

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เรื่อง “การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์ กับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหาร” ในบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด เป็นโรงงานประเภทอุตสาหกรรมห้องเย็น ที่ใช้น้ำร้อนในกระบวนการต้ม (นึ่ง) ผลิตภัณฑ์ ให้สุกก่อนที่จะลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำผลิตภัณฑ์ไปแช่แข็งในกระบวนการต่อไป

การศึกษาระบบการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์ กับความร้อนเหลือทิ้งที่เหมาะสมแก่การใช้งานในบริษัท องกรณ์ ห้องเย็น จำกัด มีความต้องการใช้น้ำตลอดทั้งกระบวนการวันละ 49,238 ลิตร/วัน และมีความต้องการใช้น้ำร้อนปริมาณ 19,608 ลิตร/วัน มีการสูญเสียความร้อนจากการไหลเวียน 15% คิดเป็น 2,941.2 ลิตร/วัน ทำให้ปริมาณความต้องการน้ำร้อนที่ 100% มีปริมาณ เท่ากับ 22,549 ลิตร/วัน ปัจจุบันบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด ผลิตน้ำร้อนโดยใช้หม้อต้มไอน้ำ (Boiler) ซึ่งใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงโดยอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้งานคือ 100°C ในการผลิต จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าภายในโรงงานมีแหล่งความร้อนเหลือทิ้งคือ ตู้แช่ขนาด 2 ตัน จำนวน 4 ตู้ โดยผ่านเครื่อง Plate Heat Exchanger ทำให้สามารถผลิตน้ำร้อนจากแหล่งความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่ได้ปริมาณ 14,530 ลิตร/วัน ทำให้มีต้องการน้ำร้อนที่ผลิตได้จากตัวรับรังสีอาทิตย์ 8,019 ลิตร/วัน ซึ่งจากการวิเคราะห์เพื่อหาความเหมาะสมของปริมาณน้ำร้อนที่ใช้งาน ร่วมกับการพิจารณาถึงเงื่อนไขในการขอรับเงินสนับสนุนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พบว่าระบบการผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์ กับความร้อนเหลือทิ้งของตู้แช่ใน บริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด นั้นจะต้องติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ ขนาด 85.11 ตารางเมตร โดยใช้แผงที่มีขนาด 1.91 ตารางเมตร/แผง เป็นจำนวน 45 แผง เพื่อให้สามารถผลิตน้ำร้อนที่เพียงพอกับความต้องการ และตรงตามเงื่อนไขการขอรับเงินสนับสนุนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดพื้นที่ขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตรของพื้นที่รับแสง

การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหาร โดยทำการศึกษาแยกเป็น 2 กรณี ได้แก่กรณีที่มิได้รับเงินสนับสนุน และกรณีที่ได้รับเงินสนับสนุนจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทน

### และอนุรักษ์พลังงาน

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินในกรณีที่<sup>1</sup>ไม่ได้รับเงินสนับสนุน พบว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นเป็นเงิน 2,000,000 บาท ค่าใช้จ่ายรายปีซึ่งเป็นค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเป็นเงิน 20,000 บาท/ปี ทำการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุน (Benefit-Cost Analysis) ณ ระดับอัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 7 โดยมีกำหนดอายุโครงการที่ 10 ปี จากการคำนวณดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเท่ากับ 1,311,889.32 บาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.61
- มีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 11.97%
- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 5.28 ปี

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินในกรณีที่<sup>2</sup>ได้รับเงินสนับสนุนสูงสุด (4,500 บาทต่อตารางเมตร) จะเป็นเงิน 382,500 บาท ทำให้เงินลงทุนเริ่มต้นลดลง เป็น 1,617,500 บาท ค่าใช้จ่ายรายปีซึ่งเป็นค่าดูแลรักษาและซ่อมบำรุง เท่ากับ 20,000 บาท/ปี วิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุน (Benefit-Cost Analysis) ณ ระดับอัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 7 โดยมีกำหนดอายุโครงการที่ 10 ปี จากการคำนวณดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเท่ากับ 1,606,394.16 บาท
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.91
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 17.23%
- ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 4.40 ปี

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความอ่อนไหวของโครงการโดยใช้อัตราคิดลดที่ 8%, 10%, และ 12% โดยให้เงินลงทุนเท่าเดิม ผลการศึกษาพบว่าในกรณีที่<sup>1</sup>ไม่ได้รับเงินสนับสนุนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) จะมีค่าเท่ากับ 1,079,994.46 บาท, 820,417.75 บาท และ 593,508.87 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.51, 1.39 และ 1.28 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 10.07%, 8.07% และ 6.14% ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อย

กว่าอัตราคิดลดที่ 8%, 10%, และ 12% แสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการต่ำกว่าอัตราคิดลดจึงทำให้โครงการนี้ไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 5.73 ปี, 6.15 ปี และ 6.66 ปี ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามอายุของโครงการ ทำให้โครงการนี้ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

