# แนวทางการเลือกใช้ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ในภาคอุตสาหกรรม

**สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน** (GTZ)
193/63 อาคารเลครัชดา ชั้น 16
ถนนรัชดาภิเษกตัดใหม่ คลองเตย กรุงเทพฯ
โทรศัพท์ 02 661 9273-80 โทรสาร 02 661 9281
อีเมล์: gtz-thailand@gtz.de, Kittikhun.Kittiaram@gtz.de
www.gtz.de/thailand
www.thai-german-cooperation.info
www.thaisolarheat.org



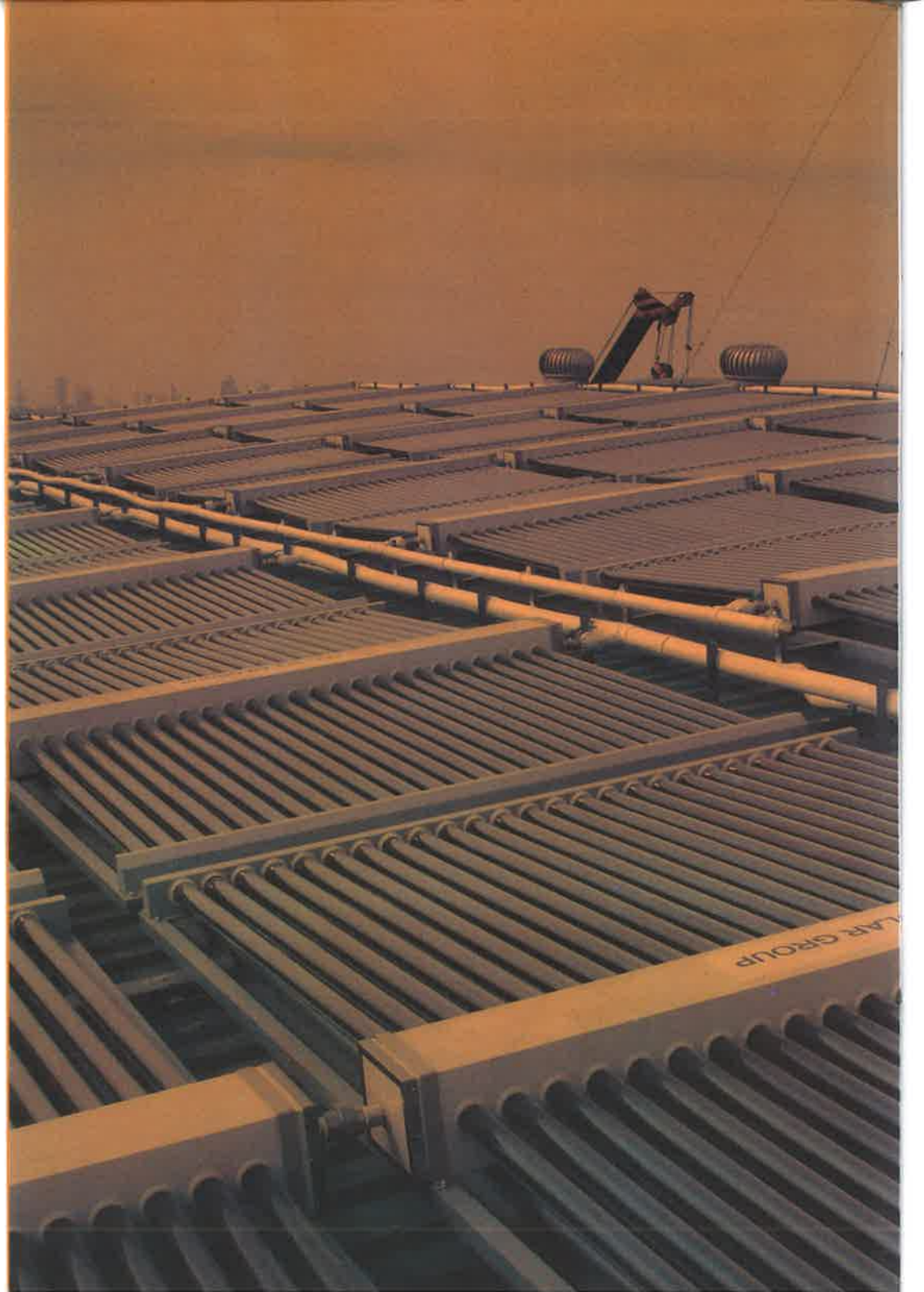
พิมพ์ครั้งที่ 2: กันยายน 2553 จำนวน 3,000 เล่ม


