

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการศึกษาระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงแรมที่ตั้งอยู่ที่กรุงเทพมหานครของประเทศไทยขนาด 325 ห้อง ศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อนที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยของอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ต้องการและศึกษาสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนเมื่อใช้งานจริงจากการตรวจวัด พร้อมทั้งเปรียบเทียบความเหมาะสมในการลงทุน ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และความคุ้มค่าสำหรับการลงทุนในการเปลี่ยนจากระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่นได้แก่ ระบบการผลิตน้ำร้อนโดยใช้น้ำมันเตา ระบบขดลวดไฟฟ้า และพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ระบบปั๊มความร้อนภายใต้เงื่อนไขการผลิตน้ำร้อนเช่นเดียวกันกับโรงแรมกรณีศึกษา โดยสามารถแบ่งผลการวิเคราะห์เป็น 4 ส่วน คือ

1. ผลการศึกษาระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา
2. ผลการศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ผลการศึกษาสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนจากการตรวจวัด
4. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านการเงินการลงทุน

4.1 ระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา

ผลการศึกษากระบวนการผลิตน้ำร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาซึ่งมีจำนวนห้องพักทั้งสิ้น 27 ชั้น และต้องสามารถผลิตน้ำร้อนเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการภายในห้องพักชั้นต่ำตามมาตรฐานจาก Charles M. Gay, Charles D.V. Fawcett, William J. McGuinness. MECHANICAL AND ELECTRICAL EQUIPMENT FOR BUILDING, 3rd Edition. JOHN WILEY & SONS, INC., NEW YORK 1958 page 45 โดยได้รับอนุญาตจาก Heating, Ventilating, Air Conditioning Guides, 1953, page 1056. กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 48,750 L/day จึงจะเหมาะสม ทั้งนี้ได้ทำการออกแบบระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาให้มีลักษณะการทำน้ำร้อนแบบรวมศูนย์ เนื่องจากการใช้งานของกิจการประเภทโรงแรมนั้นจะต้องมีการใช้น้ำร้อนตลอดเวลาจึงทำให้การผลิตน้ำร้อนแบบรวมศูนย์มีความเหมาะสม โดยโรงแรมกรณีศึกษาได้ติดตั้ง

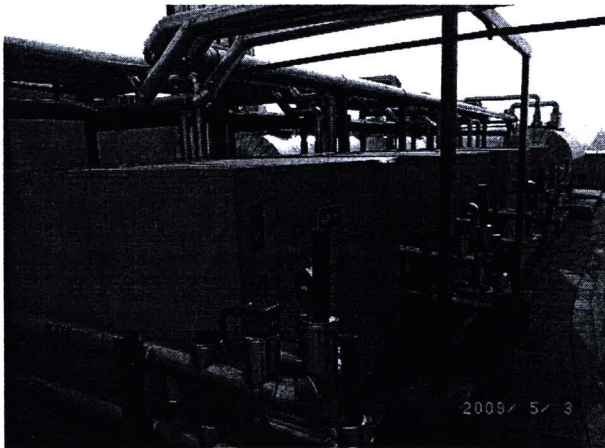
ระบบปั๊มความร้อนทั้งสิ้น 10 เครื่องโดยมีขนาดรวมทั้งสิ้น 460 kWh และขนาดถังเก็บน้ำร้อนจำนวน 5 ถัง ปริมาตรรวมทั้งสิ้น 25,500 L โดยมีรายละเอียดการออกแบบดังต่อไปนี้

4.1.1 ขนาดการทำความร้อนของปั๊มความร้อน

การเลือกขนาดปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงแรมขนาด 325 ห้อง โดยอุณหภูมิของน้ำร้อนมีค่าไม่เกินกว่า 60 °C นั้นจะต้องเลือกขนาดปั๊มความร้อนให้สามารถผลิตน้ำร้อนให้ได้อย่างน้อย 48,750 L/day ซึ่งการเลือกขนาดปั๊มความร้อนนั้นสามารถใช้ค่าเทียบกับความต้องการน้ำร้อนต่อวันสำหรับอาคารโรงแรมคือ ให้ปั๊มความร้อนที่ให้กับโรงแรมดังกล่าวมีขนาดการทำความร้อนไม่ต่ำกว่า 290 kW ทั้งนี้โรงแรมกรณีศึกษาดังกล่าวเป็นโรงแรมขนาด 5 ดาวซึ่งจำเป็นต้องให้น้ำร้อนสำหรับกิจกรรมอื่นๆที่เป็นการเพิ่มคุณภาพสำหรับโรงแรมและความสะดวกสบายของลูกค้าจึงจำเป็นต้องเพิ่มขนาดของปั๊มความร้อนรวมทั้งสิ้น 460 kW เพื่อใช้เป็นเครื่องทำน้ำร้อนสำรอง (Spare Part) ในกรณีต้องมีการบำรุงรักษาหรือหยุดทำงานกระทันหันซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของปั๊มความร้อน

ปั๊มความร้อนที่	ขนาดการทำความร้อน (kW)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (kW)
HP 1-2	30	2	60
HP 3-5	50	3	150
HP 6-8	50	3	150
HP 9-10	50	2	100
รวม		10	460



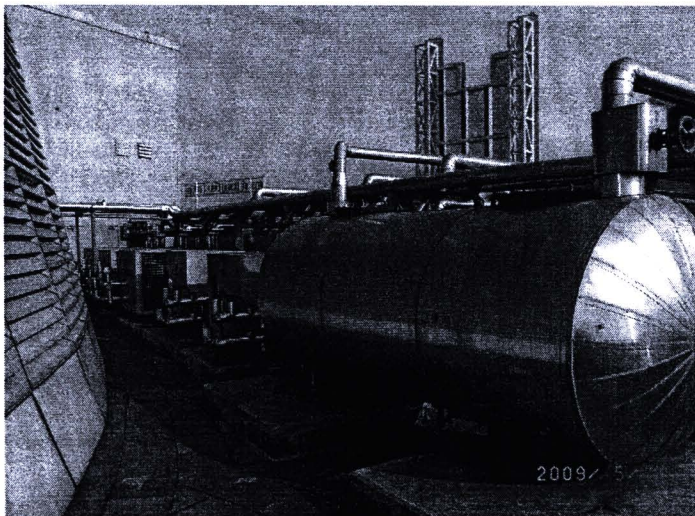
รูปที่ 4.1 ป้อนความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา

4.1.2 ขนาดถังเก็บน้ำร้อน

จากการศึกษาพบว่าโรงแรมกรณีศึกษานั้นจะต้องเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อนไม่น้อยกว่า 9,750 L/day แต่เนื่องจากโรงแรมจำเป็นจะต้องผลิตน้ำร้อนสำหรับกิจกรรมอื่นๆเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการจึงจำเป็นจะต้องเพิ่มขนาดของถังเก็บน้ำร้อนรวมทั้งสิ้น 25,500 L ทั้งนี้ได้ทำการเลือกใช้ถังเก็บน้ำร้อนผลิตจากเหล็กกล้า (Mild steel) รุ่น SS 400 จำนวนทั้งสิ้น 5 ถัง ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของถังเก็บน้ำร้อน

