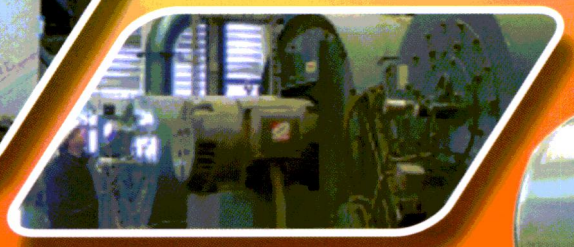
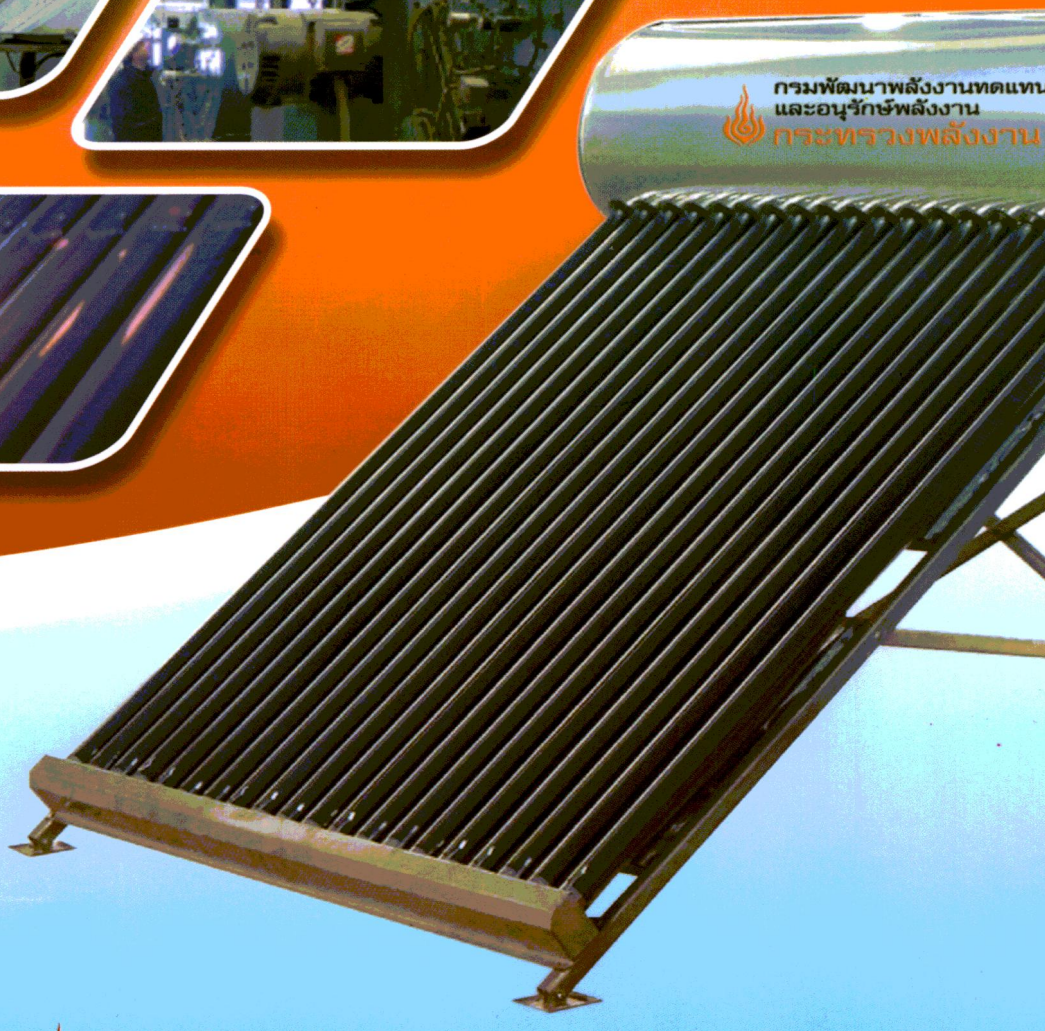
พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อน

(ระบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง)





กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

บทนำ

มนุษย์รู้จักนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรงมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่นใช้ในการตากผ้า ตากผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมทำนาเกลือ เป็นต้น ในสมัยปัจจุบันได้มีการนำความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยใช้เทคโนโลยีและออกแบบเครื่องมือในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด สำหรับประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 500,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตใกล้เคียงเส้นศูนย์สูตรหรืออยู่ในแถบร้อนมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันค่อนข้างสูงประมาณ 5.05 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังนั้นหากสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนประเทศไทยเพียงร้อยละ 1 ของพื้นที่ทั้งหมดต่อปี จะได้พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 700 ล้านตันต่อปี

การค้นคว้าเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปจากโลกจึงมีความจำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาโดยการประดิษฐ์เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หรือเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานให้ได้ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปแบบความร้อน

การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรง โดยใช้อุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนามาอย่างมีประสิทธิภาพ และปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการใช้งานในต่างประเทศ ทั้งในประเทศแถบยุโรป ออสเตรเลีย และประเทศจีน สำหรับในประเทศไทยยังมีการใช้งานในระดับที่ไม่สูงนัก ด้วยเหตุผลจากเรื่องราคาลงทุนเบื้องต้นสูง ขาดความเชื่อมั่นในเทคโนโลยี รวมถึงภาพลักษณ์ไม่ดีจากการใช้งานในอดีตที่ผ่านมา เป็นต้น แต่ด้วยเทคโนโลยีการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งในปัจจุบันที่ได้รับการพัฒนามาอย่างมีประสิทธิภาพในระดับค่อนข้างสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน จึงถึงเวลาที่สามารถนำมาใช้งานได้แล้ว

หนังสือฉบับนี้จะสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง อันเป็นประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไป

สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

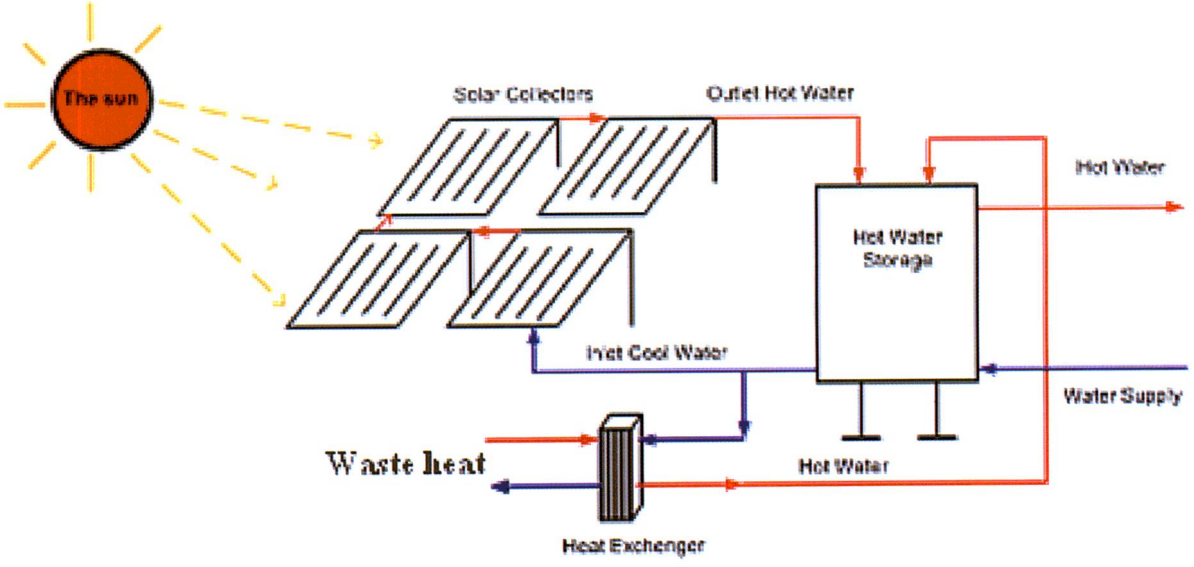
สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
1. ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง	3
2. เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	5
2.1 แผ่นรับแสงแบบรวมแสง	5
2.2 แผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบ	5
2.3 แผ่นรับแสงแบบหลอดแก้วสุญญากาศ	6
3. การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่	6
3.1 การผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศและตู้แช่เย็น	6
3.2 การผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของหม้อไอน้ำ	9
4. ความเหมาะสมด้านเทคนิคของเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน	10
4.1 เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนที่มีแผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบชนิดมีแผ่นปิดใส	10
4.2 เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศ	10
4.3 ความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งในการผลิตน้ำร้อน	11
5. โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อนที่ พพ. ดำเนินการ	11

1. ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง

สถานประกอบการมีความต้องการพลังงานในการผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตหรือบริการน้ำร้อนที่สถานประกอบการใช้ โดยทั่วไปสามารถผลิตได้จากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งความร้อนหรือผลิตความร้อนจากพลังงานไฟฟ้าโดยตรง แต่ด้วยปัญหาราคาต้นทุนพลังงานในปัจจุบันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและใช้พลังงานเป็นแรงผลักดันให้เกิดแนวคิดในการนำพลังงานทดแทนมาใช้เพื่อการผลิตความร้อน ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ฟรี สะอาด และใช้แล้วไม่มีวันหมดไป แม้ว่าการใช้เทคโนโลยีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ยังต้องมีการลงทุนที่สูง แต่ด้วยต้นทุนพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นศูนย์ทำให้ไม่มีความแปรปรวนด้านต้นทุนเชื้อเพลิง เพราะแม้จะมีการใช้มากขึ้นราคาแสงอาทิตย์ก็จะไม่สูงขึ้นตาม ซึ่งต่างกับกรณีต้นทุนเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือ ชีวมวล และทำให้เป็นข้อได้เปรียบของพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้พลังงานแสงอาทิตย์จึงมีความน่าสนใจที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งความร้อนแทนเชื้อเพลิงที่ใช้อยู่เดิม

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนได้โดยใช้ ตัวรับรังสีอาทิตย์ (Solar Collector) ซึ่งตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency) อยู่ระหว่าง 40-60 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีอุปสรรคในส่วนของเงินทุนด้านเทคโนโลยี และอุปกรณ์ที่ยังมีราคาสูง และมีจำนวนชั่วโมงการทำงานที่สั้นกว่าพลังงานชนิดอื่น ๆ ส่งผลให้การคืนทุนช้ากว่าการใช้เทคโนโลยีชนิดอื่น ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยทำให้เอาชนะอุปสรรคนี้ได้คือ การหาแหล่งพลังงานอื่นมาช่วยในการผลิตน้ำร้อน เนื่องจากในสถานประกอบการแต่ละแห่งมีแหล่งพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจมาจากการทำงานของชุดระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ และตู้แช่ รวมถึงความร้อนจากปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำ (Boiler) ดังนั้นหากสามารถนำแหล่งพลังงานเหล่านี้มาใช้ในการผลิตน้ำร้อนร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ก็จะทำให้ระยะเวลาคืนทุนของระบบสั้นลงและเหมาะสมคุ้มค่ากับการลงทุน นอกจากนี้การใช้ระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนเหลือทิ้งยังช่วยเสริมภาพลักษณ์ของโรงแรมในด้านการส่งเสริมการใช้พลังงานที่สะอาด ช่วยลดมลภาวะ และยังเป็นการสนับสนุนนโยบายและแผนการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนของภาครัฐอีกทางหนึ่ง



รูปที่ 1.1 ระบบผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนเหลือทิ้ง

2. เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบันมีการผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อน 3 แบบดังนี้

2.1 แผ่นรับแสงแบบรวมแสง (Focusing Solar Collector)

เป็นแบบที่สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงซึ่งจำแนกได้ตามชนิดของการรวมแสงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1) การรวมแสงเป็นจุด (Point-Focus Solar Collector) ได้แก่ระบบรวมแสงเข้าหอรับแสง (Central Receivers Tower) และจานรวมแสงเป็นจุด (Parabolic Dishes)

2) การรวมแสงเป็นเส้น (Line-Focus Solar Collector) ได้แก่ เลนซ์สะท้อนรวมแสง (Fresnel Reflector) และจานรวมแสงเป็นเส้น (Parabolic Troughs)