commissioned by
Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

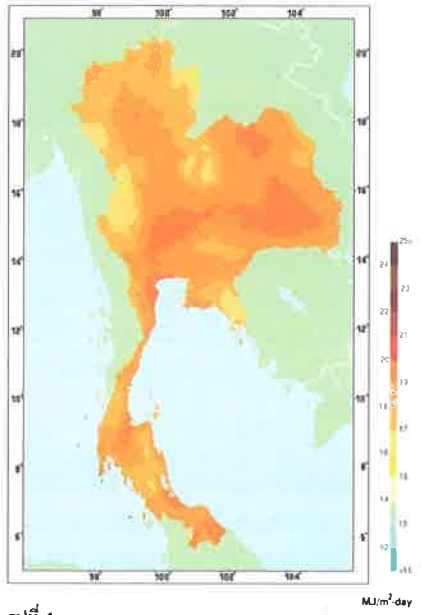
COOPERATION
KINGDOM OF THAILAND
FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

gtz



# ศักยภาพ potential
# พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาด ปราศจากมลพิษ มีศักยภาพสูง และเหมาะแก่การนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนพลังงานฟอสซิลซึ่งมีแนวโน้มราคาเพิ่มขึ้นทุกวัน กำลังหมดไปอย่างรวดเร็ว และเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี จึงสมควรนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์ทั่วประเทศที่ประมาณ 18.2 MJ/m2-day หรือ 5.05 kWh/m2-day ตามที่แสดงใน**รูปที่ 1** พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20-24 MJ/m2-day ข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละจังหวัดและอำเภอ สามารถค้นหาได้ที่เว็บไซต์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน www.dede.go.th




**รูปที่ 1:**
แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี
(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542)

# ระบบพลังงาน
# ความร้อนแสงอาทิตย์

ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์เป็นระบบผลิตความร้อนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านมาการใช้งานในประเทศไทย มักจำกัดอยู่ที่การทำน้ำร้อนสำหรับใช้ในที่พักอาศัย แต่น้ำร้อนที่ได้จากระบบความร้อนประเภทนี้ ยังนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีก เช่น ในภาคการเกษตร โดยใช้อุ่นน้ำในบ่อปลา บ่อกุ้ง บ่อเลี้ยงกบ ให้ความอุ่นในคอกลูกหมู ลูกไก่ ตลอดจนนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม อาทิ การอบและล้างภาชนะบรรจุในอุตสาหกรรมอาหาร การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำ ในขบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ หรือสเตอร์ไรซ์ (Pasteurization หรือ Sterilization) ทำให้สามารถลดการใช้น้ำมันเตาหรือก๊าซแอลพีจีได้ อุตสาหกรรมที่สามารถใช้ระบบความร้อนแสงอาทิตย์ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม สิ่งทอ หรือแม้แต่อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการใช้ความร้อนในขั้นตอนการผลิต

เทคโนโลยีความร้อนแสงอาทิตย์ มีโครงสร้างระบบที่ไม่ซับซ้อน และมีการลงทุนไม่สูงนัก สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 3-8 ปี ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระดับอุณหภูมิที่ต้องการ ค่ารังสีแสงอาทิตย์ ตลอดจนการออกแบบติดตั้ง การดูแลรักษาที่ทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ระบบความร้อนแสงอาทิตย์ (Solar Heat หรือ Solar Thermal) จะแตกต่างจากระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic หรือ Solar cell) อย่างสิ้นเชิง โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึงพลังงานแสงอาทิตย์ ทุกคนมักนึกถึงแต่ระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์ หรือ โซล่าร์เซลล์ ซึ่งทำจากสารเซมิคอนดักเตอร์ จึงทำให้มีราคาสูง และมักนำไปใช้งานด้านไฟฟ้าเท่านั้น ในขณะที่ระบบความร้อนแสงอาทิตย์เป็นการนำท่อทองแดง เหล็ก หรือโลหะประเภทอื่น มารับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง และถ่ายทอดความร้อนนี้ลงสู่น้ำ หรือสารตัวกลางประเภทอื่น ที่ไหลผ่านท่อ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอาจสูงไปจนถึงจุดเดือดได้ หากใช้สารตัวกลางที่มีค่าความร้อนจำเพาะสูง และมีการรวมความเข้มแสง ก็สามารถทำอุณหภูมิได้สูงถึงหลายร้อยองศาเซลเซียส