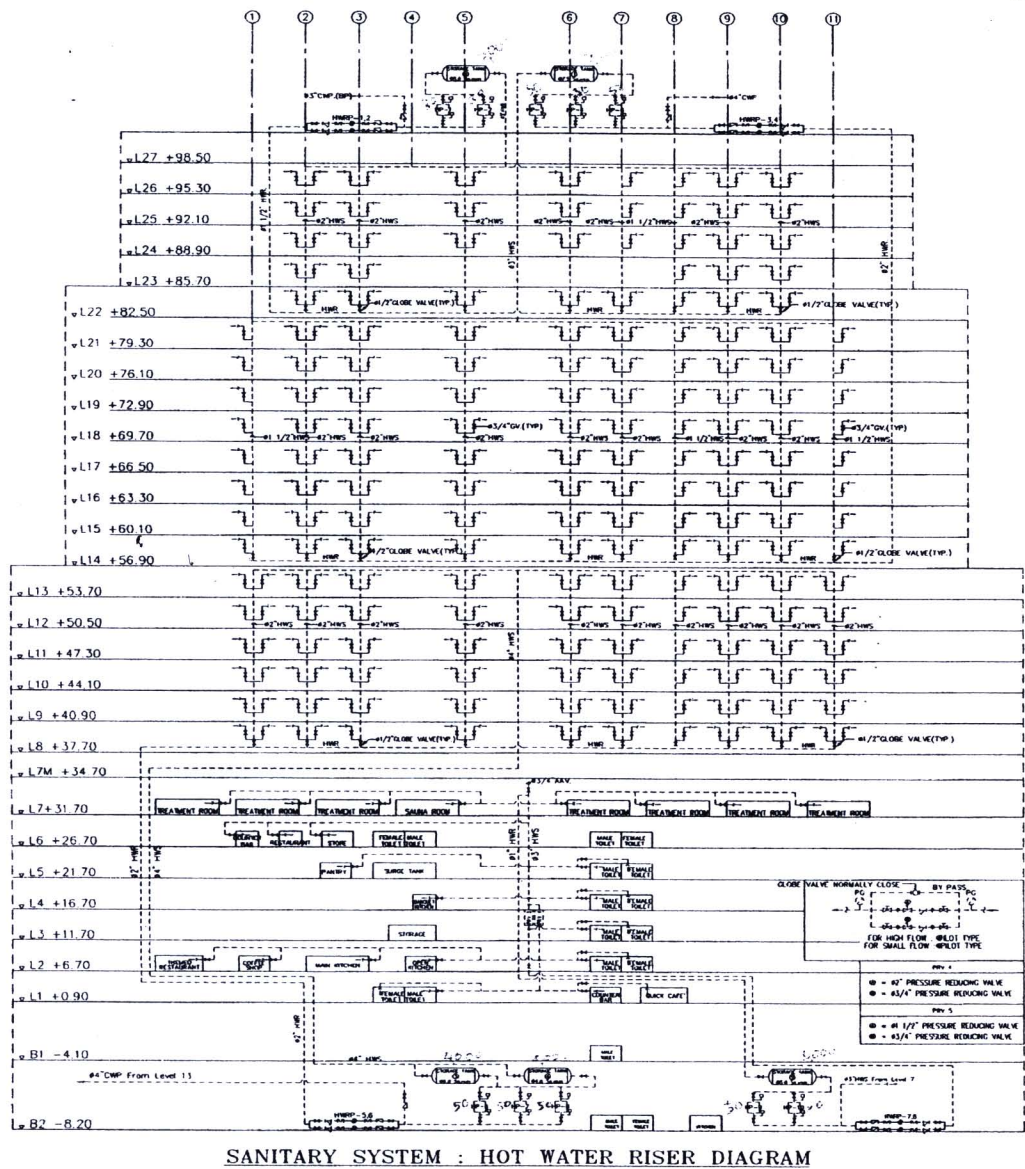
ถังน้ำร้อนที่	ปริมาตร (L)	จำนวน (เครื่อง)	รวม (L)
1,5	5,000	2	10,000
2	7,500	1	7,500
3,4	4,000	2	8,000
รวม		5	25,500



รูปที่ 4.2 ถังน้ำร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา

4.1.3 รูปแบบการจ่ายน้ำร้อนให้แก่ห้องพักภายในโรงแรม

โรงแรมกรณีศึกษาเป็นโรงแรม 27 ชั้น มีห้องพักรวมทั้งสิ้น 325 ห้อง ซึ่งอาคารประเภทกิจการโรงแรมเป็นอาคารที่ต้องการใช้น้ำร้อนตลอดเวลา ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษารูปแบบการติดตั้งทำน้ำร้อนด้วยระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาแบบรวมศูนย์และจ่ายน้ำร้อนไปตามห้องพักและห้องที่มีกิจกรรมที่ต้องการน้ำร้อนและเมื่อน้ำที่จ่ายให้กิจกรรมต่างๆที่ไม่ได้ใช้และมีอุณหภูมิลดลงน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งค่าไว้จะไหลกลับไปที่ปั๊มความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำและจ่ายออกไปเพื่อให้พร้อมใช้งานอีกครั้ง ซึ่งได้ทำการออกแบบแผนผังของระบบปั๊มความร้อนของอาคารดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 แผนผังระบบปั๊มความร้อนภายในโรงแรม

4.1.4 ข้อจำกัดและข้อได้เปรียบในการติดตั้งปั๊มความร้อน

จากการศึกษาข้อมูลของการติดตั้งปั๊มความร้อนชนิด Air Source heat pump สำหรับโรงแรมกรณีศึกษาจากเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนั้นพบว่าปั๊มความร้อนมีข้อจำกัดและข้อได้เปรียบ ดังต่อไปนี้

1. ข้อจำกัดของปั๊มความร้อน

ปั๊มความร้อนถือได้ว่าเป็นระบบทำน้ำร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนเพอร์สเซอร์เพื่อทำให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่

บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า แต่ก็ยังเป็นระบบที่ได้พลังงานไฟฟ้าซึ่งถือว่ายังไม่ใช้ระบบที่ใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งหมายความว่าระบบนี้ยังเป็นระบบที่ก่อให้เกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศให้มีค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของระบบปั๊มความร้อนนั้นมีค่าน้อยกว่าระบบทำความร้อนชนิดขดลวดความร้อนที่ใช้หลักการใช้พลังงานไฟฟ้ามาผลิตความร้อนไม่ต่ำกว่า 3 เท่า ทั้งนี้ระบบปั๊มความร้อนประเภท Air Source heat pump ที่นำมาพิจารณายังมีข้อเสียในด้านอุณหภูมิที่ผลิตน้ำร้อนมีความผันผวนมากเนื่องจากประสิทธิภาพการให้น้ำร้อนของระบบปั๊มความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมซึ่งควบคุมได้ยากจึงจำเป็นต้องมีวิธีอื่นเข้ามาช่วยเพื่อรองรับในกรณีที่ปั๊มความร้อนไม่สามารถผลิตน้ำร้อนได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ

๔. 2. ข้อได้เปรียบของปั๊มความร้อน

ในปัจจุบันระบบปั๊มความร้อนถือเป็นระบบที่ใช้พลังงานน้อย มีประสิทธิภาพสูงและมีความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งมีข้อได้เปรียบเมื่อเปรียบเทียบกับระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่นๆ ดังนี้

2.1 ระบบปั๊มความร้อนสามารถควบคุมเวลาทำงานได้ เมื่อปั๊มความร้อนผลิตน้ำร้อนได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการแล้วต่อไป ระบบจะทำงานโดยเพิ่มความร้อนทีละน้อยตามปริมาณการใช้น้ำร้อน และน้ำเย็นใหม่ที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงปั๊มความร้อนจึงจะทำงานซึ่งสามารถตั้งให้ทำงานโดยอัตโนมัติตลอดเวลาหรือผู้ใช้สามารถตั้งให้ปั๊มเดินหรือหยุดเองได้