เมื่อพิจารณาความอ่อนไหวของโครงการโดยใช้อัตราคิดลดที่ 8%, 10%, และ 12% โดยกรณีที่ได้รับเงินสนับสนุนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) จะมีค่าเท่ากับ 1,462,494.46 บาท, 1,202,917.75 บาท และ 976,008.87 บาท ตามลำดับซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนที่มีความคุ้มค่าในการลงทุน อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.83, 1.69 และ 1.56 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 16.14%, 14.03% และ 12.00% ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดที่ 8%, 10% และ 12% แสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการมีค่าสูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนโครงการนี้ ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 4.51 ปี, 4.75 ปี และ 5.02 ปี ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามอายุของโครงการ ทำให้โครงการนี้ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

## อภิปรายผล

การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารของบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่า โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

## ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย** เทคโนโลยีที่ใช้ ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อทำการผลิตน้ำร้อนยังมีต้นทุนที่สูงอยู่ แต่ด้วยต้นทุนทางพลังงานธรรมชาติที่เป็นศูนย์ ทำให้ไม่มีความแปรปรวนด้านต้นทุนเชื้อเพลิง แม้จะมีการใช้มากขึ้นราคาแสงอาทิตย์ก็จะไม่สูงขึ้นตาม ทำให้ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์มีความคุ้มค่าการลงทุน แต่อย่างไรก็ตามในการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งเป็นงานติดตั้งเฉพาะทาง ผู้

ติดตั้งต้องมีความรู้ และความชำนาญในการติดตั้งระบบเป็นอย่างดี แต่สำหรับผู้ประกอบการแล้ว ควรทราบถึงหลักการติดตั้งโดยทั่ว ๆ ไปดังนี้

1.1 พื้นที่ติดตั้ง พื้นที่ที่ใช้ติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ ควรเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง มีขนาดพื้นที่เพียงพอสำหรับใช้ในการติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ บริเวณโดยรอบไม่มีต้นไม้หรืออาคารสูงบดบัง โดยเฉพาะทางด้านทิศใต้ เพื่อให้ตัวรับรังสีได้รับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน พื้นที่ที่เลือกควรเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งความร้อนเหลือทิ้ง และถึงเก็บน้ำมากที่สุด (หรือไม่ควรเกิน 20 เมตร) เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากระยะทางที่ไกล

1.2 คุณภาพน้ำ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำที่ไม่ค่อยสะอาด หรือมีสารเจือปน ควรมีการติดตั้งเครื่องกรองน้ำก่อนเข้าสู่ตัวรับรังสีอาทิตย์ เพื่อเป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานของตัวรับรังสีอาทิตย์

1.3 การติดตั้ง การติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ต้องหันด้านหน้าตัวรับรังสีไปทางด้านทิศใต้และเอียงทำมุมกับระนาบพื้นเท่ากับละติจูดของสถานที่ติดตั้ง เพื่อให้ตัวรับรังสีได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์มากที่สุดตลอดทั้งวัน

1.4 การเดินท่อ ท่อน้ำร้อนต้องหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน และควรเดินท่อน้ำร้อนที่หุ้มฉนวนให้สั้นที่สุด เพื่อช่วยลดการสูญเสียความร้อน และประหยัดค่าใช้จ่าย

1.5 ถังเก็บน้ำร้อน มีหลายขนาดและผลิตจากวัสดุต่าง ๆ กัน ถ้าเป็นสแตนเลสก็จะมีราคาสูงแต่อายุการใช้งานยาวนาน ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบกรที่จะเลือกใช้ ถังเก็บน้ำร้อนต้องมีการหุ้มฉนวนเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ถ้าหุ้มฉนวนไม่ดี ทำให้ในช่วงเวลากลางคืนซึ่งอุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่ำ น้ำร้อนที่เก็บไว้ในถังจะสูญเสียความร้อนได้ง่าย ทำให้ช่วงเช้าที่ต้องการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิของน้ำร้อนไม่สูงเพียงพอ ถังเก็บน้ำร้อนควรอยู่ใกล้กับตัวรับรังสีอาทิตย์ และแหล่งความร้อนเหลือทิ้งมากที่สุด

1.6 แหล่งความร้อนเหลือทิ้ง การเลือกแหล่งความร้อนเหลือทิ้ง ถ้าเป็นความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ หรือตู้แช่ ควรมีช่วงการเปิดใช้งานที่ยาวนาน หรือตลอดทั้งวัน แหล่งความร้อนเหลือทิ้งแต่ละแหล่งควรอยู่ใกล้กัน และไม่ห่างจากถังเก็บน้ำร้อนมากนัก เพื่อช่วยลดการสูญเสียความร้อน และประหยัดค่าใช้จ่าย

2. ข้อเสนอแนะการทำวิจัยในครั้งต่อไป การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ถึงผลกระทบภายนอก (Externality) ในด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ไว้ในผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการ ซึ่งเป็นบทพร่องของการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากผลประโยชน์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของการ

ผลิตพลังงานทดแทน คือการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมซึ่งในปัจจุบันเป็นปัญหาสำคัญระดับโลก ดังนั้น จึงควรศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