นับได้ว่าการลงทุนในระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าสำหรับการใช้งานหลายประเภทตลอดอายุการใช้งาน แม้ว่าระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ อาจมีราคาในเบื้องต้นที่สูงกว่าเครื่องทำความร้อนโดยทั่วไป แต่เชื้อเพลิงที่ใช้ คือแสงอาทิตย์ นั้นได้มาฟรี เทคโนโลยีผลิตความร้อนจากแสงอาทิตย์สามารถใช้ได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปแล้วสถานที่ติดตั้งระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ควรจะเป็นบริเวณที่ไม่มีเงาบัง โดยเฉพาะในฝั่งที่หันไปทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้



# ประโยชน์สำหรับ
# ภาคอุตสาหกรรม

ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในกระบวนการและภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ตาม **ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2**

## ตารางที่ 1:

กระบวนการ และภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มในการนำระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ (Inernational Energy Agency, 2004)

| กระบวนการ / ภาคอุตสาหกรรม | อาหาร | สิ่งทอ | วัสดุก่อสร้าง | การชุบกัลวาไนซ์, ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า | เคมีมูลค่าเพิ่มสูง (fine chemicals) | ยาและชีวเคมี | บริการ | กระดาษ | อุปกรณ์และชิ้นส่วนยานยนต์ | การฟอกหนัง | การทาสี | ไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ล้างทำความสะอาด | ● | ● | X | ● | X | ● | ● | | X | X | ● | |
| อบแห้ง | ● | ● | X | | X | ● | ● | X | X | ● | ● | ● |
| การระเหยและการกลั่น | ● | | | | X | ● | | | | | | |
| การพาสเจอร์ไรส์ | ● | | | | | ● | | | | | | |
| การสเตอริไรส์ | ● | | | | | ● | | | | | | |
| การทำอาหาร | ● | | | | | | | | | | | |
| การให้ความร้อนกระบวนการทั่วไป | X | X | X | ● | X | X | ● | | X | | | X |
| การอุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ | ● | ● | X | | X | X | | X | | X | | |
| การให้ความร้อนในอาคารโรงงาน | ● | ● | | X | X | X | X | | ● | ● | ● | ● |
| การทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ โดยใช้ระบบดูดซึม (absorption system) | ● | | | X | | ● | ● | | | | | |

X มีความสำคัญ ● มีความสำคัญมาก

**ตารางที่ 2:**
ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการและภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มในการนำระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ มาใช้ประโยชน์ (European Solar Thermal Industry Federation, 2006)

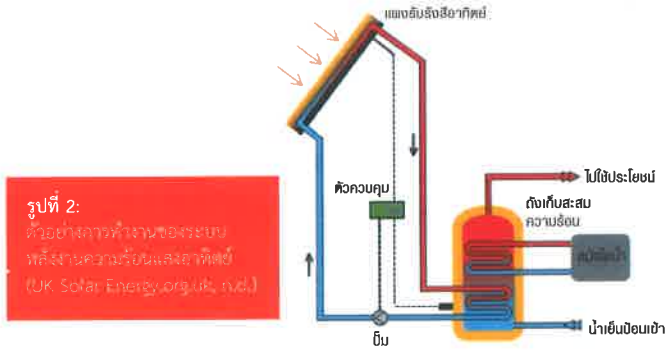
| ภาคอุตสาหกรรม | กระบวนการ | ระดับอุณหภูมิ (˚C) |
|---|---|---|
| **อาหารและเครื่องดื่ม** | อบแห้ง | 30 - 90 |
| | ล้างทำความสะอาด | 40 - 80 |
| | พาสเจอร์ไรส์ | 80 - 110 |
| | ต้มให้เดือด | 95 - 105 |
| | สเตอริไรส์ | 140 - 150 |
| | ให้ความร้อน | 40 - 60 |
| **อุตสาหกรรมสิ่งทอ** | การซัก | 40 - 80 |
| | ฟอกสี | 60 - 100 |
| | ย้อมสี | 100 - 160 |
| **อุตสาหกรรมเคมี** | ต้มให้เดือด | 95 - 105 |
| | การกลั่น | 110 - 300 |
| | กระบวนการทางเคมีต่างๆ | 120 - 180 |
| **ทุกภาคอุตสาหกรรม** | การอุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ | 30 - 100 |
| | การให้ความร้อนในอาคารโรงงาน | 30 - 80 |