2.2 ระบบปั๊มความร้อน สามารถให้พลังงานได้มากกว่าพลังงานที่ป้อนให้แก่เครื่องปั๊มความร้อน

2.3 สามารถนำลมเงินที่ระบบปั๊มความร้อนผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนความร้อนอากาศก่อนเข้าระบบปรับอากาศหรือใช้หล่อเย็นระบบที่ไม่ต้องการความร้อนสูงได้

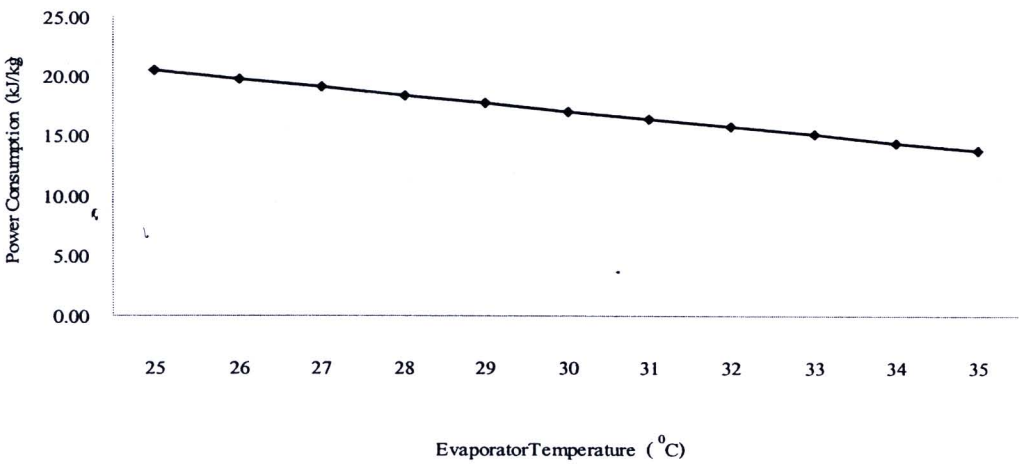
2.4 ระบบปั๊มความร้อนประเภท Air Source Heat pump นั้นจะมีราคาติดตั้งเริ่มต้นถูกกว่าระบบปั๊มความร้อนประเภทอื่นและสะดวกสำหรับการใช้งาน

4.2 ผลการศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อน

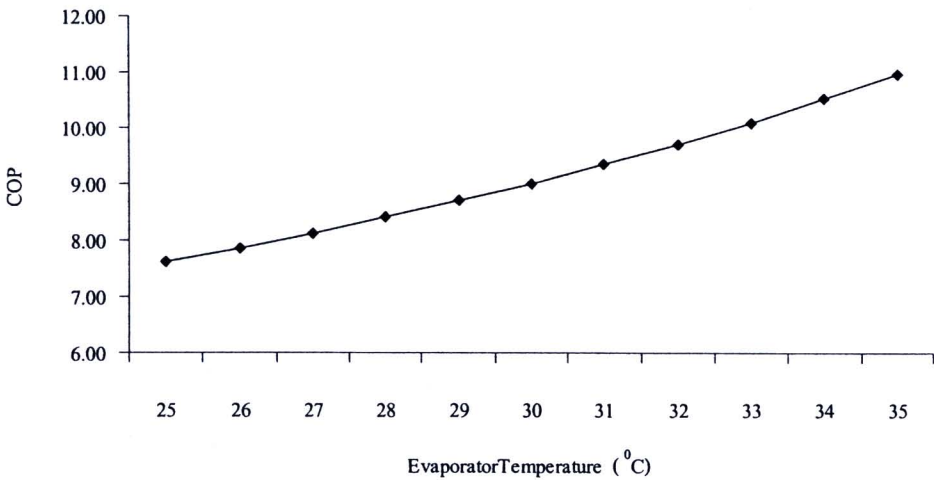
การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อนที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยของอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ต้องการใช้จากการจำลองระบบการให้น้ำร้อนด้วย P-h Diagram ของสารทำความเย็น R-22 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CoolPack

4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

ป้อนความร้อนเป็นระบบอัดไอที่ใช้ดึงความร้อนบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปให้แก่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ดังนั้นอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมจึงมีผลต่อการใช้พลังงานและประสิทธิภาพของระบบ



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและความต้องการพลังงานของระบบ



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ (COP) พบว่าเมื่ออุณหภูมิของอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมีค่าเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความต้องการพลังงานของระบบที่ใช้ในการอัดสารทำงานเพื่อให้มีอุณหภูมิให้สูงขึ้นมี



ค่าลดลง ผลจากการจำลองค่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเฉลี่ยของประเทศไทยที่ 29 °C ซึ่งมีความต้องการพลังงาน 17.76 kJ/kg พบว่ากรณีที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 25 – 28 °C ค่าความต้องการพลังงานของระบบจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าต่ำลงและกรณีที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 30-35 °C ค่าความต้องการพลังงานของระบบจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงขึ้น ดังตารางที่ 4.3

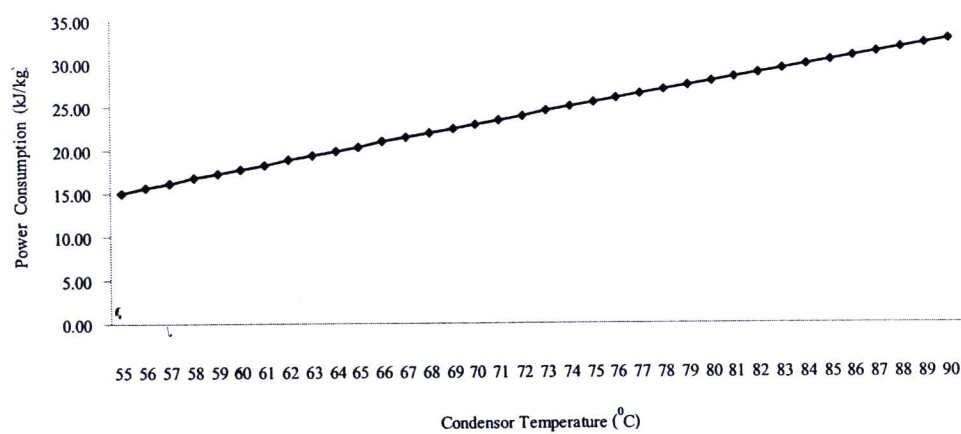
ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ (COP) มีค่าเพิ่มมากขึ้นแปรผันตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมจากการจำลองค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมให้มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงจากค่าอุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยที่ 29 °C โดยให้ค่าอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานมีค่าคงที่ 60 °C ระหว่างอุณหภูมิ 25 -35 °C พบว่า COP มีค่าอยู่ระหว่าง 7.62 - 10.97 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ที่ 3.0 แล้วพบว่าค่า COP ของระบบมีค่าตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและความต้องการพลังงานในระบบ

