บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน มีแผงรับรังสีอาทิตย์ จำนวน 1 แผง มีพื้นที่รับแสง 1.6 m^2 ด้านบนปิดด้วยกระจก 1 ชั้น เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในแผงรับรังสี และมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อน มีการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้สารเอทานอลเป็นสารไหลเวียนภายในระบบในสภาพที่เดือดกลายเป็นไอถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่อยู่ภายในถังเก็บน้ำร้อน ทำให้น้ำภายในถังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ หลังจากการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำแล้วจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลว ไหลกลับเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ และจะไหลเวียนต่อไปในระบบ

5.1.1 สรุปผลจากการทดลอง

จากผลการทดลองของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างวันที่ 22 พ.ย. 53 ถึง วันที่ 25 ธ.ค. 53 เวลา 09.00 – 16.00 น. นั้น ในวันที่ 1 ธ.ค. 53 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงสุดอยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. อุณหภูมิภายในแผงรับรังสีสูงสุดอยู่ที่ 82 องศาเซลเซียส เวลา 12.30 น. อุณหภูมิเอทานอลเข้าแผงรับรังสีสูงสุดอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.00 น. อุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีสูงสุดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส ในเวลา 11.30 น. อุณหภูมิกระจกสูงสุดอยู่ที่ 62 องศาเซลเซียส ในเวลา 11.30 น. และอุณหภูมิเอทานอลเข้าถังน้ำร้อนสูงสุดอยู่ที่ 79 องศาเซลเซียส ในเวลา 11.30 น. อุณหภูมิเอทานอลออกถังน้ำร้อนสูงสุดอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส ในเวลา 15.30 น. ส่วนค่ารังสีอาทิตย์สูงสุดอยู่ที่ 935 W/m^2 ในเวลา 13.00 น. สามารถทำให้ผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงที่สุด คือ 69 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงที่สุดจากการทดลองทั้ง 9 กรณี ได้ผลการศึกษาดังนี้

จากทั้ง 9 กรณี ใช้เวลาในการทดลองเท่ากัน คือ เริ่มทำการทดลองเวลา 09.00 – 16.00 น. โดยข้อจำกัดของระดับความเข้มของรังสีอาทิตย์ สารเอทานอลสามารถไหลเวียนภายในระบบตลอดวันเพียง 4 ชั่วโมง พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 20 ลิตร อุณหภูมิของน้ำร้อนจะสูงกว่าที่ปริมาณน้ำ 25 และ 30 ลิตร ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำในถังที่น้อยกว่า สามารถรับความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนของสารเอทานอลได้ดีกว่า ส่วนปริมาณสารเอทานอลที่ใช้เติมในระบบ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 9 กรณี พบว่าที่ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร จะได้อุณหภูมิน้ำร้อนสูงกว่าที่ใช้สารเอทานอล 2 และ 2.5 ลิตร ซึ่งเป็นผลจากอัตราการไหลของสารเอทานอลภายในระบบที่ต่างกัน คือ ที่สารเอทานอล 2 ลิตร อัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 0.919 kg/hr ที่สารเอทานอล 2.5 ลิตร อัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 1.007 kg/hr และที่

สารเอทานอล 3 ลิตรอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 1.095 kg/hr ที่อัตราการไหลของสารเอทานอลที่มากกว่าส่งผลให้นำความร้อนไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำได้มากกว่า

จากผลการทดลองยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยได้ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์สูงสุด 74 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อน โดยได้ค่าประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนสูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 สรุปผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยจำลองให้อุณหภูมิทางเข้าแผงรับรังสีอาทิตย์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของวัน โดยใช้ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร, 2.5 และ 3 ลิตร เพื่อทำนายอุณหภูมิสารเอทานอลที่ออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลอง ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์ ถ้ารังสีอาทิตย์ต่ำกว่า 750 W/m^2 เอทานอลไม่สามารถเดือดเป็นไอได้ จึงมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อค่ารังสีอาทิตย์ สูงเกิน 750 W/m^2 เอทานอลก็จะเดือดกลายเป็นไอก็จะมีอัตราการไหลไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำภายในถังเก็บได้ และพบว่าที่ปริมาณสารเอทานอล 2, 2.5, และ 3 ลิตร จะได้อุณหภูมิที่ออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใกล้เคียงกันมาก และอุณหภูมิจะเท่ากับจุดเดือดของเอทานอล คือ 78 องศาเซลเซียส โดยจะมีลักษณะเส้นกราฟที่เป็นลักษณะเดียวกันทั้ง 3 กรณี

ส่วนผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบในกรณีที่เอทานอล 2, 2.5 และ 3 ลิตร จากการทดลองกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของกราฟจะเป็นลักษณะเดียวกันกับผลจากการทดลอง โดยที่ปริมาณสารเอทานอล อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารตัวกลาง คือเอทานอลที่มีอุณหภูมิจุดเดือดอยู่ที่ 78 องศาเซลเซียส อาศัยแรงดันไอในการขับเคลื่อนตัวเอง ดังนั้นอุณหภูมิเอทานอลออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์จึงอยู่ที่อุณหภูมิจุดเดือด จากกราฟที่ได้จึงมีลักษณะเดียวกัน ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน RMSE ทั้ง 3 กรณีมีค่าไม่ถึง 5% ซึ่งแสดงว่าค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความใกล้เคียงกันมาก อุณหภูมิทางออกจากแผงรับรังสีจากผลการทดลองกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำ

5.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยได้ลงทุนเป็นจำนวนเงิน 14,170 บาท มีอายุการใช้งานคาดว่าประมาณ 10 ปี โดยคิดเปรียบเทียบเป็น 2 กรณี โดยกรณีที่ 1 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำอุ่นใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 3500 W พบว่า ระยะเวลาการคืนทุน เท่ากับ 3 ปี 2 เดือน คิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ และกรณีที่ 2 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ปั๊มน้ำขนาด 330 W พบว่า ระยะเวลาการคืนทุน เท่ากับ 7 ปี 3 เดือน คิดเป็น 3.6 เปอร์เซ็นต์

5.2 ปัญหาอุปสรรค์ในการวิจัย

จากการทดสอบเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยทำการทดสอบในวันที่มีท้องฟ้าโปร่ง ตั้งแต่เวลา 09.00-16.00 น. ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ

1. เมฆหมอก ที่ทำให้เกิดร่มเงาเข้ามาบดบังแสงอาทิตย์
2. ฝนตกในช่วงบางเวลาทำให้ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ลดลง ความชื้นในอากาศก็จะลดต่ำลง ส่งผลต่อพลังงานความร้อนและอุณหภูมิที่ได้รับก็จะลดน้อยลง

5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัย

จากออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่ควรต้องปรับปรุง พัฒนาให้เครื่องผลิตน้ำร้อนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ความเหมาะสมของขนาดและพื้นที่ของแผงรับรังสีอาทิตย์
2. ควรออกแบบแผงรับรังสีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น เพิ่มตัวสะท้อนรังสี เพิ่มกระจกจากชั้นเดียวเป็น 2 ชั้น เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น
3. ศึกษารูปแบบและกลไก การถ่ายเทความร้อนของถังเก็บน้ำร้อน รวมถึงฉนวนที่ใช้หุ้มถังน้ำร้อนควรเป็นฉนวนที่นำความร้อนต่ำ
4. ศึกษาสารตัวกลางประเภทอื่นที่สามารถนำมาใช้กับระบบ โดยเฉพาะสารที่มีจุดเดือดต่ำและปลอดภัย