# อุปกรณ์หลักของระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์

ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ที่นำมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม โดยมากประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้

- **แผงรับรังสีอาทิตย์** ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ เปลี่ยนเป็นความร้อนถ่ายเทให้กับสารตัวกลาง (น้ำ ไกลคอล อากาศ หรือ ของเหลวชนิดอื่น) ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ
- **ถังเก็บสะสมความร้อน** ทำหน้าที่เก็บสะสมความร้อนเพื่อใช้ในกรณีที่โหลดความร้อนไม่คงที่ หรือมีความต้องการใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์แล้ว ภายในถังอาจจะมีลวดให้ความร้อน หรือมีก๊าซร้อนคอยช่วยเสริมในกรณีที่รังสีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ
- **ปั๊ม** เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการไหลเวียนของน้ำ หรือสารตัวกลางถ่ายเทความร้อน ผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
- **ระบบควบคุม** เป็นอุปกรณ์ต่างๆ เซนเซอร์, ตัวควบคุม, วาล์ว ที่ช่วยให้ระบบสามารถปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- **เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน** สามารถนำมาติดตั้งระหว่างแผงรับรังสีอาทิตย์และถังเก็บความร้อน เพื่อที่จะแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารตัวกลางถ่ายเทความร้อนสองชนิด หรืออาจอยู่ในรูปแบบของท่อขดแลกเปลี่ยนความร้อนภายในถังเก็บสะสมความร้อน และมีเครื่องผลิตความร้อนคอยช่วยเสริมในกรณีที่รังสีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอตามที่แสดงใน**รูปที่ 2**

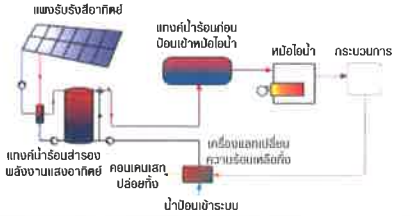



**รูปที่ 2:**
ตัวอย่างการทำงานของระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ (UK Solar Energy.org.uk, n.d.)

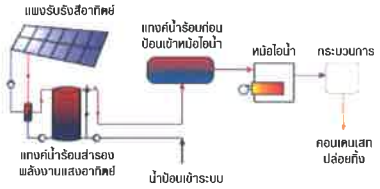
# รูปแบบ
# การติดตั้งระบบ
# สำหรับภาคอุตสาหกรรม

ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์มีรูปแบบการติดตั้งที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการนำความร้อนที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ แผนภาพด้านล่างนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งที่เหมาะสำหรับการติดตั้งในภาคอุตสาหกรรม

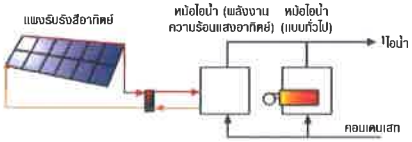
installation



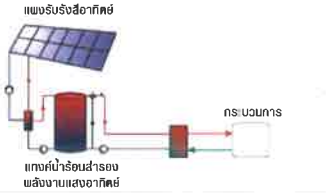

**รูปที่ 3:**
ระบบไอน้ำแบบ "เปิด" ใช้น้ำร้อนเหลือทิ้ง (ITW & CRES, n.d.)




**รูปที่ 4:**
ระบบไอน้ำแบบ "เปิด" ไม่ใช้น้ำร้อนเหลือทิ้ง (ITW & CRES, n.d.)




**รูปที่ 5:**
ระบบไอน้ำแบบ "ปิด" (ITW & CRES, n.d.)




**รูปที่ 6:**
กระบวนการขับเคลื่อนด้วยน้ำร้อน-มีแทงค์น้ำร้อน
(ITW & CRES, n.d.)

**รูปที่ 7:**
กระบวนการขับเคลื่อนด้วยน้ำร้อน-ไม่มีแทงค์น้ำร้อน
(ITW & CRES, n.d.)



## ตารางที่ 3:

ความเหมาะสมในการนำระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์แต่ละรูปแบบมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม (Aidonis et al. 2002)

