

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่ของบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1.1 ชื่อหน่วยงาน บริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด
- 1.2 ที่ตั้ง ตั้งอยู่ที่ 60/104 หมู่ 4 ถนนเอกชัย ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
- 1.3 ประเภทโรงงาน อุตสาหกรรมการผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง
- 1.4 ปริมาณการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตเฉลี่ยสูงสุด 22,549 ลิตรต่อวัน
- 1.5 ช่วงอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิต 100°C
- 1.6 ข้อมูลการใช้พลังงานเพื่อการผลิตน้ำร้อน Boiler ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซ LPG
- 1.7 แหล่งความร้อนเหลือทิ้ง ตู้แช่ ขนาด 2 ตัน (1 ตันเท่ากับ 12,000 BTU) จำนวน 4 ตู้ ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง
- 1.8 พื้นที่สำหรับติดตั้ง ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์: าดาดฟ้าของอาคาร ขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร พื้นที่รวม 250 ตารางเมตร

2. การออกแบบระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่

2.1 การประมาณความต้องการน้ำร้อนของกระบวนการผลิต บริษัท องกรณ์ห้องเย็น จำกัด มีความต้องการใช้น้ำตลอดกระบวนการผลิตจนเสร็จสิ้นกระบวนการ วันละ 49,283 ลิตร แต่มีความต้องการใช้น้ำร้อนเพียงกระบวนการเดียว คือกระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์ก่อนแช่แข็ง ซึ่งต้องมีการจัดเรียงวัตถุดิบที่ตัดแต่งสภาพแล้วลงบนสายพาน และสายพานจะทำการลำเลียงวัตถุดิบเข้าไปในบริเวณต้ม (หนึ่ง) ผลิตภัณฑ์ โดยใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C จำเป็นต้องคำนึงถึง

ความสัมพันธ์ของความเร็วสายพานและเวลาที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์สุกพอดีกับความต้องการ ในกระบวนการนี้มีความต้องการใช้น้ำร้อนเป็นปริมาณมากถึงวันละ 19,608 ลิตร

ตาราง 4 แสดงการประมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

เดือน	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	หน่วยที่ใช้ (ลิตร/เดือน)	หน่วยที่ใช้ (ลิตร/วัน)
ม.ค.-52	552.91	1,267,020.00	42,234.00
ก.พ.-52	589.86	1,228,140.00	40,938.00
มี.ค.-52	696.53	1,337,220.00	44,574.00
เม.ย.-52	693.90	1,201,140.00	40,038.00
พ.ค.-52	1,094.80	1,047,780.00	34,926.00
มิ.ย.-52	1,293.64	1,417,590.00	47,253.00
ก.ค.-52	1,404.78	1,696,770.00	56,559.00
ส.ค.-52	1,405.80	1,687,410.00	56,247.00
ก.ย.-52	1,447.73	1,672,920.00	55,764.00
ต.ค.-52	1,334.18	1,757,430.00	58,581.00
พ.ย.-52	1,252.00	1,764,720.00	58,824.00
ธ.ค.-52	1,420.20	1,663,560.00	55,452.00
รวม	13,186.33	17,741,700.00	591,390.00
ค่าสูงสุด	1,447.73	1,764,720.00	58,824.00
ค่าต่ำสุด	552.91	1,047,780.00	34,926.00
เฉลี่ย	1,098.86	1,478,475.00	49,282.50
ปริมาณน้ำร้อนที่ ต้องการ		588,240.00	19,608.00

ที่มา: รายงานการจัดการพลังงาน (ฉบับร่าง) บริษัท องกรณ์ห้อยเย็น จำกัด, 2552

จากตาราง 4 สามารถสรุปได้ว่า บริษัท องกรณ์ห้อยเย็น จำกัด มีความต้องการใช้น้ำตลอดทั้งวันประมาณ 49,283 ลิตร/วัน และมีความต้องการใช้น้ำร้อนประมาณ 19,608 ลิตร/วัน