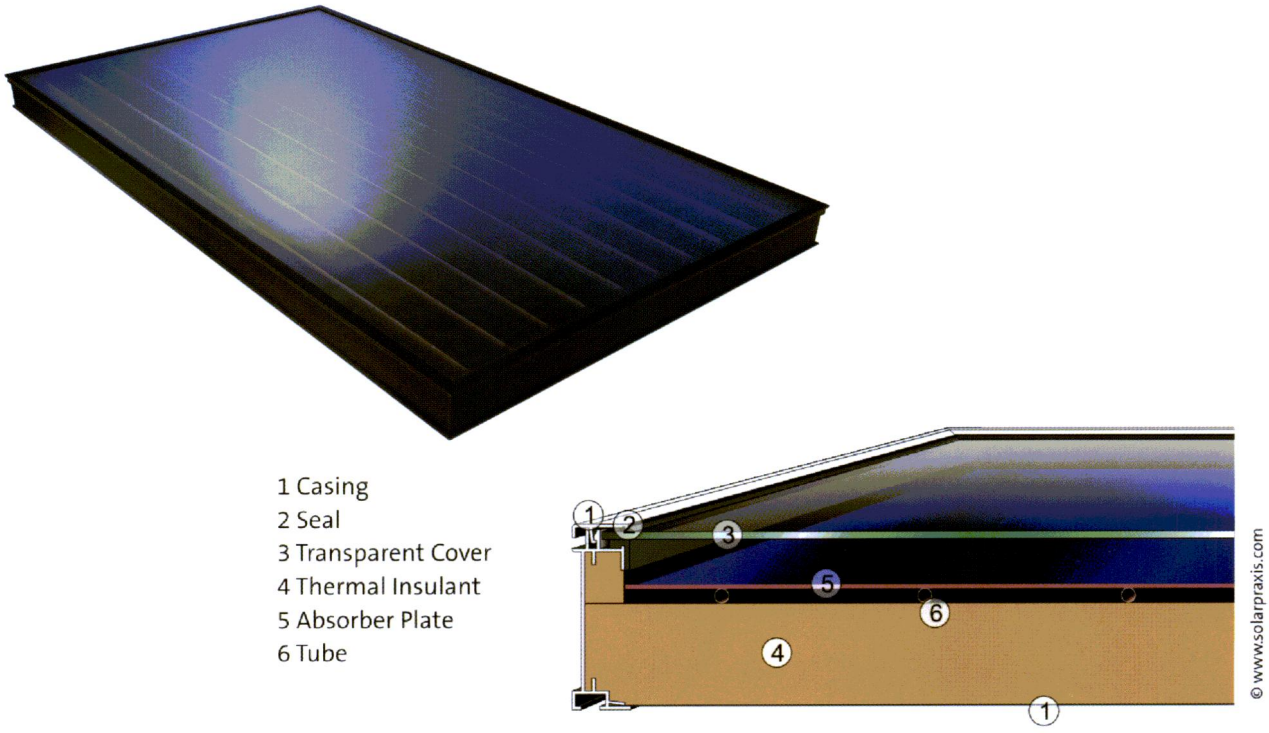
เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนโดยใช้แผ่นรับแสงดังกล่าวข้างต้นนี้ จะมีการทำงานของอุปกรณ์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ซึ่งจะมีผลทำให้แผ่นรับแสงสามารถรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ตลอดเวลาช่วงกลางวันทำให้มีอุณหภูมิสูงมาก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับอุณหภูมิที่ทำได้ของแผ่นรับแสงแบบรวมแสง

แบบแผ่นรับแสง	ระดับอุณหภูมิสูงสุดโดยประมาณ (องศาเซลเซียส)
1. หอรับแสง (Central Receiver Tower)	1,000
2. จานรวมแสงเป็นจุด (Parabolic Dish)	1,500
3. เลนซ์สะท้อนรวมแสง (Fresnel Reflector)	250
4. จานรวมแสงเป็นเส้น (Parabolic Troughs)	300

2.2 แผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Solar Collector)

เป็นแบบที่สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำ แผ่นรับแสงแบบนี้จะไม่มีอุปกรณ์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ (Non-Tracking Solar Collector) ได้แก่ แผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบชนิดมีแผ่นปิดใส (Single Glazed) และแผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบชนิดไม่มีแผ่นปิด (Un Glazed) เป็นต้น แผ่นรับแสงแบบนี้จะสามารถรับแสงอาทิตย์เป็นความต้องการอุณหภูมิต่ำดังแสดงในตารางที่ 2.2



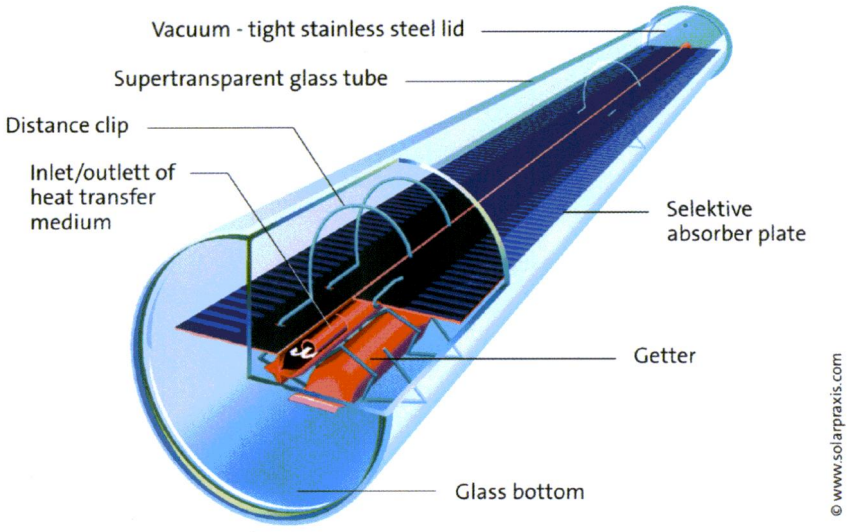
รูปที่ 2.1 แผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบ (Flat Plate Solar Collector)

ตารางที่ 2.2 ระดับอุณหภูมิที่ทำได้ของแผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบและสระแสงอาทิตย์

แบบแผ่นรับแสง	ระดับอุณหภูมิสูงสุดโดยประมาณ (องศาเซลเซียส)
1. แผ่นเรียบชนิดมีแผ่นปิดใส (Single Glazed)	40 - 90
2. แผ่นเรียบชนิดไม่มีแผ่นปิด (Un Glazed)	< 40
3. สระแสงอาทิตย์ชนิดตื้น (Shallow Solar Pond)	40 - 60
4. สระแสงอาทิตย์ชนิดลึก (Deep or Salt Gradient Solar Pond)	40 - 90
5. ท่อน้ำสุญญากาศ (Evacuated Tubular Collector)	100 - 200

2.3 แผ่นรับแสงแบบหลอดแก้วสุญญากาศ (Evacuated Tube Solar Collector)

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนอีกรูปแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นหลอดแก้วสองชั้น ระหว่างชั้นเป็นสุญญากาศ ภายในเคลือบด้วยสารดูดกลืนรังสี มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการน้ำร้อนอุณหภูมิสูง