| รูปแบบการติดตั้งระบบ | การนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม |
|---|---|
| ระบบไอน้ำแบบ "เปิด" ใช้น้ำร้อนเหลือทิ้ง รูปที่ 3 | เหมาะสำหรับการอุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ในกรณีที่ความร้อนเหลือทิ้งที่กู้ได้มีอุณหภูมิ <50°C |
| ระบบไอน้ำแบบ "เปิด" ไม่ใช้น้ำร้อนเหลือทิ้ง รูปที่ 4 | เหมาะสำหรับการอุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ แต่กรณีที่ไม่สามารถนำความร้อนเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์มีอยู่น้อยมาก |
| ระบบไอน้ำแบบ "ปิด" รูปที่ 5 | เหมาะสำหรับการผลิตไอน้ำจากพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ แต่เนื่องจากจำเป็นต้องใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดพิเศษที่สามารถเพิ่มทำอุณหภูมิให้ได้สูงจนผลิตไอน้ำได้ กรณีนี้จึงมีไม่มาก |
| กระบวนการขับเคลื่อนด้วยน้ำร้อน-มีแทงค์น้ำร้อน รูปที่ 6 | เหมาะสำหรับการนำความร้อนที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตโดยตรง แทงค์น้ำร้อนมีไว้เพื่อสามารถใช้น้ำร้อนได้ในช่วงที่โหลดความร้อนไม่คงที่ หรือต้องการใช้น้ำร้อนในช่วงกลางคืนที่ไม่มีแสงอาทิตย์ |
| กระบวนการขับเคลื่อนด้วยน้ำร้อน-ไม่มีแทงค์น้ำร้อน รูปที่ 7 | เหมาะสำหรับการนำความร้อนที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตโดยตรง แต่ Solar fraction[1] ที่ได้จะต่ำกว่ากรณีที่มีแทงค์น้ำร้อน |

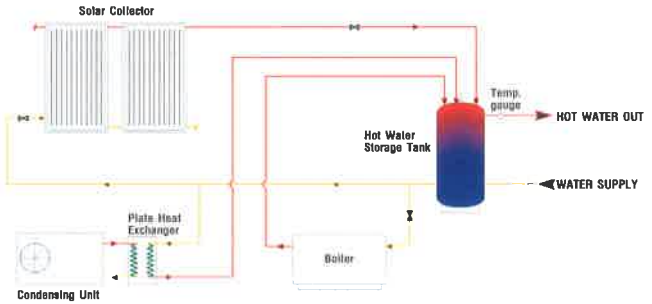
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้มากสำหรับการใช้น้ำร้อนโดยตรงที่กระบวนการที่ระดับอุณหภูมิ <80°C แต่สัดส่วนในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก็จะลดลงในกรณีที่ใช้น้ำร้อนจากระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์เพื่ออุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

[1] **สัดส่วนพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ (Solar Fraction)** คือ สัดส่วนของพลังงานความร้อนจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการทำความร้อน เช่น โรงงานแห่งหนึ่งที่ใช้น้ำร้อนในกระบวนการผลิต 10,000 ลิตรต่อวัน ติดตั้งระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อนได้ 2,000 ลิตรต่อวัน แสดงว่ามี solar fraction 20% ทั้งนี้การติดตั้งระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ไม่จำเป็นที่จะต้องให้ solar fraction สูงๆ ซึ่งจะทำให้ต้องใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์จำนวนมากขึ้นและลงทุนสูงขึ้น แต่ระยะเวลาคืนทุนอาจยาวขึ้น ดังนั้นควรให้ผู้ออกแบบคำนวณหาจุดคุ้มค่า (optimization) ของระบบที่จะทำให้ระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด โดยทั่วไป solar fraction ในระบบอุตสาหกรรมจะอยู่ที่ 15%

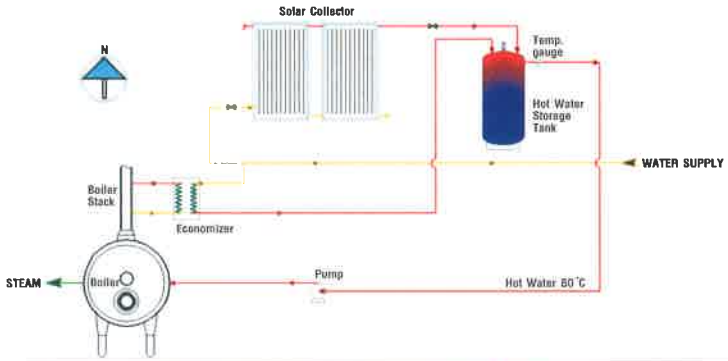
# การผลิตน้ำร้อนด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ ระบบผสมผสานความร้อนปล่อยทิ้ง