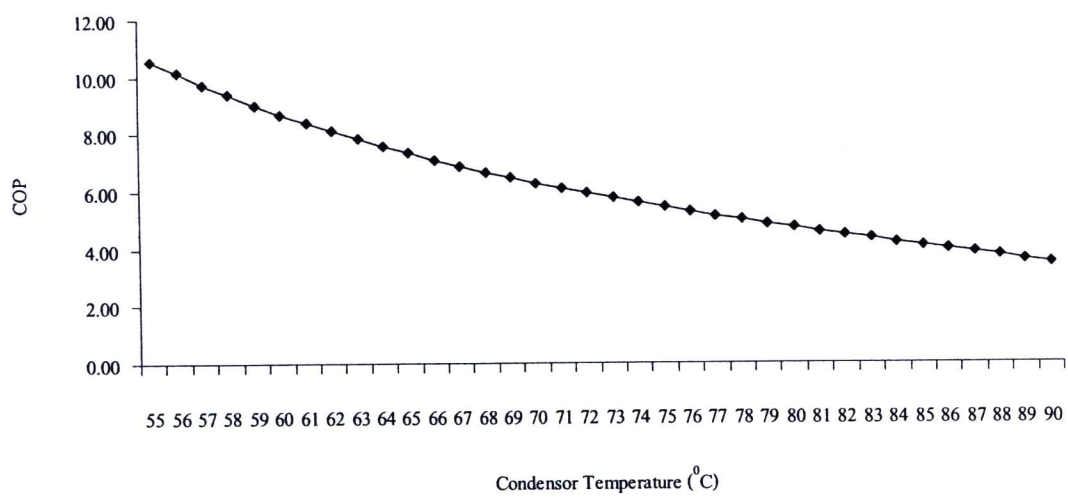
อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (°C)	ความต้องการพลังงานในระบบ (kJ/kg)	COP
25	20.50	7.62
26	19.83	7.86
27	19.12	8.13
28	18.44	8.40
29 (ค่ามาตรฐาน)	17.76	8.70
30	17.09	9.01
31	16.43	9.35
32	15.78	9.71
33	15.13	10.10
34	14.48	10.52
35	13.85	10.97

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

การที่อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ต้องการใช้งานมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นได้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำความร้อนโดยมีลักษณะการส่งผลกระทบต่อปั้มความร้อน ดังนี้



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและความต้องการพลังงานของระบบ



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานและสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ (COP) พบว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานมีค่าเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความต้องการพลังงานของระบบที่ใช้ในการอัดสารทำงานเพื่อให้มีอุณหภูมิให้สูงขึ้นมีค่าลดลง ผลจากการจำลองค่าอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานเฉลี่ยของโรงแรมกรณีศึกษาที่ 60 °C ซึ่งมีความต้องการพลังงาน 17.76 kJ/kg พบว่ากรณี

ที่อุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 55-59 °C ค่าความต้องการพลังงานของระบบจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานมีค่าต่ำลง และกรณีที่อุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 61-90 °C ค่าความต้องการพลังงานของระบบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานมีค่าสูงขึ้น ดังตารางที่ 4.4

ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ (COP) มีค่าลดลงแปรผันตามอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งาน จากการจำลองค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพของอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานให้มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงจากค่าอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานเฉลี่ยที่ 60 °C โดยให้ค่าอุณหภูมิสถานะแวดล้อมใช้งานมีค่าคงที่ 29 °C ระหว่างอุณหภูมิ 55-90 °C พบว่า COP มีค่าอยู่ระหว่าง 3.50 - 10.55 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ที่ 3.0 แล้วพบว่าค่า COP ของระบบมีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและความต้องการพลังงานของระบบ

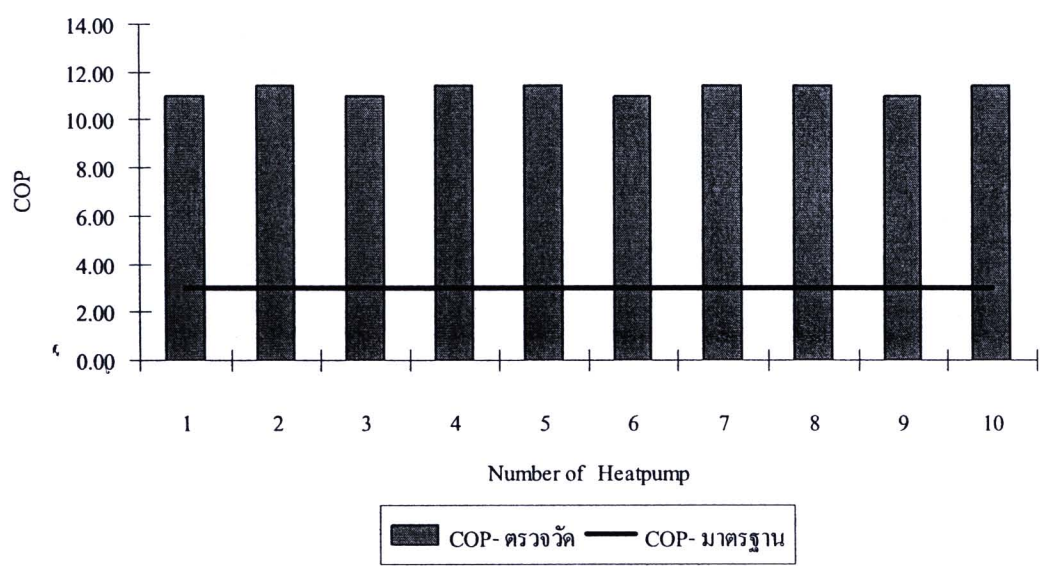
อุณหภูมิของน้ำร้อน (°C)	ความต้องการพลังงานในระบบ (kJ/kg)	COP
55	15.08	10.55
56	15.62	10.13
57	16.16	9.73
58	16.70	9.36
59	17.23	9.02
60 (ค่ามาตรฐาน)	17.76	8.70
61	18.29	8.39
62	18.82	8.11
63	19.34	7.84
64	19.86	7.58
65	20.38	7.34
66	20.90	7.11
67	21.41	6.89
68	21.92	6.68
69	22.43	6.48
70	22.94	6.29

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

อุณหภูมิของน้ำร้อน (°C)	ความต้องการพลังงานในระบบ (kJ/kg)	COP
71	23.45	6.10
72	23.95	5.93
73	24.45	5.76
74	24.95	5.59
75	25.44	5.44
76	25.94	5.29
77	26.43	5.14
78	26.92	5.00
79	27.41	4.86
80	27.89	4.72
81	28.38	4.59
82	28.86	4.47
83	29.34	4.34
84	29.82	4.22
85	30.30	4.10
86	30.78	3.98
87	31.25	3.86
88	31.73	3.74
89	32.20	3.62
90	32.67	3.50

4.3 ผลการศึกษาสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนจากการตรวจวัด

การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อนที่ติดตั้งสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาทั้งหมด 10 เครื่อง ซึ่งได้ผลของสมรรถนะของปั๊มความร้อนแต่ละเครื่อง ดังนี้



รูปที่ 4.8 สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบจากการตรวจวัดและมาตรฐาน

การผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนที่มีค่าประสิทธิภาพ (COP) นั้นกฎหมายกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความร้อนตามมาตรฐานให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 3 ซึ่งจากผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของปั๊มความร้อนทุกเครื่องที่ติดตั้งสำหรับใช้งานในโรงแรมกรณีศึกษาโดยปั๊มความร้อนเครื่องที่ 1 ถึง 5 ติดตั้งอยู่ด้านบนคาเฟ่ของโรงแรมและเครื่องที่ 6 ถึง 10 ติดตั้งบริเวณด้านล่างของโรงแรม ซึ่งปัจจัยดังกล่าวไม่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องปั๊มความร้อน ซึ่งปั๊มความร้อนแต่ละเครื่องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความร้อน คือ 11.00 , 11.49, 11.00, 11.48, 11.46, 10.97, 11.46, 11.48, 11.01 และ 11.49 ตามลำดับ ซึ่งปั๊มความร้อนทุกเครื่องมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานคือ มีค่าไม่ต่ำกว่า 3