รูปที่ 2.2 แผ่นรับแสงแบบหลอดแก้วสุญญากาศ

3. การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่

ในกิจการของโรงงาน โรงพยาบาล และโรงแรมทั่วไปจะมีความร้อนเหลือทิ้งจากหม้อต้ม เครื่องปรับอากาศ หม้อไอน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น ในการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำมาประยุกต์ สำหรับการผลิตน้ำร้อนได้ ซึ่งเครื่องมือและอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีแหล่งความร้อนเหลือทิ้งและวิธีการนำมาใช้งานแตกต่างกันออกไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1) การผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศและตู้แช่เย็น

3.1.1) แหล่งความร้อนทิ้ง

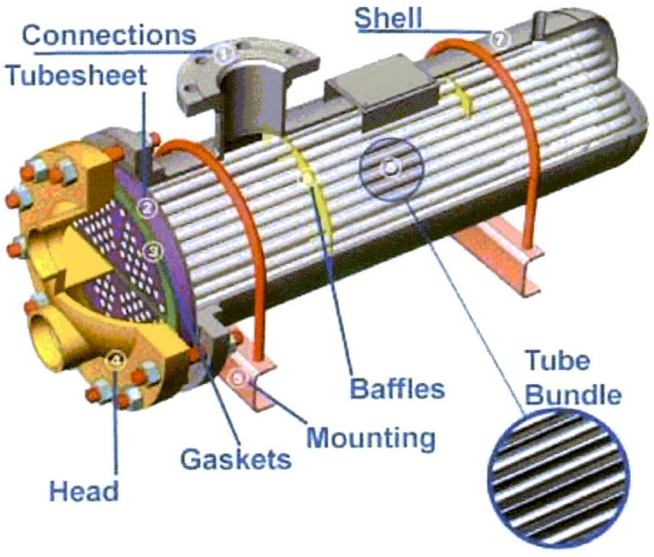
เครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็นที่สามารถนำความร้อนทิ้งมาใช้ผลิตน้ำร้อน ควรเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศแบบวัฏจักรอัดไอ ที่มีชุดคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์อัดไอสารทำความเย็น โดยสารทำความเย็นจะนำความร้อนที่ได้จากวัฏจักรทำความเย็นออกจากห้องที่ต้องการทำความเย็นไประบายทิ้งที่ชุดควบแน่น เพื่อสารทำความเย็นควบแน่นเป็นของเหลวไปตามวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอความร้อนที่ระบายทิ้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งความร้อนผลิตน้ำร้อนได้ โดยสารทำความเย็นที่ไหลออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีอุณหภูมิระหว่าง 70-80 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งสูงพอที่จะผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง 60 องศาเซลเซียสได้ โดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

3.1.2) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับเครื่องปรับอากาศหรือตู้แช่เย็น

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อทำน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศหรือตู้แช่เย็นมีอยู่ 3 แบบดังนี้

1) Tube Heat Exchanger

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้จะมีลักษณะเป็นขดท่อ วัสดุที่ใช้จะเป็นสแตนเลส 316 L หรือทองแดง ใช้ได้ดีกับของเหลวที่มีความหนืดสูง ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก ดังนั้นการขยายพื้นที่จึงต้องเปลี่ยนชุดใหม่



รูปที่ 3.1 รูปร่างลักษณะของ Tube Heat Exchanger

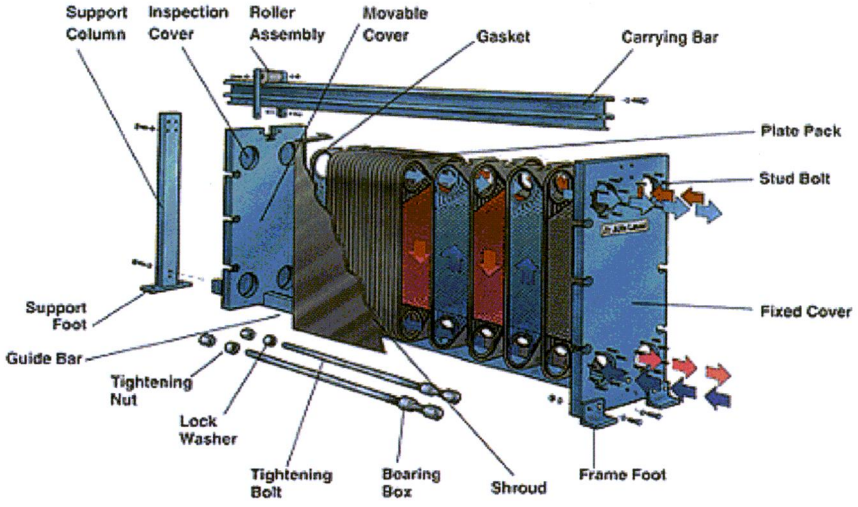
2) Shell-and-Tube Heat Exchanger

วัสดุทำด้วยสแตนเลส 316L หรือทองแดง มีอุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 200 องศาเซลเซียส หรือ 700 องศาเซลเซียส ความดันใช้งานประมาณ 350 Bar สามารถใช้งานได้ดีกับของไหลทุกชนิด แต่การบำรุงรักษาค่อนข้างยุ่งยาก การขยายพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งชุด

รูปที่ 3.2 รูปร่างลักษณะของ Shell-and-Tube Heat Exchanger

3) Plate Heat Exchanger

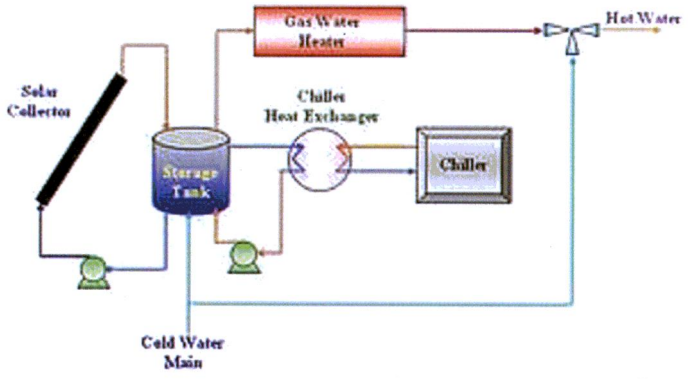
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้ทำด้วยสแตนเลส 316L เคลือบไททาเนียม วัสดุกั้นของไหลทั้งสองจะทำด้วยทองแดง สามารถใช้งานได้ดีในช่วง -200 องศาเซลเซียส ถึง 980 องศาเซลเซียส ใช้ได้กับของไหลทุกชนิดมีค่าประสิทธิผลในการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงมีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา ง่ายต่อการบำรุงรักษาสามารถขยายพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนได้ง่าย