(คิดเฉลี่ยในวันที่ใช้น้ำมากที่สุด) แต่เนื่องจากระบบต้องมีการสูญเสียความร้อนในการหมุนเวียน คิดที่ 15% ของความต้องการน้ำร้อน จะมีปริมาณเท่ากับ 2,941 ลิตร/วัน เพราะฉะนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อนรวม 100% จึงมีปริมาณเท่ากับ 22,549 ลิตร/วัน

2.2 การประมาณปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้จากความร้อนเหลือทิ้งของ บริษัท องค์กรห้องเย็น จำกัด ซึ่งมีแหล่งความร้อนเหลือทิ้งที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำร้อนได้แก่ ตู้แช่แข็ง ขนาด 2 ตัน (1ตัน มีค่าเท่ากับ 12,000 BTU/h) จำนวน 4 ชุด ที่มีประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน 75% มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง จำนวนวันทำงาน 352 วัน คิดเป็น 8,448 ชั่วโมงต่อปี การศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่เท่านั้นในการคำนวณการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้ง ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงข้อมูลการผลิตน้ำร้อนด้วยความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่

การผลิตน้ำร้อนด้วยความร้อนเหลือทิ้งจากตู้แช่	ปริมาณ	หน่วยที่ใช้
ตู้แช่ขนาด 2 ตันมีค่าเท่ากับ	24,000	BTU/h
จำนวน	4	ตัว
ชั่วโมงการทำงานของตู้แช่	24	ชั่วโมง/วัน
ปริมาณความร้อนเหลือทิ้ง	2,304,000	BTU
ปริมาณความร้อนเหลือทิ้ง	2,430,720	KJ/วัน
ประสิทธิภาพเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	75	%
ปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้ (100% Waste Heat)	14,530	ลิตร/วัน
ค่าพลังงานความร้อนของก๊าซ LPG	50.22	MJ/กิโลกรัม
เทียบเท่าเป็นก๊าซ LPG	48.40	กิโลกรัม/วัน

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการคำนวณในตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้จากแหล่งความร้อนเหลือทิ้งที่มาจากตู้แช่นั้นสามารถผลิตน้ำร้อนได้ 14,530 ลิตร/วัน โดยสามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ LPG ได้ถึงวันละ 48.40 กิโลกรัม

2.3 การคำนวณหาขนาดของพื้นที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 30°C ไปเป็น 60°C และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนประมาณ 60

เปอร์เซ็นต์ คำนวณที่ค่าความเข้มข้นรังสี 19.07 MJ/m².day ข้อมูลค่าเฉลี่ยรังสีอาทิตย์รวม ณ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2542) การคำนวณหาขนาดพื้นที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงข้อมูลการผลิตน้ำร้อนด้วยตัวรับรังสีอาทิตย์

การผลิตน้ำร้อนด้วยตัวรับรังสีอาทิตย์	ปริมาณ	หน่วยที่ใช้
ปริมาณการใช้ น้ำร้อนสูงสุด	22,549	ลิตร/วัน
ปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้จากความร้อนเหลือทิ้ง	14,530	ลิตร/วัน
ปริมาณน้ำร้อนที่ต้องการจากตัวรับรังสีอาทิตย์	8,019	ลิตร/วัน
ประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์	60	%
ปริมาณรังสีอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี	19.07	MJ/m ² .day
ขนาดพื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์	85.11	ตารางเมตร
ขนาดพื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์	1.91	ตารางเมตร/แผง
จำนวนแผงตัวรับรังสีดวงอาทิตย์	45	แผง
พลังงานความร้อนที่ผลิตได้จากตัวรับรังสีอาทิตย์	1,006.06	MJ/วัน
ค่าพลังงานความร้อนของก๊าซ LPG	50.22	MJ/กิโลกรัม
เทียบเท่าเป็นก๊าซ LPG	20.03	กิโลกรัม