4.4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

การวิเคราะห์ทางการเงินของการลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อน (Heat pump) สำหรับโรงแรมกรณีศึกษาจำนวน 325 ห้อง ทั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบมูลค่าลงทุนเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับปั๊มความร้อน รวมทั้งผลประโยชน์ที่จะได้รับทางการเงินของโครงการ ในช่วงเวลาของอายุโครงการ 15 ปี โดยใช้มูลค่าปัจจุบันของผลที่

ได้สุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนที่ได้ต่อการลงทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 11.75 ต่อปี (ใช้อัตราคิดลดอัตราดอกเบี้ยของธนาคารกรุงไทย ณ วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2550) และระยะเวลาในการคืนทุน (SPP) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ปั๊มความร้อนซึ่งสามารถทำได้จากการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ปั๊มความร้อน (Heat pump) ผลิตน้ำร้อนในเงื่อนไขการผลิตเดียวกันแทนการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ได้แก่

กรณีที่ 1 การผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนแทนการใช้น้ำมันเตา

กรณีที่ 2 การผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนแทนการใช้ขดลวดไฟฟ้า

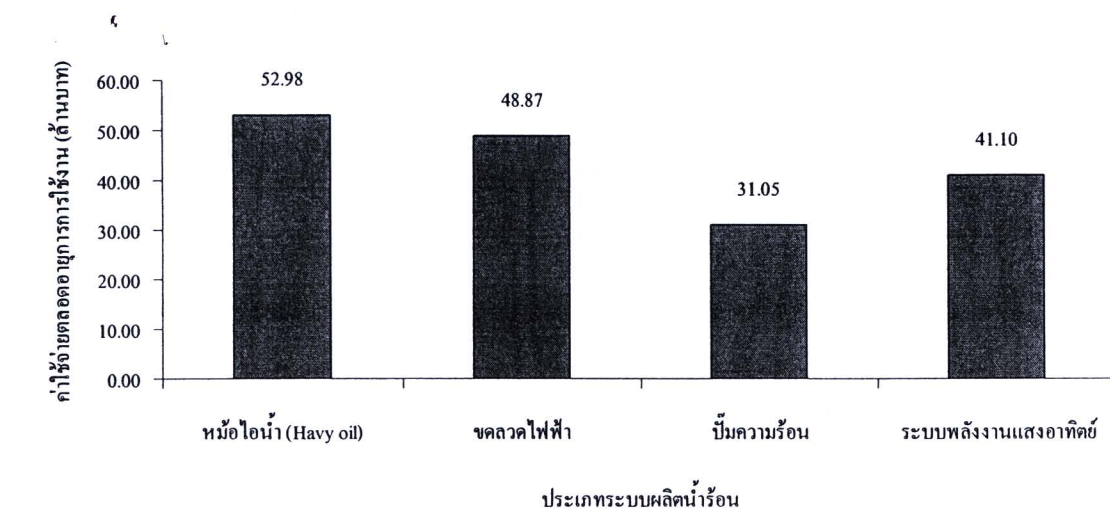
กรณีที่ 3 การผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนแทนการใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

โดยเงื่อนไขในการผลิตน้ำร้อนคือต้องมีอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่ 60°C ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 29°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้กำหนดให้ความต้องการน้ำร้อนสำหรับโรงแรมมีค่าเท่ากับ 150 L/คน/วัน ภายใต้สมมติฐาน 1 คน สำหรับ 1 ห้องพัก ดังนั้นโรงแรมกรณีศึกษาแห่งนี้จึงมีความต้องการปริมาณน้ำร้อนทั้งสิ้น 48,750 L/day ซึ่งจากข้อมูลในข้างต้นจึงสามารถคิดเป็นพลังงานความร้อนที่น้ำต้องการมีค่าเท่ากับ 1,757.27 kWh/day

4.4.1 ค่าใช้จ่ายสุทธิตลอดอายุการใช้งานระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด (Life Cycle Cost)

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย (Cost) ทางการเงินของการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนทุกประเภทนั้นย่อมประกอบด้วยต้นทุน 2 ส่วน คือ ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น (C_i) และต้นทุนขณะดำเนินการ (C_o) คือ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นครั้งแรกและต้นทุนเงินประกันที่เพิ่มขึ้นต่อปีเมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนแทนระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่น ทั้งนี้ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น (Investment Cost) ของโครงการนั้นในการศึกษานี้จะถือว่าต้นทุนค่าแรงงานในการติดตั้ง พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบระบบผลิตน้ำร้อน เช่น ท่อน้ำร้อน สายไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ของแต่ละระบบมีค่าเท่ากัน ดังนั้นต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นจึงแตกต่างกันเฉพาะส่วนของต้นทุนระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด และในส่วนของต้นทุนขณะดำเนินการ (Operation Cost) ประกอบด้วย ค่าประกันระบบ ค่าซ่อมบำรุง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในส่วนดังกล่าวของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกัน โดยทั่วไปค่าประกันระบบจะมีค่าเท่ากับ 1% ของมูลค่าเริ่มต้น ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคำนวณจากปริมาณเชื้อเพลิงและไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อนภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกันโดยการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดทั้งนี้เนื่องมาจากระบบผลิตน้ำร้อนเมื่อใช้งานไ้ระยะเวลาหนึ่งย่อมทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลงทำให้มีการใช้

พลังงานเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งราคาของพลังงานแต่ละประเภทที่ใช้ในระบบก็มีราคาสูงสุดตามสภาวะการณ์ การศึกษานี้จึงคำนวณค่าใช้จ่ายพลังงานให้มีค่าสูงขึ้นในแต่ละปีโดยใช้ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นปีละ 5% และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มน้ำเพิ่มขึ้นปีละ 10% เนื่องจากราคาน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากกว่าค่าพลังงานไฟฟ้า และต้นทุนการดำเนินการในส่วนของการบำรุงรักษาด้วยวิธีการจ้างหน่วยงานภายนอก (Outsource) ทั้งนี้ระบบผลิตน้ำร้อนนั้นย่อมต้องได้รับการบำรุงรักษามากขึ้นเนื่องจากอายุการใช้งานเพิ่มมากขึ้นโดยกำหนดให้อัตราราคาบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นปีละ 10% อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานในการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดยังมีความเกี่ยวข้องกับรายได้ที่ได้จากมูลค่าซากที่ทำให้ค่าใช้จ่ายนั้นลดลง การศึกษานี้ใช้วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบลดเท่ากันทุกปี



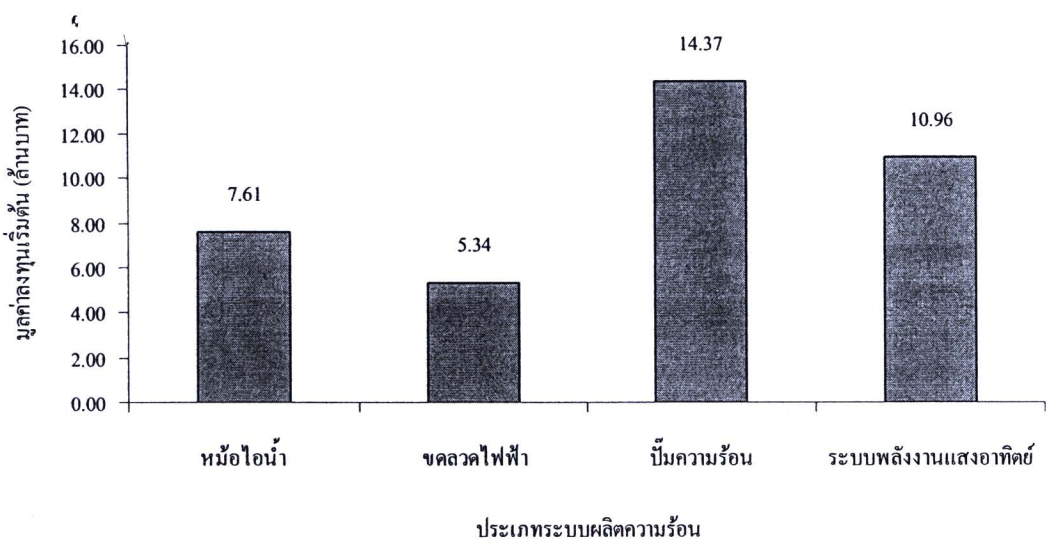
รูปที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายสุทธิตลอดอายุการใช้งานระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด