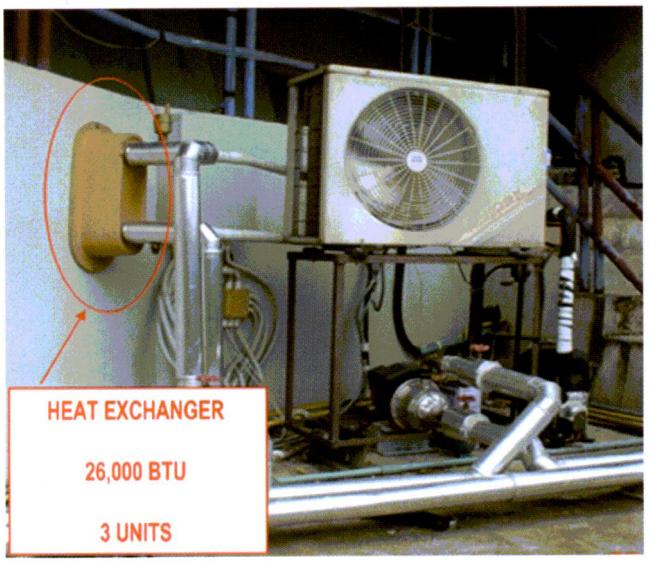
รูปที่ 3.3 รูปร่างลักษณะของ Plate Heat Exchanger

หลักการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศหรือตู้แช่เย็น จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.4 ในการนำความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศหรือตู้แช่นั้น จะทำการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหลังคอมเพรสเซอร์ ซึ่งเป็นด้านที่สารทำความเย็นไหลออก และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำเมื่อไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบและประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในการนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศและตู้แช่เย็นกลับมาใช้จะได้น้ำร้อนโดยสิ้นเปลืองพลังงานเพียงเล็กน้อยสำหรับเดินปั๊ม ในขณะเดียวกันการระบายความร้อนด้วยน้ำจะทำให้ระบบมีการระบายความร้อนได้ดี ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศและตู้แช่เย็นจะดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม การผลิตน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นจะมีปัญหาบ้างในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากในประเทศไทยจะเปิดเครื่องปรับอากาศน้อย ถึงแม้จะมีการใช้งานแต่ปริมาณความร้อนที่ระบายทิ้งก็จะน้อยมาก



รูปที่ 3.4 ระบบวงจรของเครื่องทำน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการนำความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศมาใช้ผลิตน้ำร้อน

3.2) การผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของหม้อไอน้ำ

3.2.1) แหล่งความร้อนเหลือทิ้ง

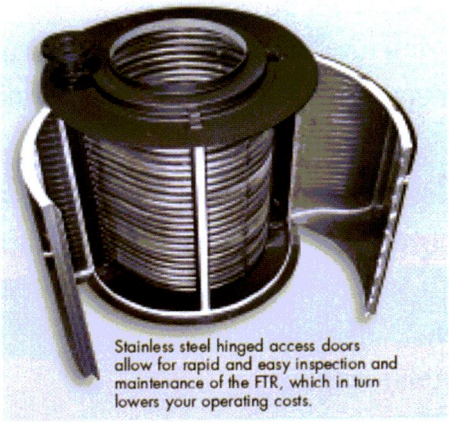
แก๊สไอเสียจากปล่องหม้อไอน้ำหรือเตาอบในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในโรงงานหรือการอบเครื่องสุขภัณฑ์ที่ผ่านการใช้งานโดยการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำให้กลายเป็นไอ หรือถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศเพื่อใช้ในการอบพวกเครื่องสุขภัณฑ์ แก๊สร้อนเหล่านี้จะถูกปล่อยออกไปตามปล่อง ซึ่งแก๊สเหล่านี้จะยังมีอุณหภูมิสูงและปริมาณมากพอ คือมีปริมาณความร้อนทิ้ง 15 % ของพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งสามารถนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในการผลิตน้ำร้อนได้โดยการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

3.2.2) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

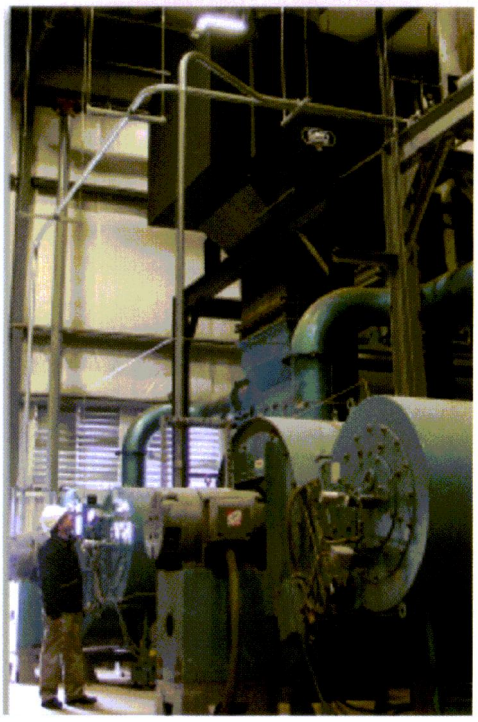
ในการนำความร้อนทิ้งจากปล่องไอเสียมาใช้ต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใน 2 ลักษณะคือ

1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการนำความร้อนจากผิวท่อมาใช้ เช่น แบบเจ็กเก็ตและแบบท่อทองแดงพันรอบปล่องภายนอกคล้าย Spiral Tube Heat Exchanger ลักษณะนี้จะได้ความร้อนไม่สูงมาก

2) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการใช้ความร้อนจากแก๊สร้อนเผาท่อ Heat Exchanger โดยตรง ซึ่งลักษณะนี้จะได้รับปริมาณความร้อนสูงแต่อายุการใช้งานจะไม่สูงมาก คือประมาณ 3 ปี



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างอุปกรณ์ทำน้ำร้อนจากปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำแบบไอเสียสัมผัสโดยตรง



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทำน้ำร้อนที่ปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำ

4. ความเหมาะสมด้านเทคนิคของเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสาน

เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานผลิตน้ำร้อนที่มีแผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบชนิดมีแผ่นปิดใสและเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะมีคุณลักษณะเชิงเทคนิคดังนี้

4.1) เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนที่มีแผ่นรับแสงแบบแผ่นเรียบชนิดมีแผ่นปิดใส

- ผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 40 – 90 องศาเซลเซียสโดยไม่ต้องใช้พลังงานเสริม
- ผลิตน้ำร้อนได้เฉพาะในช่วงเวลากลางวันที่ท้องฟ้าโปร่ง
- ต้องการสถานที่ติดตั้งแบบโล่งแจ้งไม่มีเงาบัง และใช้พื้นที่มาก หากต้องการปริมาณน้ำร้อนมาก
- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ต้องการการดูแลบำรุงรักษาบ้างโดยเฉพาะในเรื่องการทำความสะอาดแผ่นปิด
- สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสได้ประมาณ 70 ลิตร/ตร.ม/วัน

4.2) เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศ

- ผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 40 – 90 องศาเซลเซียสโดยไม่ต้องใช้พลังงานเสริม
- ผลิตน้ำร้อนได้เฉพาะในช่วงเวลาที่อุปกรณ์ผลิตความร้อนทิ้งทำงาน
- ต้องการสถานที่ติดตั้งเล็กน้อยเท่านั้น
- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ต้องการการดูแลบำรุงรักษาบ้างเพียงเล็กน้อย
- สามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสได้ประมาณ 45.5 ลิตร/ตันความเย็น/ชั่วโมง

4.3) ความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับความร้อนเหลือทิ้งในการผลิตน้ำร้อน

จากคุณลักษณะเชิงเทคนิคของเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำร้อนทั้งสองแบบจะมีความสัมพันธ์และสอดคล้องเหมาะสมที่จะนำมาผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานกันดังนี้

- ผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 40 – 70 องศาเซลเซียสเหมือนกัน
- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน
- ต้องการการดูแลบำรุงรักษาเพียงเล็กน้อยเหมือนกัน
- การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อน จะสามารถผลิตได้เฉพาะในช่วงเวลากลางวันที่ท้องฟ้าโปร่งเท่านั้น นั่นคือในช่วงฤดูฝนการผลิตน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ จะไม่สามารถผลิตได้เต็มความสามารถจำเป็นต้องใช้พลังงานเสริม
- การใช้พลังงานจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศผลิตน้ำร้อนจะสามารถผลิตได้ตลอดเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน ซึ่งโดยปกติจะทำงานได้ดีในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน แต่จะมีปัญหาในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีอากาศเย็นทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลง จำเป็นต้องใช้พลังงานเสริม

จะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำร้อนแบบผสมผสานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศจะผลิตน้ำร้อนได้สม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยไม่ต้องมีพลังงานเสริมใด ๆ เนื่องจากหากใช้พลังงานแสงอาทิตย์แต่เพียงอย่างเดียวก็จะมีปัญหาตอนฤดูฝนคือในวันที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดน้อย แหล่งพลังงานที่จะมาทำให้น้ำเย็นเป็นน้ำร้อนนั้นไม่มีก็ต้องใช้พลังงานเสริม หรือถ้าใช้พลังงานจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวจะมีปัญหาตอนฤดูหนาวเนื่องจากอากาศภายนอกจะเย็นกว่าอากาศภายในห้องพักทำให้คอมเพรสเซอร์ที่อยู่นอกอาคารไม่ทำงานแม้จะเปิดเครื่องปรับอากาศไว้ก็ตามจำเป็นต้องใช้พลังงานเสริม

ดังนั้นหากใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศจะสามารถตัดปัญหาที่จะใช้พลังงานเสริมออกไปตลอดจนสามารถลดขนาดของระบบผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์ลงได้อีก หากเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงหรือเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ทำงานในช่วงบ่ายและกลางคืน

5. โครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อนที่ พพ. ดำเนินการ

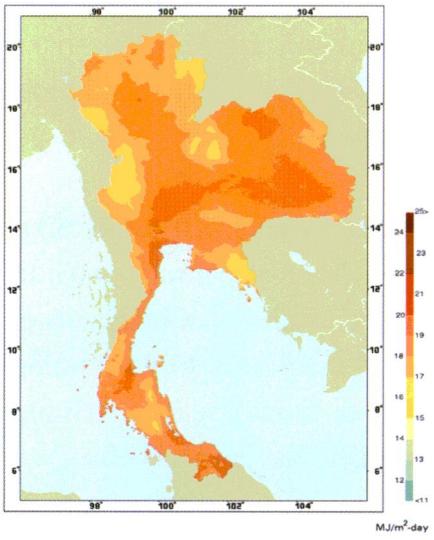
โดยที่ในปัจจุบันมีกิจการต่าง ๆ จำนวนมากที่ใช้น้ำร้อนเป็นวัตถุดิบเพื่อการบริการหรือเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต กิจการเหล่านี้ได้แก่โรงแรม โรงพยาบาลหรือโรงงานประเภทต่าง ๆ น้ำร้อนส่วนใหญ่ใช้พลังงานสิ้นเปลืองในการผลิต เช่น พลังงานจากไฟฟ้า น้ำมันเตา ดีเซล หรือก๊าซ ซึ่งเมื่อเทียบกับการผลิต น้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเห็นได้ว่าน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์ยังมีสัดส่วนที่น้อยกว่ามาก

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยในอดีตที่ผ่านมาที่เป็นปัญหา และอุปสรรคทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้อุปกรณ์การผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ในด้านผู้ใช้งานส่วนใหญ่ขาดความ เชื่อมั่นในเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ราคาลงทุนสูง มีตัวอย่างที่เป็นภาพลบจากการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมา รวมถึงบริษัทผู้ติดตั้งขาดการเอาใจใส่และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับลูกค้าเป็นต้น ในด้านปัญหาของผู้ผลิตจำหน่ายและติดตั้งมีจำนวนน้อย เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคทางด้านการตลาดยังมีไม่กว้างเท่าที่ควร ขาดพนักงานที่มีความรู้ความชำนาญในด้านการติดตั้งอุปกรณ์อย่างแท้จริง รวมถึงขาดการสนับสนุนจากภาครัฐฯ อย่างจริงจัง

ภายหลังจากที่ พพ. ได้พบถึงปัญหาอุปสรรคดังกล่าวแล้วจึงได้ดำเนินการวางแผนและกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยได้ดำเนินการในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

