 10.30 น. อุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการได้รับอิทธิพลจากระดับความเข้มของค่ารังสีอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นเกิน 750 W/m^2 เอทานอลก็จะเดือดกลายเป็นไอ ส่งผลให้

อุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี มีอุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากนั้นเวลา 14.30 น. ความเข้มรังสีอาทิตย์ก็ลดลงต่ำกว่า 750 W/m^2 เอทานอลก็จะหยุดไหลเนื่องจากไม่สามารถเดือดกลายเป็นไอได้อีก ส่งผลให้อุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีลดลงอย่างรวดเร็วและหยุดการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ส่วนการเปรียบเทียบเอทานอลที่ 2 , 2.3 และ 3 ลิตร จากกราฟจะเห็นได้ว่าในช่วงระหว่างเวลา 10.30 - 14.30 น. อุณหภูมิจะไม่แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากอุณหภูมิจุดเดือดของเอทานอลเดียวกัน โดยใช้เอทานอลที่ 99.8 เปอร์เซ็นต์

4.2.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ใช้ปริมาณน้ำ 20, 25 และ 30 ลิตร



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ใช้ปริมาณน้ำ 20, 25 และ 30 ลิตร

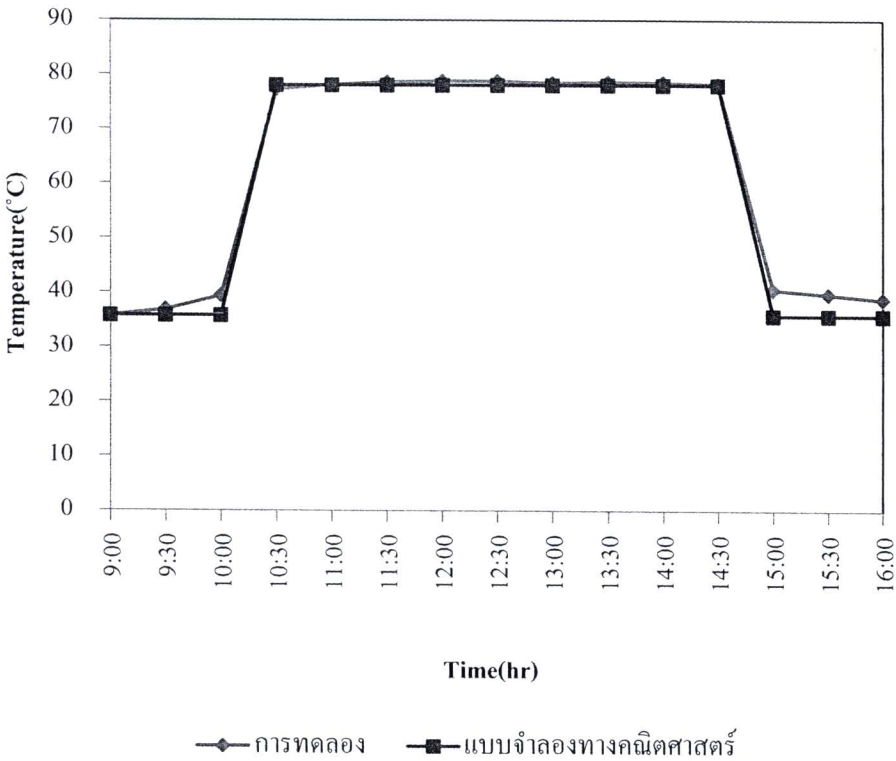
จากรูปที่ 4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร ใช้ปริมาณน้ำ 20, 25 และ 30 ลิตร จะเห็นได้ว่าลักษณะของกราฟจะแตกต่างกันเล็กน้อยในช่วงเวลา 09.00 - 10.30 น. และช่วงเวลา 14.30 - 16.00 น. จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยของ

บรรยากาศ เอทานอลไม่สามารถเดือดกลายเป็นไอได้ เนื่องจากเอทานอลยังไม่ถึงจุดเดือด ส่วนช่วงเวลา 14.30 - 16.00 น. อุณหภูมิจะอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เอทานอลถึงจุดเดือดและไหลเวียนภายในระบบผลิตน้ำร้อน นำความร้อนไปแลกเปลี่ยนให้กับน้ำภายในถังเก็บน้ำร้อน จากการเปรียบเทียบทั้ง 3 กรณี จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของเอทานอลที่จะไปถ่ายเทให้กับน้ำมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นน้ำร้อนที่ปริมาณ 20 ลิตร จึงมีอุณหภูมิสูงกว่า ด้วยข้อจำกัดช่วงเวลาของวัน เอทานอลสามารถไหลเวียนได้ 4 ชั่วโมง

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยเป็นการทดลองในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่เก็บข้อมูลได้จากเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยเปรียบเทียบในกรณีที่เอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

