

ระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานระหว่างแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือทิ้ง
จากเครื่องปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาล

Hot Water Co-Generation Systems of Solar Hot Water and Waste Heat
From Air Conditioning for Hospitals

เกียรติไกร อายุวัฒน์^{1*} และ บุญมา ป่านประดิษฐ์²

^{1*} ศูนย์วิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม บางเขน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

*ติดต่อ: E-mail: fengkaw@ku.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 0-2942-8555 ต่อ 3002, เบอร์โทรสาร 0-2942-8410

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานจากแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือทิ้งจากระบบทำความเย็นหรือปั๊มความร้อนในโรงพยาบาลของรัฐ จำนวน 2 แห่ง คือ โรงพยาบาลบางปะอิน และโรงพยาบาลสามพราน ผลจากการทดลองพบว่าการติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ขนาดพื้นที่ 30 ตร.ม. สำหรับโรงพยาบาลบางปะอิน และขนาดพื้นที่ 20 ตร.ม. สำหรับโรงพยาบาลสามพราน สามารถทำการผลิตน้ำร้อนใช้งานปริมาณเฉลี่ย 3,855.16 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 56.14°C และปริมาณเฉลี่ย 4,040.05 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 56.34°C ซึ่งได้ผลเกินกว่าความต้องการที่กำหนด โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ท่อน้ำยาแอร์ของคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

คำหลัก: ความร้อนเหลือทิ้ง/แผงรับรังสีอาทิตย์/ระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน

Abstract

This research aims to design and install of hot water co-generation systems from sunlight and waste heat from cooling systems or heat pump. The system has been installed in Bang Pa In hospital and SamPhran hospital. The results show that solar collector area of 30 m^2 and 20 m^2 are installed in Bang Pa In hospital and SamPhran hospital can be produce average amount of hot water to 3,855.16 l/day at average temperature 56.14°C and 4,040.05 l/day at average temperature 56.34°C , which has exceeded the demand. The heat exchanger is installed at the refrigerant pipe of the air conditioning coil.

Keywords: Hot water co-generation system/Solar collector/Waste heat

1. บทนำ

ปัจจุบันการผลิตน้ำร้อนใช้พลังงานจากไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิงสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่น น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นต้น ซึ่งถือว่าการใช้พลังงานอย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนเหลือทิ้ง เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ทดแทนได้ ทำให้ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิงสิ้นเปลือง

การใช้น้ำร้อนในปัจจุบันมีลักษณะและปริมาณใช้งานแตกต่างกันไปตามประเภทกิจกรรมต่างๆ เช่น โรงพยาบาลจะมีความต้องการใช้น้ำร้อนในปริมาณที่ค่อนข้างสูง การผลิตน้ำร้อน ส่วนใหญ่นิยมใช้ไฟฟ้า เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งาน ในกรณีที่โรงพยาบาลขนาดใหญ่อาจใช้หม้อต้ม ที่ใช้น้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สำหรับการผลิตน้ำร้อนใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลว นั้นมีใช้งานอยู่บ้าง ทั้งนี้การผลิตน้ำร้อนโดยวิธีดังกล่าวยังคงต้องใช้เชื้อเพลิงพลังงาน โดยทั่วไปโรงพยาบาลและสถานที่ราชการหลายแห่งมีอาคารซึ่งมีพื้นที่มากพอที่จะใช้ติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์และมีการใช้งานระบบทำความเย็นมาก เช่น เครื่องปรับอากาศซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบลักษณะอาคาร ชนิดของระบบ การใช้งานและเงื่อนไขต่างๆ ของแต่ละสถานที่ ถึงแม้ในบางกรณีการใช้ระบบผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์และการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งหรือป้อน ความร้อนอาจไม่เพียงพอหรือครอบคลุมทั้งปริมาณและอุณหภูมิที่ต้องการใช้งานทั้งหมด แต่การนำแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือทิ้งหรือป้อนความร้อนมาใช้ผสมผสานกับการผลิตน้ำร้อนจากเชื้อเพลิงพลังงานก็สามารถลดภาระต่างๆ ในด้านค่าใช้จ่ายพลังงานเชื้อเพลิงลงได้บางส่วน และประการสำคัญก็คือ เป็นการนำพลังงานความร้อนจากธรรมชาติและพลังงานจากความร้อนเหลือทิ้งหรือป้อนความร้อนมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนา ระบบผลิตน้ำร้อนผสมผสานจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากระบบทำความเย็นหรือป้อน ความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในโรงพยาบาล หรือสถานสาธารณประโยชน์ของรัฐ เพื่อทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานเชิงพาณิชย์อื่นๆ