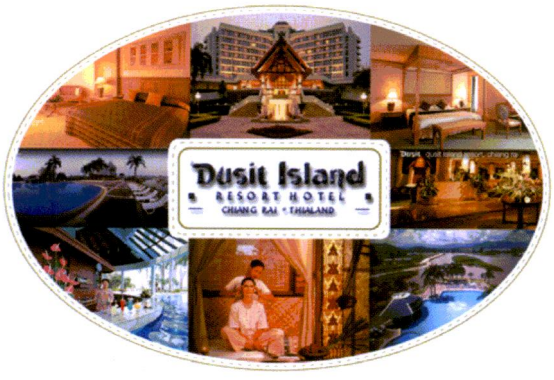
ผลจากการศึกษาวิเคราะห์พบว่าค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่าอยู่ที่ 18.2 เมกกะจูลล์/ม2-วัน หรือคิดเป็นค่าพลังงาน 5.05 กิโลวัตต์/ชั่วโมง นั่นคือหากเรามีตัวรับรังสีความร้อนแสงอาทิตย์ซึ่งมีประสิทธิภาพ 50% จะสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 3,300 เมกะจูลล์/ม2-ปี หรือสามารถผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ได้ประมาณ 18,000 ลิตร/ม2-ปี



รูปที่ 5.1 ศักยภาพความเข้มรังสีแสงอาทิตย์

2. ศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ใช้งาน พพ. ได้ดำเนินการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบผสมผสาน ณ โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท จังหวัดเชียงราย โดยได้เข้าดำเนินการสาธิต และสนับสนุนปรับปรุงระบบบางส่วนให้เป็นระบบผสมผสานการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากระบบปรับอากาศ โดยติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ มีพื้นที่รับแสง 70.4 ตารางเมตร ทำงานร่วมกับชุดผลิตน้ำร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งของเครื่องปรับอากาศจำนวน 2 เครื่อง ระบบติดตั้งเสร็จในปี 2547 และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทางโรงแรมฯ ได้เห็นถึงผลและประสิทธิภาพที่ดีของระบบฯ ที่ได้ติดตั้งสาธิตไว้ จึงได้ดำเนินการติดตั้งปรับปรุงระบบฯ เพิ่มใน ปี 2548 มีพื้นที่รับแสงรวมเพิ่มอีก 281.2 ตารางเมตร ทำให้มีจำนวน แผงน้ำร้อนใช้งานมีพื้นที่รับแสงรวม 351.6 ตารางเมต ระบบดังกล่าว สามารถใช้งานได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตน้ำร้อนได้มากถึงวันละกว่าหมื่นลิตร และสามารถจ่ายน้ำร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ และช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าได้ปีละกว่า 400,000 หน่วย หรือคิดเป็นเงินมากกว่าล้านบาทต่อปี อีกทั้งยังช่วยลดการปลดปล่อยมลภาวะ ลดการผลิต ก๊าซ CO2 ได้จากระบบฯมากกว่า 300,000 kg CO_2 /ปี และเป็นการเสริมสร้างภาพลักษณ์ให้กับทางโรงแรมซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศอีกด้วย



รูปที่ 5.2 โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท

รูปที่ 5.3 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท

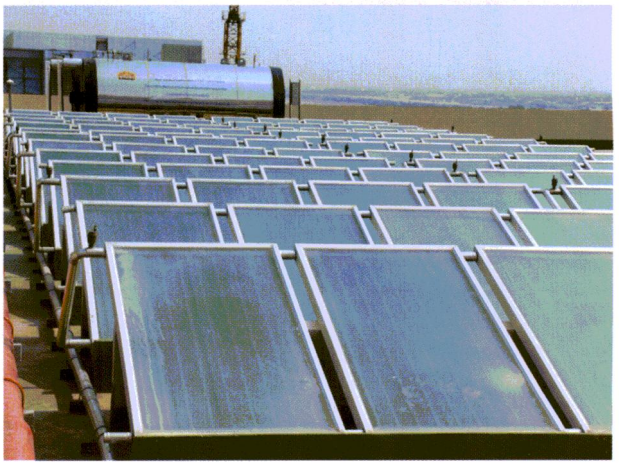
3. พัฒนาและสาธิตระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

พพ. ได้จัดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบผสมผสาน ณ โรงพยาบาลศูนย์วิจัยโรคมะเร็ง สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กทม. เพื่อสนับสนุนโครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยศึกษาและบำบัดโรคมะเร็ง ด้วยน้ำพระทัยที่เปี่ยมด้วยเมตตาของประธานสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ศาสตราจารย์ ดร.สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ประธานสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ เพื่อเป็นโรงพยาบาลต้นแบบในการประหยัดพลังงาน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานประเภทหมุนเวียน(Renewable Energy) และเป็นพลังงานที่สะอาดทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงอื่นๆ โดยโครงการนี้ดำเนินการจัดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งของระบบทำความเย็นเป็นพลังงานเสริม ขนาดไม่น้อยกว่า 30,000 ลิตร/วัน โครงการนี้เริ่มดำเนินการในปี 2551 และจะเสร็จในปี 2552

รูปที่ 5.4 สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์

รูปที่ 5.5 อาคารศูนย์วิจัยศึกษาและบำบัดโรคมะเร็ง สถานที่ตั้งระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ชั้นดาดฟ้าอาคาร

รูปที่ 5.6 แผงรับรังสีดวงอาทิตย์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงพยาบาลศูนย์วิจัยศึกษาโรคมะเร็ง สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์



รูปที่ 5.7 แผงรับรังสีดวงอาทิตย์และถังเก็บน้ำร้อนระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงพยาบาลศูนย์วิจัยศึกษาโรคมะเร็ง สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์

รูปที่ 5.8 ระบบผลิตน้ำร้อนโดยแลกเปลี่ยนความร้อนกับความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ โรงพยาบาลศูนย์วิจัยศึกษาโรคมะเร็ง สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์

4. การกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ใช้อุปกรณ์มาตรฐานเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน รวมถึงเป็นการรับรองมาตรฐานคุณภาพอุปกรณ์ของผู้ผลิต ผู้จำหน่าย พพ. ได้จัดตั้งศูนย์ทดสอบมาตรฐานอุปกรณ์ทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จ.ปทุมธานี โดยจะสามารถให้บริการทดสอบได้ในปี พ.ศ. 2552

5. มาตรการส่งเสริมอุตสาหกรรมการลงทุนผลิตอุปกรณ์น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในปัจจุบันสำนักงานส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้มีมาตรการส่งเสริมการลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ ส. 9 / 2547 ลงวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2547 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 30 กันยายน 2547 ข้อ 4.24 กิจการผลิตเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรืออุปกรณ์ซึ่งใช้พลังงานทดแทน ได้รับการยกเว้นอากรนำเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคล 8 ปี

6. สนับสนุนการจัดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ภายหลังจากที่ พพ. ได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และผลการศึกษาปรากฏอย่างชัดเจนว่า การลงทุนติดตั้งระบบฯ มีระยะเวลาคืนทุนสั้นเพียง 3 - 4 ปี หากมีการติดตั้งระบบอย่างถูกต้องและคำนึงถึงขนาดของระบบที่สามารถใช้งานน้ำร้อนที่ผลิตได้อย่างสูงสุด และหากได้นำความร้อนเหลือทิ้งจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในกิจการของผู้ใช้งานแล้วมาใช้ผลิตน้ำร้อน อันเป็นการผสมผสานการผลิตระหว่างน้ำร้อนที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ และน้ำร้อนที่ผลิตได้จากความร้อนเหลือทิ้ง ก็ยิ่งจะทำให้การลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนสั้นเหลือเพียง 2 - 3 ปีเท่านั้น ซึ่งเป็นตัวเลขที่จูงใจให้เจ้าของกิจการมีความสนใจลงทุนมากขึ้น และหากภาครัฐให้การสนับสนุนการลงทุนส่วนหนึ่ง ประมาณร้อยละ 30 ของระบบติดตั้ง ระยะเวลาคืนทุนจะสั้นขึ้นอีกเหลือเพียง 1 - 3 ปีซึ่งน่าจะก่อให้เกิดการลงทุนติดตั้งระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นอีกระดับหนึ่ง

จากมาตรการและผลที่ได้จากการศึกษา พพ. จึงได้จัดทำโครงการส่งเสริมการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบผสมผสานเริ่มตั้งแต่ปี 2550 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนใช้ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างแพร่หลาย

โครงการนี้มีกลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มธุรกิจอาคารที่ใช้น้ำร้อน เช่น โรงแรม โรงพยาบาล หอพัก ศูนย์การค้า เป็นต้น และกลุ่มธุรกิจโรงงานที่ใช้น้ำร้อน เช่น โรงงานอาหาร โรงงานสิ่งทอ โรงงานเคมีภัณฑ์ เป็นต้น

การสนับสนุน แบ่งเป็น 2 กิจกรรมหลักๆ คือ

- สนับสนุนด้านการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น (Prefeasibility Study) และจัดทำออกแบบเบื้องต้น (Prelimimary Design)
- สนับสนุนค่าใช้จ่ายลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายประมาณร้อยละ 30 ของการลงทุนติดตั้งระบบฯ เมื่อผู้ขอรับการสนับสนุนได้ยื่นขอเสนอตามหลักเกณฑ์ที่ พพ. กำหนด และได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาการขอรับการสนับสนุนลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เรียบร้อยแล้ว

เป้าหมายของโครงการ

สนับสนุนให้เกิดการลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นจำนวน 40,000 ตารางเมตร ของตัวรับแสงอาทิตย์ ภายในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งสามารถทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ 5 Ktoe ต่อปี

ผลจากการดำเนินงานในปี 2551

ผลจากการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบฯ ในปี 2551 ปรากฏว่ามีผู้ได้รับการพิจารณาคัดเลือกให้การสนับสนุนรวม 21 ราย ประกอบด้วย โรงแรม 11 ราย โรงงาน 7 ราย โรงพยาบาล 2 ราย และโรงเรียน 1 ราย โดยติดตั้งแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อน รวม 5,000 ตารางเมตร ก่อให้เกิดผลประหยัด เป็นเงิน 23.4 ล้านบาท/ปี เทียบเท่าการทดแทนน้ำมัน 624 toe/ปี ลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 1,600 ตัน/ปี

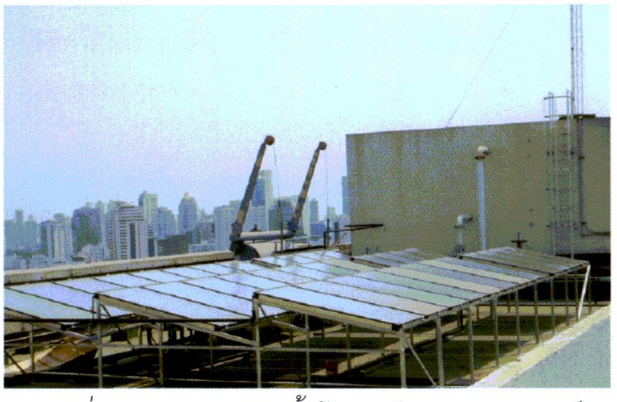
รูปที่ 5.9 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงเรียนนานาชาติไทย-จีน จ.สมุทรปราการ

รูปที่ 5.10 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงพยาบาลพุทธชินราช จ.พิษณุโลก

รูปที่ 5.11 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด

รูปที่ 5.12 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ บริษัท อุบลพัฒนา จำกัด (โรงแรมอุบลโฮเต็ล)

รูปที่ 5.13 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ หจก.ภูมิไพร (ศูนย์ผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศร)



รูปที่ 5.14 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โรงแรมรอยัล ออคิดเชอราตันโฮเตล แอนด์ ทราเวอร์

พพ. คาดหวังว่าจากศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือในประเทศไทย จากผลการศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจและความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ใช้งาน จากการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีมาตรฐานสูง จากมาตรการส่งเสริมภาคการผลิตอุปกรณ์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และด้านมาตรการส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาและการลงทุน จะเป็นโอกาสอันดีทั้งภาคผู้ใช้และผู้ผลิตที่จะได้รับประโยชน์ทั้งการลดค่าใช้จ่ายจากพลังงาน ทั้งด้านการสร้างภาพลักษณ์ อีกทั้งประโยชน์ต่อประเทศชาติในการลดการนำเข้าพลังงาน และยังเป็นประโยชน์ต่อประเทศและต่อโลกในการลดสภาวะมลพิษจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน

การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรง โดยใช้อุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนามาอย่างมีประสิทธิภาพ และปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการใช้งานในต่างประเทศ ทั้งในประเทศแถบยุโรป ออสเตรเลีย และประเทศจีน สำหรับในประเทศไทยยังมีการใช้งานในระดับที่ไม่สูงนัก ด้วยเหตุผลจากเรื่องราคาลงทุนเบื้องต้นสูง ขาดความเชื่อมั่นในเทคโนโลยี รวมถึงภาพลักษณ์ไม่ดีจากการใช้งานในอดีตที่ผ่านมา เป็นต้น แต่ด้วยเทคโนโลยีการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งในปัจจุบันที่ได้รับการพัฒนามาอย่างมีประสิทธิภาพในระดับค่อนข้างสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน จึงถึงเวลาที่สามารถนำมาใช้งานได้แล้ว

หนังสือฉบับนี้จะสร้างความรู้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง อันเป็นประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สายตรงพลังงาน บริการฉับไว ไขปัญหาตรงจุด
ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทน
โทร 0 2223 0021 ถึง 9 ต่อ 1656, 1657
17 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
http://www.dede.go.th