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการคำนวณในตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้จากแหล่งความร้อนเหลือทิ้งที่มาจากตู้แช่นั้นสามารถผลิตน้ำร้อนได้ 14,530 ลิตร/วัน ทำให้มีความต้องการใช้น้ำร้อนจากตัวรับรังสีอาทิตย์เพียง 8,019 ลิตร/วัน จากการคำนวณทำให้ทราบขนาดพื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์ คือ 85.11 ตารางเมตร โดยใช้ตัวรับรังสีอาทิตย์ที่มีขนาด 1.91 ตารางเมตร/แผง เพราะฉะนั้นโครงการนี้จะต้องใช้แผงรับรังสีอาทิตย์จำนวน 45 แผง โดยสามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ LPG ได้ถึงวันละ 20.03 กิโลกรัม

3. การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การลงทุนของโครงการจะต้องประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ และระบบความร้อนเสริมจากความร้อนเหลือทิ้งของผู้แช่แข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากตาราง 7 ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารนั้น ใช้เงินลงทุนเริ่มต้นโดยคิดที่กรณีไม่ได้รับเงินสนับสนุนเป็นเงิน 2,000,000 บาท ค่าใช้จ่ายรายปีซึ่งเป็นค่าดูแลรักษา และซ่อมบำรุง เท่ากับ 20,000 บาท/ปี เมื่อทำการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) ณ ระดับอัตราดอกเบี้ย (อัตราคิดลด) ร้อยละ 7 โดยมีการกำหนดอายุโครงการที่ 10 ปี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเท่ากับ 1,311,889.32 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันจึงก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.61 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 11.97% ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดที่ร้อยละ 7 แสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการมีค่าสูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนโครงการนี้ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 5.28 ปี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามอายุของโครงการ ทำให้โครงการนี้ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

ในกรณีที่ได้รับเงินสนับสนุนสูงสุด (4,500 บาทต่อตารางเมตร) จะเป็นเงิน 382,500 บาท ทำให้เงินลงทุนเริ่มต้นลดลง เหลือ 1,617,500 บาท ค่าใช้จ่ายรายปีซึ่งเป็นค่าดูแลรักษา และซ่อมบำรุง เท่ากับ 20,000 บาท/ปี วิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) ณ ระดับอัตราดอกเบี้ย (อัตราคิดลด) ร้อยละ 7 โดยมีการกำหนดอายุโครงการที่ 10 ปี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) มีค่าเท่ากับ 1,606,394.16 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันจึงเหมาะสมในการลงทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.91 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ควรได้รับการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 17.23% ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดที่ร้อยละ 7 แสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการมีค่าสูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนโครงการนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 4.40 ปี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามเงื่อนไขการสนับสนุนการลงทุนผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 5 ปี ดังนั้นโครงการนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะลงทุน

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความอ่อนไหวของโครงการโดยใช้อัตราคิดลดที่ 8%, 10%, และ 12% โดยให้เงินลงทุนเท่าเดิมผลการศึกษาพบว่าในกรณีที่ไม่ได้รับเงินสนับสนุนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) จะมีค่าเท่ากับ 1,079,994.46 บาท 820,417.75 บาท และ 593,508.87 บาท ตามลำดับซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันจึงก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.51, 1.39 และ 1.28 ตามลำดับซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ควรได้รับการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 10.07%, 8.07% และ 6.14% ตามลำดับซึ่งจากการคำนวณที่อัตราคิดลด 8% IRR มีค่ามากกว่าอัตราคิดลด โครงการมีค่าสูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน แต่การคำนวณที่อัตราคิดลด 10% และ 12% ทำให้โครงการไม่มีกำไรเนื่องจาก IRR น้อยกว่าอัตราคิดลด

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 5.73 ปี, 6.15 ปี และ 6.66 ปี ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามอายุของโครงการ ทำให้โครงการนี้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