2. วัตถุประสงค์

ศึกษา สำนักรายละเอียดออกแบบและจัดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนผสมผสานจากแสงอาทิตย์ และความร้อนเหลือทิ้งจากระบบทำความเย็นหรือป้อนความร้อนในโรงพยาบาลของรัฐจำนวน 2 แห่ง

3. วิธีการดำเนินการ

3.1 สำนักรายละเอียดพื้นที่เป้าหมาย เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมและประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐกิจ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเทคนิคคือ
(1) มีพื้นที่ว่างเปล่าไม่ได้ใช้ประโยชน์ ซึ่งต้องเป็นพื้นที่ต่อเนื่องและมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 50 ตารางเมตร (2) มีปริมาณความร้อนทิ้งมากกว่า 200 kWh (3) มีศักยภาพความต้องการใช้น้ำร้อนมากกว่าวันละ 2,000 ลิตรต่อวัน (4) มีบุคลากรดูแลบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำร้อน ซึ่งมีเงื่อนไขในการผ่านเกณฑ์คือโรงพยาบาลจะต้องได้รับคะแนนคิดเป็นร้อยละ 90 ขึ้นไป จึงจะนำไปพิจารณาในการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคต่อไป

3.1.2 การประเมินความเหมาะสมเชิงเทคนิคคือ
(1) สภาพพื้นที่ในการติดตั้งแผงและถังน้ำร้อน ซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง แนวทิศทางต้องตั้งในแนวเหนือใต้ เป็นพื้นเทคอนกรีตเสริมเหล็กมีคานรองรับ และเป็นที่โล่งแจ้ง ไม่มีเงาในช่วงเวลา 09.00-16.00 น. ทุกฤดูกาล (2) แหล่งความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศ (3) การผลิตและใช้น้ำร้อน (4) คุณภาพน้ำที่ใช้ (5) ความสะดวกในการติดตั้งระบบ (6) การบำรุงรักษา (7) ระบบการจ่ายน้ำใช้งานใน

สถานประกอบการ (8) ความเหมาะสมในการติดตั้งระบบฯ (9) ความพร้อมของผู้ประกอบการ และ (10) ประเมินสภาพของโรงพยาบาล ได้แก่ สภาพภายนอกคือบริเวณอาคารทั่วไปนอกอาคาร สภาพบริเวณห้องคนไข้ห้องรอสภาพห้องพัก สภาพบริเวณตลาดฟ้า หลังคา และสภาพห้องเครื่อง ห้องช่าง ฝ่ายซ่อมบำรุง ซึ่งมีเงื่อนไขในการผ่านเกณฑ์คือโรงพยาบาลที่ได้รับคะแนนสูงสุดเรียงอันดับลงมา สมควรได้รับการพิจารณา ก่อน หากผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความเหมาะสมและประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐกิจ

3.1.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมและประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐกิจคือ (1) วิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ค่า NPV > 0 ค่า B/C > 1 และ EIRR > 9% (2) การวิเคราะห์ทางการเงิน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน < 7 ปี FIRR > 9% (3) ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ลบ.ม.)

จากนั้นคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับติดตั้งระบบฯ จำนวน 2 แห่ง

3.2 ออกแบบระบบฯ โดยข้อมูลที่ใช้การออกแบบประกอบด้วย (1) ความต้องการน้ำร้อน (2) แหล่งความร้อนทั้ง (3) สถานที่ติดตั้งระบบฯ (4) การคำนวณความสามารถในการผลิตน้ำร้อน แบ่งเป็นการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ทฤษฎี F.Krcith and I.F Krcided ข้อมูลประกอบการคำนวณคือค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ใช้ข้อมูลผลการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และ มหาวิทยาลัยศิลปากร (พ.ศ.2542) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของรังสีต่อปีของประเทศเท่ากับ $18.2 \text{ MJ/m}^2 \text{ day}$ และข้อมูลของการคำนวณพลังงานจากแสงอาทิตย์มีดังนี้