ค่าใช้จ่ายสุทธิตลอดอายุการใช้งานระบบทำน้ำร้อนชนิดที่ใช้หม้อไอน้ำประเภทใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ระบบขดลวดไฟฟ้า ปั๊มความร้อน และระบบการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 52,449,312.61 บาท 48,499,734.49 บาท 30,043,496.77 บาท 39,857,464.90 บาท ตามลำดับ ซึ่งระบบปั๊มความร้อนมีค่าใช้จ่ายสุทธิตลอดอายุการใช้งาน 15 ปี มีค่าต่ำที่สุด จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทั้งหมดอันประกอบไปด้วย มูลค่าลงทุนเริ่มต้น ค่าประกันระบบ ค่าซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน พบว่าสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อค่าใช้จ่ายสุทธิตลอดอายุการใช้งานของระบบหม้อไอน้ำ ระบบขดลวดไฟฟ้า และระบบการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีสัดส่วนสูงถึง 82.76 % 85.61 % และ 52.09 % ตามลำดับ ในขณะที่ระบบปั๊มความร้อนมีค่าเพียง 46.07% อีกทั้งมูลค่าซากของระบบปั๊มความร้อนนั้นมีมูลค่ามากที่สุดจึงทำให้ค่าใช้จ่ายสุทธิตลอด

อายุการใช้งานของระบบปั๊มความร้อนต่ำที่สุดถึงแม้ว่ามูลค่าการลงทุนเริ่มต้นของระบบปั๊มความร้อนจะมีค่าสูงกว่าระบบอื่นๆ ก็ตาม

4.4.2 มูลค่าการลงทุนเริ่มต้นของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด

โรงแรมขนาด 27 ชั้น ที่มีห้องพักรวมทั้งสิ้น 325 ห้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานความร้อนหรับผลิตน้ำร้อนขั้นต่ำตามมาตรฐานสำหรับกิจการโรงแรมที่ 48,750 L/day ที่สภาวะอุณหภูมิแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 29 °C และสภาวะที่อุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานที่ 60 °C ซึ่งคิดเป็นปริมาณความร้อนที่ต้องการเท่ากับ 1,511,250 kcal/day เทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 1,757.27 kWh/day อย่างไรก็ตามหากเลือกใช้ระบบผลิตน้ำร้อนที่แตกต่างกันจึงทำให้มูลค่าการลงทุนเริ่มต้นสำหรับการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน



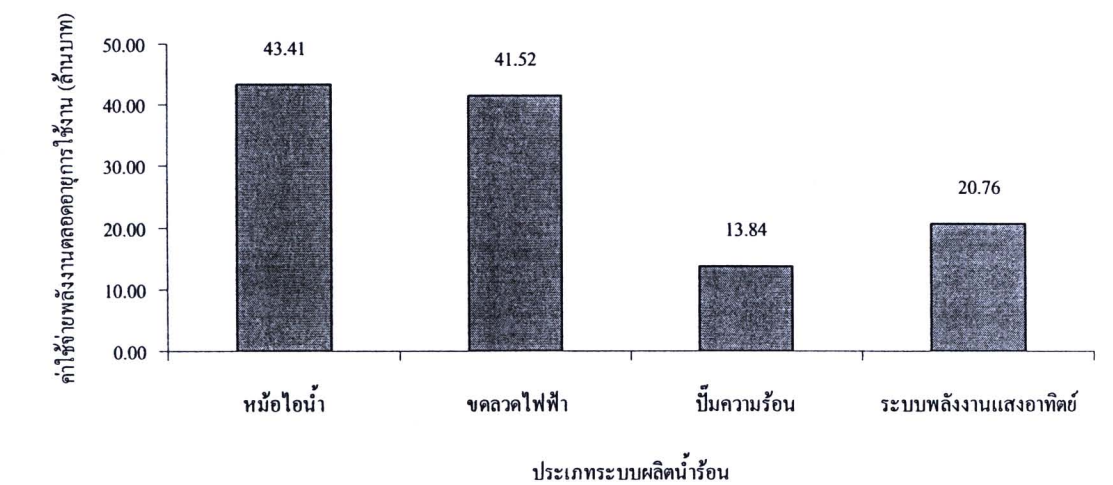
รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนเริ่มต้นของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด

จากการศึกษาด้านทุนของระบบผลิตน้ำร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาแต่ละประเภทพบว่าต้นทุนของระบบสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกต้นทุนติดตั้งระบบเริ่มแรก ได้แก่ ค่าระบบผลิตน้ำร้อนและค่าแรงงานในการติดตั้ง และส่วนที่สองต้นทุนการดำเนินการ ได้แก่ ค่าประกัน ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าซ่อมบำรุง ทั้งนี้มูลค่าการลงทุนเริ่มต้นของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดสำหรับผลิตน้ำร้อนภายใต้สภาวะเดียวกันโดยให้มูลค่าของระบบประกอบอื่นๆมีมูลค่าเท่ากันพบว่ามูลค่าการลงทุนติดตั้งระบบปั๊มความร้อนมูลค่าสูงมากที่สุดมีค่า 14,370,000.00 บาท ส่วนระบบทำน้ำร้อนชนิดที่ใช้หม้อไอน้ำประเภทใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ระบบขดลวดไฟฟ้า และระบบการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีมูลค่าการลงทุนเริ่มต้นรวมภายมีมูลค่าเพิ่มเท่ากับ

7,612,800.00 บาท 5,341,500.00 บาท และ 10,958,250.00 บาท โดยปั๊มความร้อนมีมูลค่าลงทุนเริ่มต้นมากกว่าระบบผลิตน้ำร้อนอื่นๆ เท่ากับ 47.02 % 62.83 % และ 23.74 % ตามลำดับ

4.4.3 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด

โรงแรมกรณีศึกษาซึ่งมีความต้องการพลังงานความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนขึ้นตามมาตรฐานสำหรับกิจการโรงแรม ที่มีเลือกใช้ระบบผลิตน้ำร้อนที่แตกต่างกันย่อมต้องใช้ประเภทของพลังงานที่มีปริมาณและราคาแตกต่างกันจึงทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสำหรับการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดทั้งนี้เนื่องมาจากระบบผลิตน้ำร้อนเมื่อใช้งานได้ระยะเวลาหนึ่งย่อมทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลงทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งราคาของพลังงานแต่ละประเภทที่ใช้ในระบบก็มีราคาสูงสุดตามสภาวะการณ์ การศึกษานี้จึงคำนวณค่าใช้จ่ายพลังงานให้มีค่าสูงขึ้นในแต่ละปีโดยใช้ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นปีละ 5% และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มน้ำเพิ่มขึ้นปีละ 10% เนื่องจากราคาน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากกว่าค่าพลังงานไฟฟ้า