เมื่อพิจารณาความอ่อนไหวของโครงการโดยใช้อัตราคิดลดที่ 8%, 10%, และ 12% ในกรณีที่ได้รับเงินสนับสนุนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) จะมีค่าเท่ากับ 1,462,494.46 บาท, 1,202,917.75 บาท และ 976,008.87 บาท ตามลำดับซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการลงทุนตามโครงการนี้แล้วสามารถให้ผลตอบแทนเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันจึงก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) มีค่าเท่ากับ 1.83, 1.69 และ 1.56 ตามลำดับซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้ควรได้รับการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มีค่าเท่ากับ 16.14%, 14.03% และ 12.00% ตามลำดับซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดที่ร้อยละ 7 แสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการมีค่าสูงกว่าค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน โครงการนี้จึงยังมีความคุ้มค่าในการลงทุน และอัตราคิดลดที่ 12% IRR จะมีค่าเท่ากับ 12.00% ซึ่งเท่ากับอัตราคิดลดพอดี จึงไม่ก่อให้เกิดกำไรสำหรับโครงการนี้ แต่สามารถพิจารณาในส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อประกอบการตัดสินใจได้

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) มีค่าเท่ากับ 4.51 ปี, 4.75 ปี และ 5.02 ปี ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาคืนทุนที่กำหนดไว้ตามอายุของโครงการ ทำให้โครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน



ตาราง 7 แสดงการสรุปข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์

ข้อมูลสรุปของโครงการการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหาร								
	กรณีไม่ได้รับเงินสนับสนุน				กรณีได้รับเงินสนับสนุน			
	r=7%	r=8%	r=10%	r=12%	r=7%	r=8%	r=10%	r=12%
1. ข้อมูลการลงทุน								
เงินลงทุน								
เงินลงทุนในการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนจากตัวรับรังสีอาทิตย์	1,300,000	1,300,000	1,300,000	1,300,000	917,500	917,500	917,500	917,500
เงินลงทุนในการชุดแลกเปลี่ยนความร้อนจากตู้แช่	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000
รวมเงินลงทุน	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	1,617,500	1,617,500	1,617,500	1,617,500
ค่าใช้จ่ายรายปี (ตลอดอายุการใช้งาน)								
ค่าดูแลรักษา และซ่อมบำรุง	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
รวมค่าใช้จ่ายรายปี	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	2,020,000	2,020,000	2,020,000	2,020,000	1,637,500	1,637,500	1,637,500	1,637,500



ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อมูลสรุปของโครงการการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหาร								
	กรณีไม่ได้รับเงินสนับสนุน				กรณีได้รับเงินสนับสนุน			
	r=7%	r=8%	r=10%	r=12%	r=7%	r=8%	r=10%	r=12%
2. ผลประโยชน์ของโครงการ								
ผลประโยชน์จากระบบพลังงาน								
แสงอาทิตย์	126,910.08	126,910.08	126,910.08	126,910.08	126,910.08	126,910.08	126,910.08	126,910.08
ผลประโยชน์จากระบบพลังงาน								
เหลือทิ้งจากตู้แช่	306,662.4	306,662.4	306,662.4	306,662.4	306,662.4	306,662.4	306,662.4	306,662.4
รวมผลประโยชน์ทั้งหมด	433,572.48	433,572.48	433,572.48	433,572.48	433,572.48	433,572.48	433,572.48	433,572.48
3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์								
NPV (บาท)	1,311,889.32	1,079,994.46	820,417.75	593,508.87	1,606,394.16	1,462,494.46	1,202,917.75	976,008.87
BCR	1.61	1.51	1.39	1.28	1.91	1.83	1.69	1.56
IRR (%)	11.97%	10.07%	8.07%	6.14%	17.23%	16.14%	14.03%	12.00%
PB (ปี)	5.28	5.73	6.15	6.66	4.40	4.51	4.75	5.02

ที่มา: จากการคำนวณ