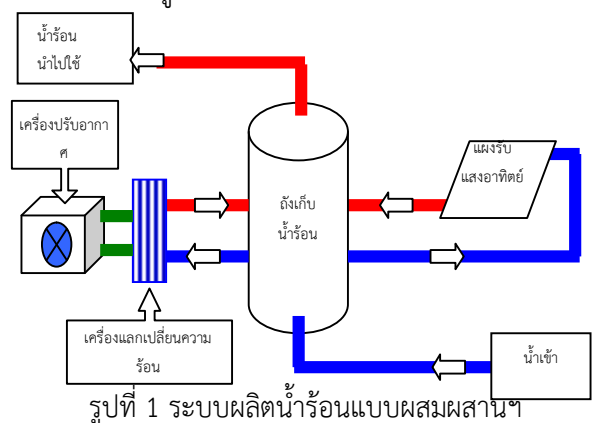
- เส้นรุ้งประเทศไทย (ϕ)	15°
- มุมอะซิมุท (α)	0°
- ค่าเฉลี่ยชั่วโมงการฉายแสงอาทิตย์ที่เป็นประโยชน์ตลอด ปี ;	7.3 ชม.
- ค่าอุณหภูมิอากาศ (t_a) ;	30°C
- ค่ามูเมียง	
- แผลงรับแสงอาทิตย์ (γ) ;	15°C

- ปริมาณน้ำร้อนที่ต้องการ	
ณ อุณหภูมิ 60°C ;	1000 ลิตร/วัน
- ค่า Glass fouling factor (η_D) ;	0.05
- ค่าอุณหภูมิน้ำเข้า	
แผ่รับแสงอาทิตย์ (t_s) ;	25°C
- ค่าอุณหภูมิน้ำออก	
จากแผ่รับแสงอาทิตย์ (t_{end}) ;	60°C

การผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศใช้ทฤษฎีการคำนวณจาก Fundamental of Heat and Mass Transfer ข้อมูลทางเทคนิคระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/hr. ที่เลือกใช้ในการติดตั้งระบบคือ

- สารทำความเย็น	R - 22
- ความดันขณะทำงานด้านสูง (Hi - side)	1.729 MPa
- ความดันขณะทำงานด้านต่ำ	0.62256 MPa
- อุณหภูมิสารทำความเย็นขณะทำงาน	7°C

ทั้งนี้ในการออกแบบมีเงื่อนไข (1) เป็นการใช้งานร่วมระหว่างระบบผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ และความร้อนเหลือทิ้งจากระบบทำความเย็นหรือปั๊มความร้อนเป็นพลังงานเสริม โดยระบบผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ต้องมีขนาดพื้นที่ผิวรับแสงรวมกันไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร (2) ถังเก็บน้ำร้อนชนิดถังความดันมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2,000 ลิตร (3) ขนาดกำลังการผลิตน้ำร้อนของระบบผสมผสานฯ สามารถให้น้ำร้อนที่อุณหภูมิเฉลี่ย 55 องศาเซลเซียส ได้น้อยกว่า 2,000 ลิตร หลักการทำงานของระบบฯ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานฯ

3.3 ติดตั้งระบบฯ ในสถานที่ที่คัดเลือกไว้แล้ว และบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือน

4. ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่

ผลการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1 ผลการพิจารณาการผ่านเงื่อนไขตามหลักเกณฑ์ 1

ลำดับที่	ชื่อโรงพยาบาล	คะแนนคิดเป็นร้อยละ
1	พาน จ.เชียงราย	94.44
2	แม่จัน จ.เชียงราย	97.22
3	แม่สาย จ.เชียงราย	97.22
4	เทิง จ.เชียงราย	94.44
5	ฝาง จ.เชียงใหม่	93.33
6	สตึก จ.บุรีรัมย์	94.44
7	บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา	94.44
8	ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี	94.44
9	บางเลน จ.นครปฐม	95.00
10	สามพราน จ.นครปฐม	97.22

ตารางที่ 2 ผลการพิจารณาการผ่านเงื่อนไขตามหลักเกณฑ์ 2

ลำดับที่	ชื่อโรงพยาบาล	คะแนนคิดเป็นร้อยละ
1	พาน จ.เชียงราย	68
2	แม่จัน จ.เชียงราย	71
3	แม่สาย จ.เชียงราย	78
4	เทิง จ.เชียงราย	72
5	ฝาง จ.เชียงใหม่	70
6	สตึก จ.บุรีรัมย์	64
7	บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา	71
8	ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี	77
9	บางเลน จ.นครปฐม	63
10	สามพราน จ.นครปฐม	68