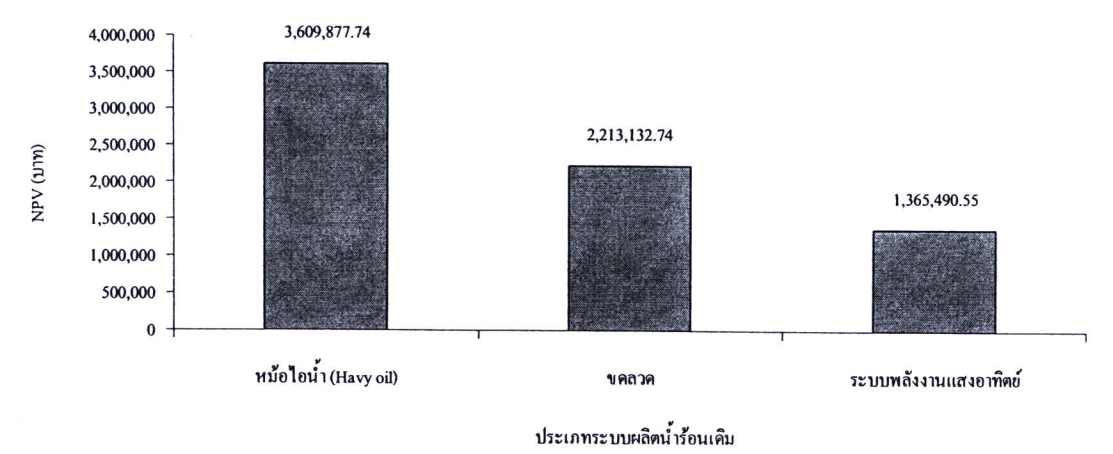
รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด

จากการศึกษาพบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งาน 15 ปี พบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจากหม้อไอน้ำประเภทใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 43,407,800.57 บาท ซึ่งมีค่าสูงมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาใช้เป็นพลังงานสำหรับระบบผลิตน้ำร้อนชนิดดังกล่าวมีอัตราการเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการเพิ่มของราคาค่าพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งประสิทธิภาพของการเปลี่ยนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงให้กลายเป็นพลังงานความร้อนยังต่ำกว่าระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่นๆ กล่าวคือมีประสิทธิภาพเพียง

85% ในขณะที่ระบบอื่นๆซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้กลายเป็นพลังงานความร้อนได้ 100% (ทั้งนี้ในบางกรณีอาจจะมีการสูญเสียบ้างประมาณ 5-10%) ทั้งนี้ในส่วนของการผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนที่มีค่าประสิทธิภาพ (COP) ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดคือ 3 นั้นจะทำให้ระบบปั๊มความร้อนทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราส่วนเพียง 1 ใน 3 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 13,840,547.14 บาท ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเลือกใช้ปั๊มความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษานั้นจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานต่ำกว่าการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบทำน้ำร้อนชนิดที่ใช้หม้อไอน้ำประเภทใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาระบบขดลวดไฟฟ้า และระบบการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เท่ากับ 68.12% 66.67% และ 33.33% ตามลำดับ

4.4.4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของการเลือกใช้ปั๊มความร้อนแทนการเลือกใช้ระบบขดลวดความร้อน ระบบทำน้ำร้อนจากการใช้น้ำมันเตา การใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับในกรณีที่โรงแรมต้องการเปลี่ยนมาใช้ปั๊มความร้อนแทนระบบอื่นๆ



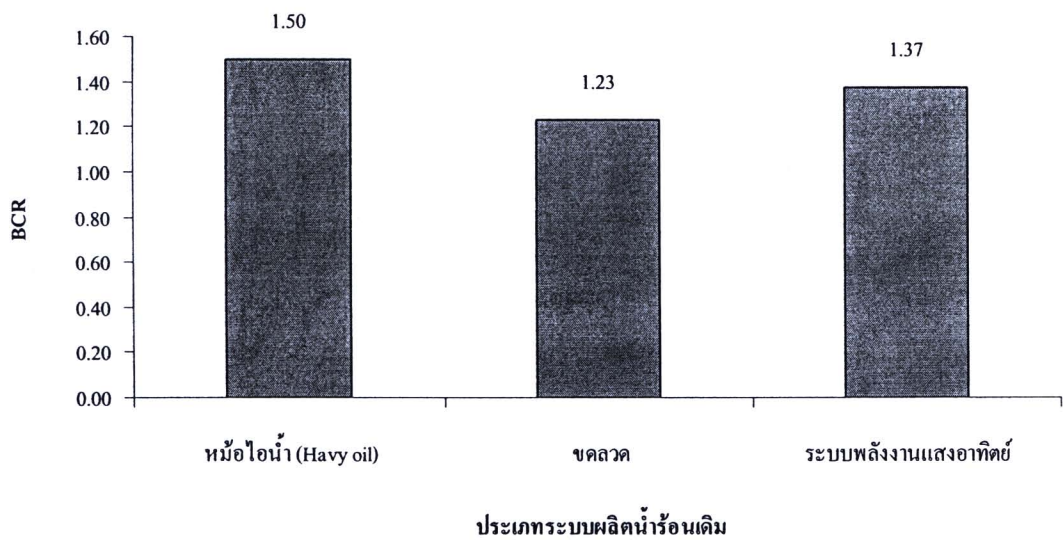
รูปที่ 4.12 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ

จากการศึกษาผลของมูลค่าปัจจุบันสุทธิสำหรับการเปลี่ยนระบบทำน้ำร้อนชนิดอื่นๆมาเป็นใช้ปั๊มความร้อนโดยไม่มีการดัดแปลงการใช้ระบบทำน้ำร้อนเดิมเพิ่มเติม จะพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของ ระบบหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา ระบบผลิตน้ำร้อนจากขดลวดไฟฟ้า และระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 3,609,877.74 บาท 2,213,132.74 บาท และ 1,365,490.55 บาท ตามลำดับ โดยมีค่าบวกทั้งหมดซึ่งหมายถึงการเปลี่ยน

ระบบทำน้ำร้อนอื่นๆจาก 3 ระบบมาเป็นการใช้ปั๊มความร้อนภายใต้ภาวะเงื่อนไขการผลิตน้ำร้อนเดียวกันนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนทุกกรณี ทั้งนี้เนื่องมาจากมูลค่าผลประโยชน์จากการเปลี่ยนระบบทั้ง 3 ดังกล่าวมาใช้ปั๊มความร้อนนั้นมีมูลค่าตลอดอายุการใช้งานปั๊มความร้อน 15 ปี ที่อัตราคิดลด 11.75 % มีค่ามากกว่ามูลค่าในการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนภายใต้เงื่อนไขการผลิตน้ำร้อนเดียวกันกับ โรงแรมกรณีตัวอย่างจึงทำให้มีความคุ้มค่าในการลงทุน อีกทั้งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบปั๊มความร้อนนั้นมีค่าต่ำกว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบผลิตน้ำร้อนจากขดลวดไฟฟ้า ระบบหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา และระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีค่าต่ำกว่าถึง 68.12 % 66.67% และ 33.33% ตามลำดับ

4.4.5 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : BCR)

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : BCR) หมายถึงมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ตลอดอายุของโครงการหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมทั้งหมดตลอดอายุของโครงการโดยมีเกณฑ์การตัดสินใจยอมรับคือ BCR ต้องมากกว่าหนึ่งจึงถือว่าโครงการนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุน



รูปที่ 4.13 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อน แทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ

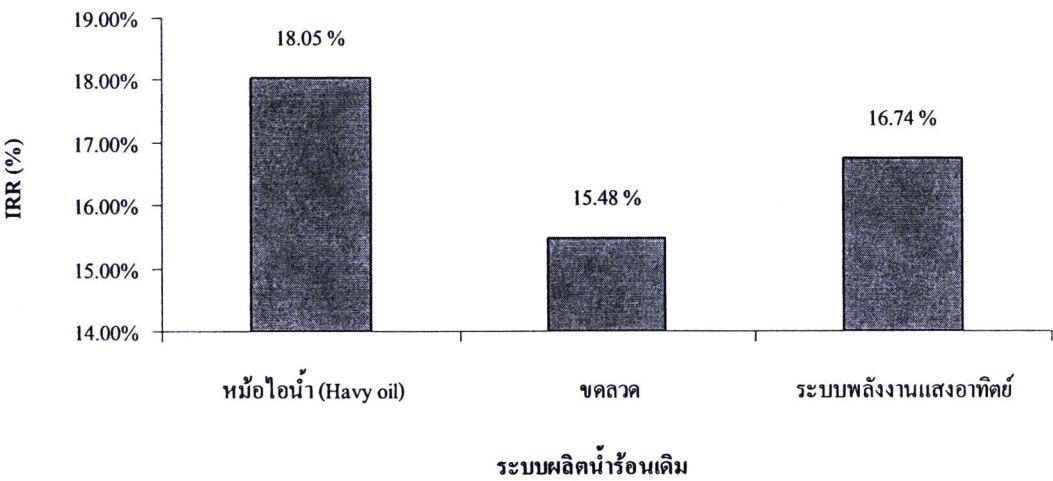
จากการวิเคราะห์ผลพบว่าหากโรงแรมที่มีความต้องการพลังงานความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนเช่นเดียวกันกับ โรงแรมกรณีศึกษาแต่ใช้ระบบการผลิตน้ำร้อนจากระบบทำน้ำร้อนชนิดอื่นแล้วต้องการที่จะเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนทุกกรณี จาก

การศึกษาพบว่าหากมีการเปลี่ยนจากระบบผลิตน้ำร้อนจากหม้อไอน้ำชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา ระบบขดลวดความร้อน และระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นปั๊มความร้อนนั้นมีย่อ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน(BCR) เท่ากับ 1.50 1.23 และ1.37 ตามลำดับ

ทั้งนี้เนื่องมาจากผลประโยชน์จากการเปลี่ยนระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่นมาใช้ปั๊มความร้อนเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ตลอดอายุการใช้งานของปั๊มความร้อน 15 ปี พบว่ามีค่ามากกว่า NPV ของมูลค่าการลงทุนที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่า BCR ของระบบมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งถือว่าคุ้มค่าในการลงทุน

4.4.6 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คือผลตอบแทนของเงินลงทุนตลอดอายุโครงการเป็นร้อยละ หรืออัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ หากค่า IRR มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ย 11.75 % จึงจัดว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน



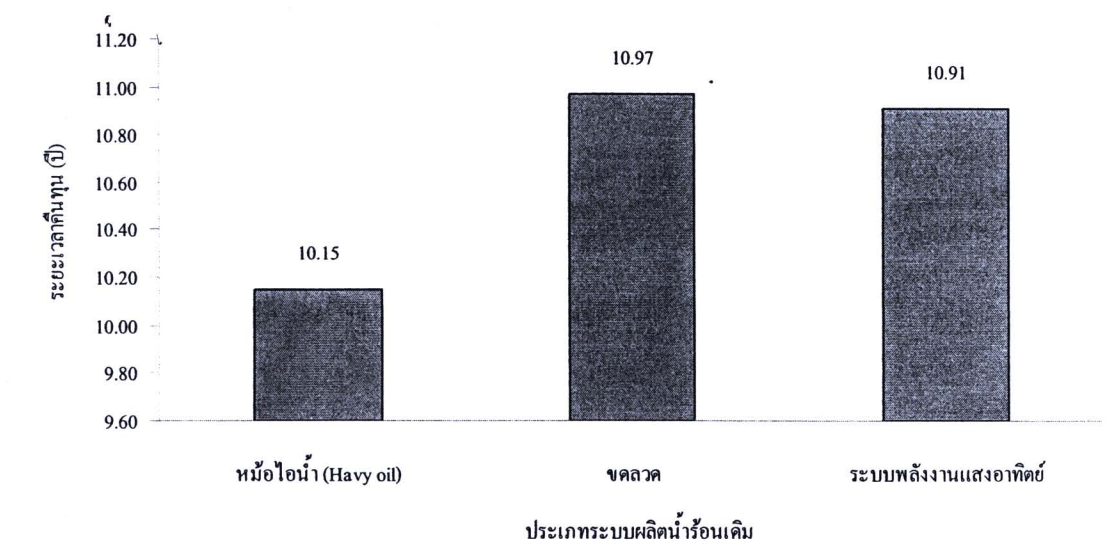
รูปที่ 4.14 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ

จากการวิเคราะห์ผลพบว่าหากโรงแรมที่มีความต้องการพลังงานความร้อนสำหรับผลิตน้ำร้อนเช่นเดียวกันกับโรงแรมกรณีศึกษาแต่ใช้ระบบการผลิตน้ำร้อนจากระบบทำน้ำร้อนชนิดอื่นแล้วต้องการที่จะเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนนั้นมีความคุ้มค่าในการลงทุนในทุกกรณี โดยอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ของการเปลี่ยนระบบผลิตน้ำร้อนจากระบบผลิตน้ำร้อนจากหม้อไอน้ำชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา ระบบขดลวดความร้อน และระบบผลิตน้ำร้อนจาก

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระบบปั๊มความร้อน มีค่าเท่ากับ 18.05% 15.48 % และ 16.74% ตามลำดับ ซึ่งค่าของอัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้มาลงทุนที่ 11.75 % ดังนั้นหากเป็น โรงแรมที่อยู่ระหว่างการตัดสินใจเลือกระบบผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้งานจึงควรเลือกติดตั้งระบบปั๊มความร้อนเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำที่สุด

4.4.7 ระยะเวลาในการคืนทุน (Simple Payback Period : SPP)

ระยะเวลาในการคืนทุน (Simple Payback Period : SPP) คือค่าที่บ่งบอกว่าเมื่อลงทุนแล้วจะคืนทุนภายในระยะเวลาเท่าใด ทั้งนี้สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจลงทุนได้อีกค่าหนึ่ง หากค่า SPP ไม่เกินกว่า 5 ปีหรือมีค่าไม่เกินกว่าครึ่งหนึ่งของอายุการใช้งานสูงสุด จึงจัดว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนที่เหมาะสม



รูปที่ 4.15 ระยะเวลาในการคืนทุนของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ

จากการวิเคราะห์ผลพบว่าระยะเวลาคืนทุนหลังจากที่มีการลงทุนเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนแทนระบบผลิตน้ำร้อนประเภทอื่น ซึ่งได้แก่ระบบผลิตน้ำร้อนจากระบบผลิตน้ำร้อนจากหม้อไอน้ำชนิดเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา ระบบขดลวดความร้อน และระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 10.15 ปี 10.97 ปี และ 10.91 ปี ตามลำดับ แม้ว่าระยะเวลาคืนทุนทุกกรณีนั้นมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของอายุการใช้งานสูงสุดของระบบ แต่ระยะเวลาดังกล่าวก็มีค่าไม่เกินกว่าอายุการใช้งานสูงสุดของระบบทำให้ได้รับผลประโยชน์ จึงถือได้ว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน