# บทที่ 6

## สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผลงานวิจัย

จากการทดสอบใช้เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ ในระบบอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 หลังจากติดตั้งเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ จะทำให้อากาศก่อนเข้าส่วนทำระเหยของปั๊มความร้อนมีอุณหภูมิต่ำลง 2.51 °C, 4.15 °C และ 3.22 °C ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น 3.12%RH, 8.83%RH และ 8.23 %RH สำหรับกรณี BAR 0%, 20% และ 40% ตามลำดับ และไม่มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศหลังออกส่วนทำระเหยของปั๊มความร้อน โดยจะไม่มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนเข้าและหลังออกเครื่องอบแห้งด้วย

6.1.2 หลังจากติดตั้งเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสมรรถนะของปั๊มความร้อน (COPhp.) มีค่าลดลง 5.6%, 4.3% และ 7.7% สำหรับกรณี BAR 0%, 20% และ 40% ตามลำดับ

6.1.3 ค่าอัตราปริมาณน้ำกลั่นตัวจำเพาะที่ส่วนทำระเหย (SMCR) ของระบบสูงขึ้น 19.8% และ 11% สำหรับกรณี BAR 20% และ 40% ตามลำดับ ส่วนกรณี BAR 0% นั้นค่า SMCR จะเพิ่มขึ้น 2%

6.1.4 ค่าอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (SMER) ของระบบสูงขึ้น 5.2%, 57.3% และ 8.5% สำหรับกรณี BAR 0%, 20% และ 40% ตามลำดับ

6.1.5 ค่าประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง (DE) ของระบบสูงขึ้น 43.7% และ 7.43% สำหรับกรณี BAR 20% และ 40% ตามลำดับ ส่วนกรณี BAR 0% นั้นค่า DE จะเพิ่มขึ้น 0.2%

6.1.6 ค่าพลังงานไฟฟ้าของปั๊มความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น 0.3%, 0.6% และ 5.6% สำหรับกรณี BAR. 0%, 20% และ 40% ตามลำดับ แต่ของเครื่องทำความร้อนมีค่าลดลง 16.2% และ 23.6% สำหรับกรณี BAR. 20% และ 40% ตามลำดับ ส่วนกรณี BAR 0% นั้นค่า kWheater จะเพิ่มขึ้น 7.6%

6.1.7 การใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ของเครื่องทำความร้อนมีค่าลดลงมาก ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของระบบฯ มีค่าลดลง 7.2% และ 8.5% หรือสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้ารวมของระบบฯ ได้ 3.08 kWh ต่อ 1 การทดลอง (7 ชม.) และ 3.50 kWh ต่อ 1 การทดลอง (7 ชม.) สำหรับกรณี BAR 20% และ 40% ตามลำดับ ส่วนกรณี BAR 0% นั้นค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของระบบฯ จะเพิ่มขึ้น 3.6%

6.1.8 เมื่อค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ เพิ่มขึ้นจาก 1695.48 เป็น 2671.91 จะทำให้ค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนลดลงจาก 0.288 เป็น 0.217 ตามลำดับ

6.1.9 เมื่อค่าหน่วยการถ่ายเทความร้อน (NTU) เพิ่มขึ้นจาก 0.044 เป็น 0.050 จะทำให้ค่าประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอนเพิ่มขึ้นจาก 0.217 เป็น 0.288 ตามลำดับ

6.1.10 เมื่อใช้เทอร์โมไซฟอนแบบ 42 ลูป สำหรับกรณี BAR 20% แล้วจะสามารถประหยัดเงินได้ 26,768.11 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน 22.90% และ มีระยะคืนทุน 2.74 ปี ส่วนสำหรับกรณี BAR.40% สามารถประหยัดเงินได้ 35,792.49 บาท มีอัตราผลตอบแทนภายใน 26.45% และ มีระยะคืนทุน 2.41 ปี ส่วนกรณี BAR 0% นั้นจะไม่มีการประหยัดพลังงาน ซึ่งแสดงผลของเทอร์โมไซฟอนแบบ 42 ลูป ได้อย่างชัดเจน สำหรับกรณี BAR.40% คือการใช้เทอร์โมไซฟอนในระบบอบแห้งชนิดความร้อนไม่ได้เป็นการประหยัดพลังงานของปั๊มความร้อน แต่เป็นการประหยัดพลังงานที่เครื่องทำความร้อนเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อพิจารณาทั้งระบบแล้วเทอร์โมไซฟอนนี้สามารถประหยัดพลังงานได้เมื่อเทียบกับระบบที่ไม่ได้ติดตั้งเทอร์โมไซฟอน

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรมีการขยายการทดสอบเทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบนี้กับระบบอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่มีเงื่อนไขการอบแห้งแตกต่างกันออกไปอีก เช่น เพิ่มอุณหภูมิอากาศอบแห้งให้มากกว่า 55 °C ซึ่งในการศึกษานี้ทดสอบไม่ได้เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของเครื่องอัดไอ (Compressor) เพื่อเปรียบเทียบผลกัน

6.2.2 ควรมีการขยายการทดสอบกับเงื่อนไข %BAR ให้มีหลายค่ากว่านี้เพื่อหาค่า %BAR ที่เหมาะสมกับระบบที่สุด เช่นอาจจะแปรเปลี่ยนค่า %BAR ตั้งแต่ 0-90%