ตารางที่ 3 ผลการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ 3

ชื่อโรงพยาบาล	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์			การวิเคราะห์ทางการเงิน		ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ลบ.ม.)
	NPV (บาท)	B/C	EIRR (%)	ระยะเวลาคืนทุน	FIRR (%)	
พาน	2,228,879	3.53	51.23	2 ปี 10 เดือน	55.83	0.41
แม่จัน	1,523,353	2.75	39.72	3 ปี 4 เดือน	42.80	0.42
แม่สาย	1,957,239	3.23	45.60	2 ปี 11 เดือน	51.97	0.43
เทิง	1,052,329	2.39	35.04	3 ปี 9 เดือน	36.09	0.43
ฝาง	1,696,365	2.47	36.05	3 ปี 8 เดือน	37.37	0.42
สตึก	766,201	2.15	31.67	4 ปี 1 เดือน	31.67	0.48
บางปะอิน	1,476,432	2.60	38.77	3 ปี 7 เดือน	38.76	0.40
ศรีประจันต์	1,251,119	2.62	38.85	3 ปี 7 เดือน	39.28	0.41
บางเลน	795,242	2.36	34.96	3 ปี 10 เดือน	34.96	0.44
สามพราน	1,190,522	3.48	52.33	2 ปี 11 เดือน	52.31	0.30

ตารางที่ 4 สรุปผลการจัดอันดับคะแนนแสดงในแต่ละหลักเกณฑ์

ชื่อโรงพยาบาล	อันดับที่		
	เกณฑ์ 1	เกณฑ์ 2	เกณฑ์ 3
พาน	5	8	3
แม่จัน	3	4	5
แม่สาย	2	1	7
เทิง	6	3	8
ฝาง	10	6	6
สตึก	7	9	10
บางปะอิน	8	4	2
ศรีประจันต์	9	2	4
บางเลน	4	10	9
สามพราน	1	7	1

จากตารางพบว่า โรงพยาบาลที่ผ่านเงื่อนไขของเกณฑ์การพิจารณาทั้ง 3 ข้อ มี 10 โรงพยาบาล เนื่องจากที่ รพ.แม่สาย รพ.เทิง รพ.แม่จัน และ รพ.ฝาง ตามรายละเอียดในตารางที่ 2 ทั้ง 4 แห่ง อยู่ในบริเวณภาคเหนือซึ่งมีโครงการต้นแบบอยู่ที่โรงแรมดุสิตโฮส

แลนดรีสอร์ท และโรงพยาบาลแม่สาย จึงพิจารณาในลำดับถัดมา ได้แก่ รพ.ศรีประจันต์ รพ.บางปะอิน และ รพ.สามพราน แต่เมื่อพิจารณาตามรายละเอียดในตารางที่ 3 รพ.ศรีประจันต์มีต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตน้ำร้อนมากกว่า รพ.บางปะอิน และ รพ.สามพราน ดังนั้นจึงพิจารณาเลือก รพ.บางปะอิน และ รพ.สามพราน เป็นสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับดำเนินการออกแบบและติดตั้งสาธิตระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน

4.2 ผลการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการการสำรวจข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบระบบแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการสำรวจข้อมูลของของโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่ง

รายการ	รพ.บางปะอิน	รพ.สามพราน
ความต้องการน้ำร้อน	¹ 2,945 ลิตร/วัน	² 2,700 ลิตร/วัน
แหล่งความร้อนทิ้ง-เครื่องปรับอากาศ	18,000 Btu/h 4 เครื่อง	18,000 Btu/h 5 เครื่อง
สถานที่ติดตั้งระบบ	หลังคาอาคารผู้ป่วยในชาย	หลังคาอาคารผู้ป่วยใน
ความสามารถผลิตน้ำร้อน		
- พลังงานแสงอาทิตย์	- แผงรับแสงพื้นที่ 1 ตร.ม. ผลิตน้ำร้อนที่ 60°C ได้ 70 ลิตร/วัน	- แผงรับแสงพื้นที่ 1 ตร.ม. ผลิตน้ำร้อนที่ 60°C ได้ 70 ลิตร/วัน
- ความร้อนเหลือทิ้ง	- ผลิตน้ำร้อนที่ 60°C ได้ ไม่น้อยกว่าวันละ 1,440 ลิตร ที่การทำงานของเครื่องปรับอากาศประมาณ 12 ชม./วัน	- ผลิตน้ำร้อนที่ 60°C ได้ ไม่น้อยกว่าวันละ 2,700 ลิตร ที่การทำงานของเครื่องปรับอากาศประมาณ 18 ชม./วัน