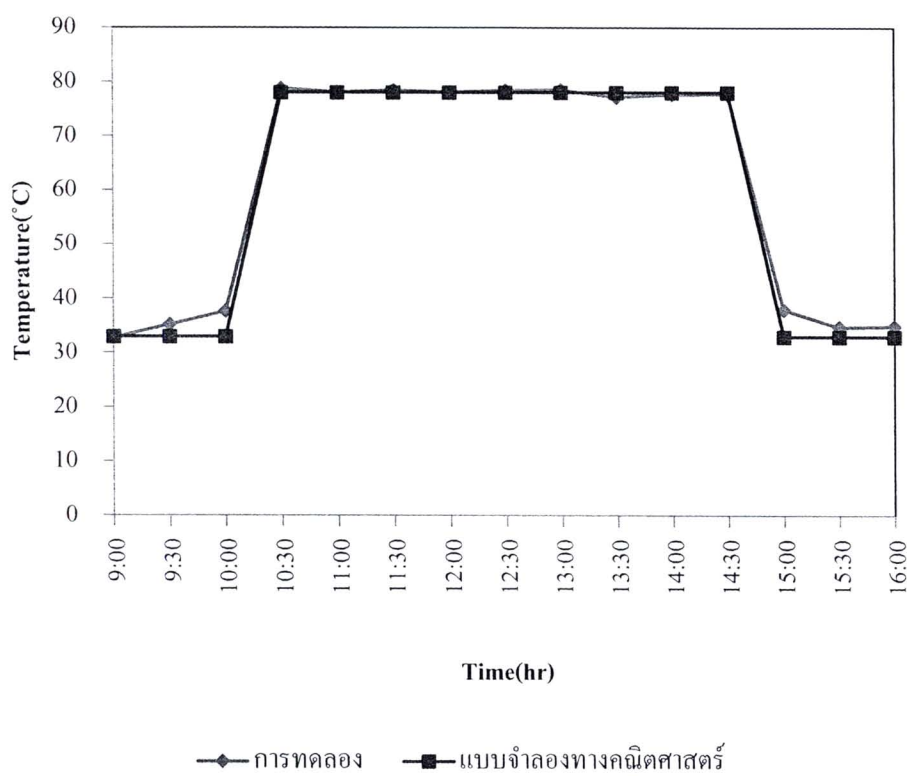
4.3.1 เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสี จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร

จากรูปที่ 4.19 แสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร พบว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะเดียวกันกับผลการทดลอง อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารตัวกลาง คือ เอทานอลที่มีอุณหภูมิจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส อาศัยแรงดันไอในการขับเคลื่อนตัวเอง ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่สูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือด จากกราฟที่ได้จึงมีลักษณะเดียวกัน ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน RMSE เท่ากับ 3.91% ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความใกล้เคียงกัน มีค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้

4.3.2 เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีจากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร

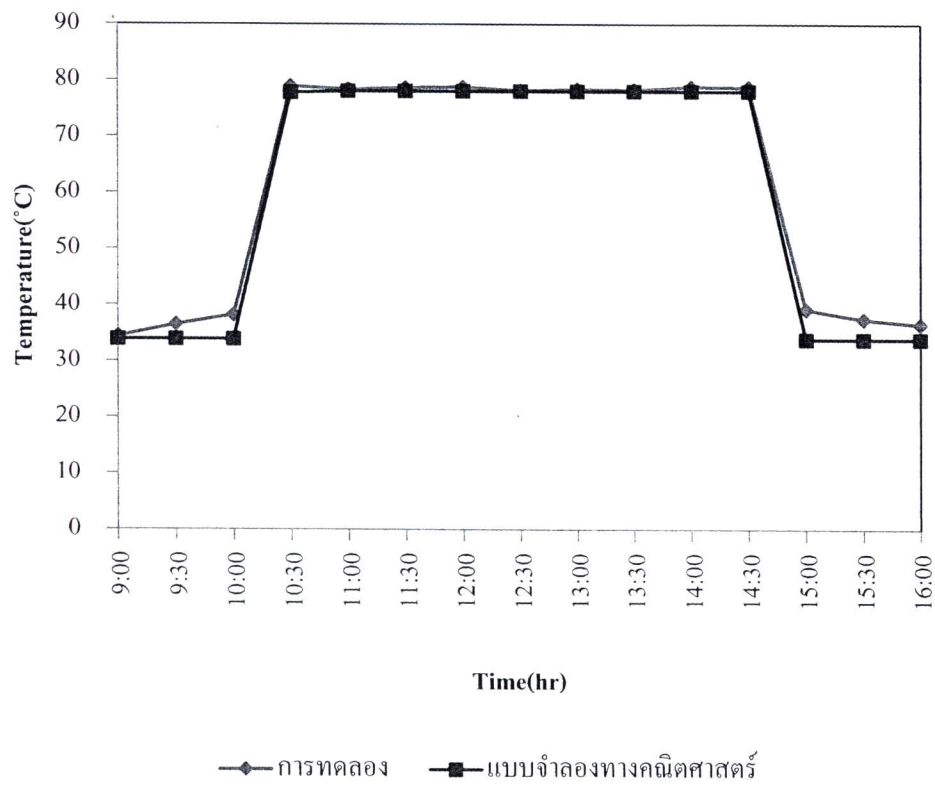


รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ปริมาณเอทานอล 2.5 ลิตร

จากรูปที่ 4.20 แสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ปริมาณเอทานอล 2 ลิตร พบว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะเดียวกันกับผลการทดลอง อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารตัวกลาง คือ

เอทานอลที่มีอุณหภูมิจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส อาศัยแรงดันไอน้ำในการขับเคลื่อนตัวเอง ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่สูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือด จากกราฟที่ได้จึงมีลักษณะเดียวกัน ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน RMSE เท่ากับ 3.05% ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความใกล้เคียงกัน มีค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้

4.3.3 เปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีจากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร

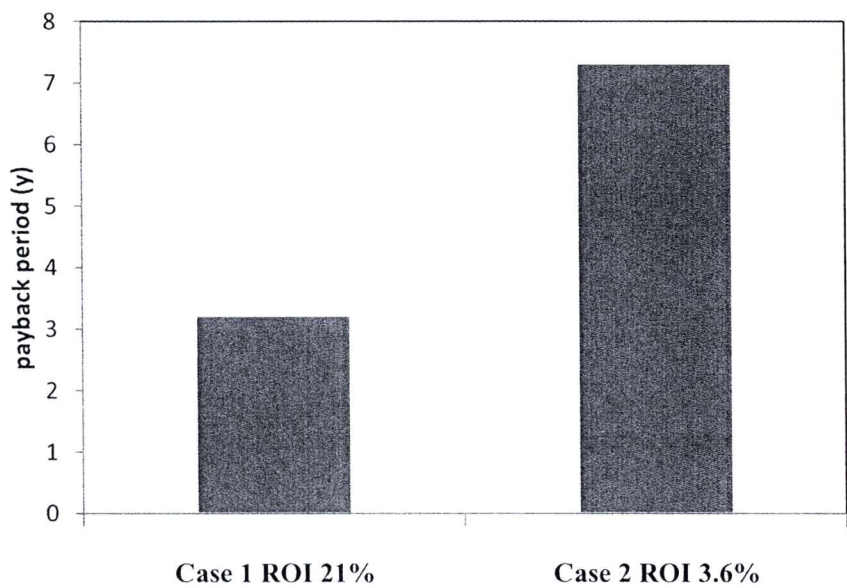


รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสี จากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร

จากรูปที่ 4.21 แสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ปริมาณเอทานอล 3 ลิตร พบว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นลักษณะเดียวกันกับผลการทดลอง อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารตัวกลาง คือ เอทานอลที่มีอุณหภูมิจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส อาศัยแรงดันไอน้ำในการขับเคลื่อนตัวเอง ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่สูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือด จากกราฟที่ได้จึงมีลักษณะเดียวกัน ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน RMSE เท่ากับ 3.49% ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิทางออกแผงรับรังสีจากการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความใกล้เคียงกัน มีค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การลงทุนออกแบบสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ได้ดำเนินการจัดสร้างจากวัสดุและอุปกรณ์ที่จัดหาซื้อได้ง่ายและมีขายทั่วไป โดยได้ลงทุนไปเป็นจำนวนเงิน 14,170 บาท มีอายุการใช้งานคาดว่าประมาณ 10 ปี ไม่คิดมูลค่าซาก ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้ดังนี้



รูปที่ 4.22 แสดงประเภทของระบบทำน้ำร้อนกับระยะเวลาคืนทุน

กรณีที่ 1 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3500 W กำหนดให้ค่าใช้จ่ายจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นเป็นรายได้เฉลี่ยตลอดปี โดยเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3500 W ใช้งาน 1.5 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 8 x 30 วัน/ปี เท่ากับ 240 วัน/ปี คิดที่ค่าไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย คิดรายได้เฉลี่ยตลอดปี 4,410 บาท/ปี ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีอัตราการคืนทุน 21 % มีระยะการคืนทุน 3.6 ปี (3 ปี 6 เดือน)

กรณีที่ 2 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ปั้มน้ำขนาด 330 W กำหนดให้ค่าใช้จ่ายจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำร้อนเป็นรายได้เฉลี่ยตลอดปี โดยเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ปั้มน้ำขนาด 330 W ใช้งาน 7 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 240 วัน/ปี คิดที่ค่าไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย คิดรายได้เฉลี่ยตลอดปี 1,940 บาท/ปี ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีอัตราการคืนทุน 3.6 % มีระยะการคืนทุน 7.3 ปี (7 ปี 3 เดือน)