¹คิดเฉพาะอาคารผู้ป่วยในชายและหญิง โรงนึ่งเครื่องมือแพทย์และโรงซักล้าง

²คิดเฉพาะอาคารผู้ป่วยใน โรงนึ่ง และซักล้างเท่านั้น

จากข้อมูลประกอบการออกแบบที่กล่าวข้างต้นสามารถกำหนดขนาดของระบบการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโรงพยาบาลบางปะอินได้ดังนี้

1. แผงรับแสงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ราบสุทธิ 30 ตร.ม. สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้วันละประมาณ 2,100 ลิตร ที่ช่วงความเข้มรังสีรวมระหว่าง 10-18 MJ/m²-day
2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h จำนวน 4 ชุด สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้วันละไม่น้อยกว่า 1,440 ลิตร ที่การทำงานของเครื่องปรับอากาศ 12 ชม./วัน
3. ถังเก็บน้ำร้อนขนาดบรรจุ 3,000 ลิตร 1 ถัง
4. ระบบท่อส่งจ่ายน้ำร้อนภายในอาคารผู้ป่วยในชายและหญิง โรงนึ่งเครื่องมือแพทย์และโรงซักล้าง

การกำหนดขนาดของระบบการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโรงพยาบาลสามพรานได้ดังนี้

1. แผงรับแสงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ราบสุทธิ 20 ตร.ม. สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้วันละประมาณ 1,400 ลิตร ที่ช่วงความเข้มรังสีรวมระหว่าง 10-18 MJ/m²-day
2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h จำนวน 5 ชุด สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้วันละไม่น้อยกว่า 2,700 ลิตร ที่การทำงานของเครื่องปรับอากาศ 18 ชม./วัน
3. ถังเก็บน้ำร้อนขนาดบรรจุ 2,500 ลิตร 1 ถัง
4. ระบบท่อส่งจ่ายน้ำร้อนภายในอาคารผู้ป่วยในชาย โรงนึ่งเครื่องมือแพทย์และโรงซักล้าง

4.3 ผลการเดินระบบผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์

หลังจากดำเนินการติดตั้งระบบฯแล้ว ได้ดำเนินการเก็บผลการทดลองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 6 เดือน ในช่วงเดือนมกราคม 2552- มิถุนายน 2552 ซึ่งผลที่ได้จากทั้ง 2 โรงพยาบาล แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทำงานของระบบฯ ของโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่ง

ที่	รายการ	หน่วย	รพ.บางปะอิน	รพ.สามพราน
1	พื้นที่แผงรับแสง	ตร.ม.	30	20
2	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 Btu	เครื่อง	4	5
3	ปริมาณน้ำร้อนเฉลี่ย ที่ผลิตได้	ลิตร/วัน	3,855.16	4,040.05
4	อุณหภูมิเฉลี่ยของ น้ำร้อนใช้งาน	องศาเซลเซียส	56.14	56.34

จากตาราง พบว่าการติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ ขนาด พื้นที่ 30 ตร.ม. สำหรับโรงพยาบาลบางปะอิน และขนาด พื้นที่ 20 ตร.ม. สำหรับโรงพยาบาลสามพราน รวมทั้งการ ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ท่อน้ำยาแอร์ของ คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศจำนวน 4 เครื่อง สำหรับ โรงพยาบาลบางปะอิน และ 5 เครื่องสำหรับโรงพยาบาล สามพราน สามารถผลิตน้ำร้อนใช้งานปริมาณเฉลี่ย 3,855.16 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 56.14 องศาเซลเซียส และปริมาณเฉลี่ย 4,040.05 ลิตร/วัน ที่ อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 56.34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าได้ผลเกินคาดกว่าความต้องการที่กำหนด

4.4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

ดำเนินการวิเคราะห์ความเหมาะสมภายใต้ข้อสมมุติ ดังนี้

- ระยะเวลาการวิเคราะห์เท่ากับ ระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี บวกกับ อายุการใช้งานของระบบ 15 ปี ซึ่งเท่ากับ 16 ปี
- อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 12
- สำหรับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมในกรณีทางเศรษฐศาสตร์ถือว่าเป็นการสูญเสีย ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วย

ผลจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดความเหมาะสมโดยใช้ข้อกำหนดดังกล่าว พบว่า ทั้งโรงพยาบาลบางปะอิน และ โรงพยาบาลสามพราน มีความเหมาะสมด้าน เศรษฐศาสตร์ โดยให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ณ อัตราคิดลด ร้อยละ 12 เท่ากับ 189,539 บาท และ 409,169 บาท

อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับ ต้นทุน 1.24 และ 1.75 ส่วนอัตราผลตอบแทนทาง เศรษฐกิจ เท่ากับ 16.55 และ 25.15 ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ แล้วพบว่า โครงการไม่มีความอ่อนไหวกับการ เปลี่ยนแปลงในทุกกรณีการ

5. สรุปผลการทดลอง

สถานที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งระบบผลิตน้ำ ร้อนแบบผสมผสานคือ โรงพยาบาลบางปะอิน และ โรงพยาบาลสามพราน เนื่องจากมีต้นทุนเฉลี่ยในการผลิต น้ำร้อนน้อยที่สุด อยู่ประมาณ 0.40 บาท/ลบ.ม. และ 0.30 บาท/ลบ.ม. ตามลำดับ สำหรับโรงพยาบาลบางปะ อิน มีการออกแบบและติดตั้งระบบฯ โดยมีพื้นที่แผงรับ รังสีอาทิตย์ขนาด 30 ตร.ม. สามารถทำการผลิตน้ำร้อนใช้ งานปริมาณเฉลี่ย 3,855.16 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิน้ำร้อน เฉลี่ย 56.14 องศาเซลเซียส สำหรับโรงพยาบาลสาม พราน มีการออกแบบและติดตั้งระบบฯ ซึ่งมีพื้นที่แผงรับ แสงอาทิตย์ขนาด 20 ตร.ม. สามารถผลิตน้ำร้อนใช้งาน ปริมาณเฉลี่ย 4,040.05 ลิตร/วัน ที่อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 56.34 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้โครงการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนด้วย ระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือ ทิ้งของโรงพยาบาลทั้ง 2 มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ความเป็นไปได้ในการส่งเสริม กล่าวได้ว่า ผลตอบแทนที่เป็นเม็ดเงินก็คุ้มค่าต่อการลงทุน หรือมีความน่าสนใจในเชิงธุรกิจ ที่ผู้ลงทุนสามารถจะ นำไปดำเนินการเอง โดยไม่ต้องรอรับการสนับสนุนจาก ภาครัฐเลยก็ได้ อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตอยู่ว่า ถ้าเอกชน ลงทุนในระบบการทำน้ำร้อนโดยระบบอื่นๆ เช่น ใช้คอยล์ ร้อนจะมีความคุ้มค่ามากกว่ากรณีระบบผสมผสาน พลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือทิ้ง แต่ถ้า พิจารณาในมุมกลับของผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนเหลือ ทิ้งจะมีผลตอบแทนดีกว่าระบบคอยล์ร้อน ทั้งนี้เนื่องจาก

การใช้ระบบคอยล์ร้อนก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกกับสิ่งแวดล้อม ในแง่มลพิษเพราะการใช้คอยล์ร้อนจำเป็นต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการผลิตพลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

6. กิตติกรรมประกาศ

ในนามของคณะที่ปรึกษาของโครงการคือ ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม บางเขน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบพระคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ได้มอบหมายให้ทางคณะที่ปรึกษาได้ดำเนินงานโครงการพัฒนาระบบผลิตน้ำร้อนผสมผสานสำหรับโรงพยาบาลของรัฐ ได้แก่ โรงพยาบาลสามพราน และโรงพยาบาลบางปะอิน ซึ่งได้ให้ความร่วมมือในการเป็นสถานที่ติดตั้งและทดสอบระบบต้นแบบของโครงการ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกียรติไกร อายุวัฒน์ , บุญมา ปานประดิษฐ์ , ชาติชาย ยมะคุปต์ , วิชัย ศิวะโกศิษฐ์ และไชยยศ สิริเพาประดิษฐ์ (2549). รายงานฉบับสุดท้าย , โครงการพัฒนาระบบผลิตน้ำร้อนผสมผสานสำหรับโรงพยาบาลหรือสถาน สาธารณประโยชน์ของรัฐ (ระยะที่ 1) , กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2545
- [2] กระทรวงอุตสาหกรรม (2549). โครงการวิจัยและพัฒนาเชิงนโยบายเพื่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรมของเซลล์แสงอาทิตย์
- [3] Paul D. Maycock, PV Energy Systems, Inc (2002). *Photovoltaic Technology Performance and Cost 1995-2010*.
- [4] Arnulf Jäger-Waldau Status (2002). *Status of PV Research, Solar Cell Production and Market Implementation*, European Commission Joint Research Center.