เป็นการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับแหล่งกำเนิดความร้อนเหลือทิ้งต่างๆ เช่น ความร้อน เหลือทิ้งจากชุดระบายความร้อน (Condensing Unit) เช่น เครื่องปรับอากาศแบบอัดไอ ตู้แช่ และอื่นๆ ความร้อนเหลือทิ้งจากปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำ ความร้อนเหลือทิ้งจากท่อไอเสียเครื่องกำหนิดไฟฟ้าดีเซล ความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องอัดอากาศ เตาเผา และ/หรือความร้อนเหลือทิ้งอื่นๆ ที่สามารถ ใช้ในการผลิตน้ำร้อนได้ แหล่งความร้อนเหลือทิ้งเหล่านี้ล้วนมีใช้อยู่แล้วในโรงงานอุตสาหกรรม

การนำพลังงานในส่วนนี้กลับมาใช้ประโยชน์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นการนำพลังงานเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยนช์โดยตรง สามารถลดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งช่วยลดระยะเวลาคืนทุนในการผลิตน้ำร้อนเร็วขึ้น การกำหนดสัดส่วนระหว่างการผลิตน้ำร้อน ด้วยความร้อนทิ้ง และพลังงานแสงอาทิตย์ ควรพิจารณาจากความมั่นคงของระบบในการรองรับการใช้น้ำร้อนได้ในสถานประกอบการ กรณีระบบใดระบบหนึ่งไม่สามารถทำงานได้




**รูปที่ 8:** พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งจาก Condensing Unit (นิพนธ์ เกตุจ้อย, 2553)

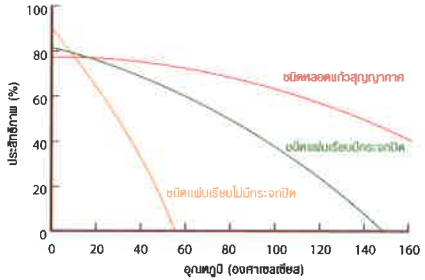



**รูปที่ 9:** พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งจากปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำ (นิพนธ์ เกตุจ้อย, 2553)



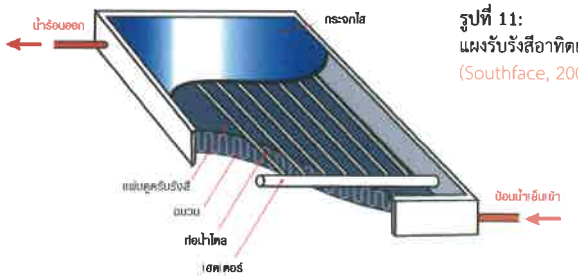
# การเลือก ประเภทแผงรับรังสีอาทิตย์

แผงรับรังสีอาทิตย์นับว่าเป็นอุปกรณ์หลักในระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ในปัจจุบันมีแผงรับรังสีอยู่หลายชนิด แต่ที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเหมาะสำหรับนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีอยู่สองชนิดคือ แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมีกระจกปิด และแผงรับรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ โดยทั่วไปแล้วแผงรับรังสีอาทิตย์ทั้งสองชนิดจะมีอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี หรือมากกว่านั้นหากได้รับการดูแลรักษาเป็นประจำ ผู้จำหน่ายควรประชาสัมพันธ์สินค้าโดยระบุถึงประสิทธิภาพซึ่งแปรผันตามช่วงอุณหภูมิตามตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 11



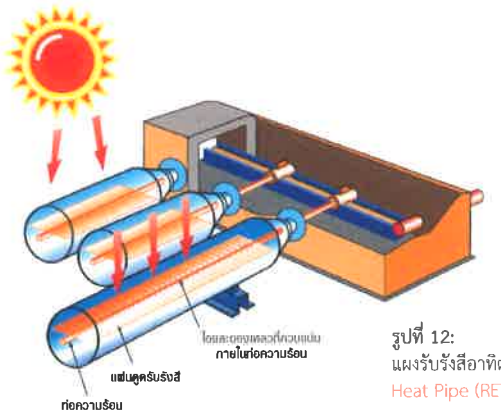

**รูปที่ 10:** ตัวอย่างประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์แต่ละชนิดที่ความเข้มรังสี 1,000 W/m$^2$ (The Solar Server, 2010)

แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกปิด (Glazed Flat Plate Collector) ประกอบด้วยแผ่นดูดรับรังสี (absorber plate) ซึ่งทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียม ทองแดงหรือโพลิเมอร์ชนิดเสถียร ความร้อนทาด้วยสีดำหรือเคลือบด้วย selective coating หรือสารเคลือบชนิดพิเศษ ที่ทำให้ดูดกลืนรังสีได้มากขึ้น และติดอยู่กับท่อของสารตัวกลางถ่ายเทความร้อนวางเป็นแนวเรียงกันภายในกล่องหุ้มฉนวนกันความร้อน และมีกระจกปิดด้านบน เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน โดยมากจะเป็นกระจกนิรภัยเท็มเปอร์ที่มีความทนทานไม่แตกง่าย แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดนี้โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ที่ประมาณ 50-70% สำหรับการใช้ที่อุณหภูมิระดับปานกลาง (50-70˚C)




**รูปที่ 11:** แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมีกระจกปิด (Southface, 2008)

**แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดหลอดแก้วสุญญากาศ (Evacuated Tubular Collector)** ประกอบด้วยหลอดแก้วสุญญากาศเคลือบด้วย selective coating เรียงกันเป็นแถว สามารถดูดจับพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ได้ดี มีการสูญเสียความร้อนน้อยมาก ชนิดที่นิยมนำมาใช้จะเป็นชนิดท่อความร้อน (Heat Pipe) ซึ่งในแต่ละหลอดจะประกอบด้วยท่อความร้อนลักษณะปิดหัวปิดท้ายเพื่อรับความร้อนจากแผ่นดูดรับรังสี ในตัวท่อความร้อนจะประกอบด้วยของเหลวพิเศษซึ่งสามารถกลายเป็นไอได้แม้ในอุณหภูมิต่ำ เมื่อหลอดสุญญากาศดูดรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ ไอของสารตัวนี้จะลอยขึ้นไปที่กระเปาะถ่ายเทความร้อนซึ่งอยู่ด้านนอกของหลอดแก้ว เพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำร้อนที่ไหลเวียนในระบบ สารส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะควบแน่นและเคลื่อนมาแทนที่ด้านล่าง โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพทางความร้อนมากกว่า 60% สำหรับการใช้ที่อุณหภูมิระดับปานกลางถึงสูง (ประมาณ 70-120˚C)




รูปที่ 12:
แผงรับรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศชนิด Heat Pipe (RETScreen, 2004)

ผู้บริโภคควรเลือกแผงรับรังสีอาทิตย์โดยคำนึงถึงอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการ ประสิทธิภาพและความทนทานของแผงรับรังสีอาทิตย์ การรับประกัน และความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับราคา ทั้งนี้ผู้บริโภคควรสอบถามถึงผลทดสอบประสิทธิภาพแผงรับรังสีอาทิตย์จากผู้จำหน่ายแต่ละรายเพื่อนำมาเปรียบเทียบ

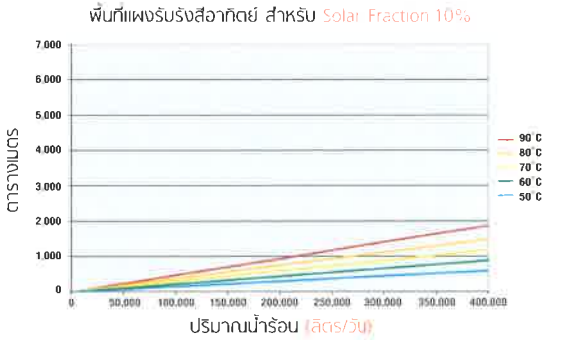
## ความคุ้มค่าในการนำระบบ
# พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ มาใช้ในอุตสาหกรรม

โดยทั่วไป ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์จะมีต้นทุนเบื้องต้นสูง แต่มีต้นทุนการดำเนินงานต่ำ ต้นทุนเบื้องต้นจะลดลงได้หากเลือกขนาดอุปกรณ์หลัก (แผงรับรังสีอาทิตย์ และแท้งค์น้ำ) ให้เหมาะสมกับค่าเฉลี่ยโหลดความร้อนที่ต้องการ ผลการปฏิบัติงานของระบบจะขึ้นอยู่กับคุณภาพการติดตั้ง ปริมาณรังสีอาทิตย์ ประเภทแผงรับรังสีอาทิตย์ และการดูแลรักษาระบบ ระบบที่ได้รับการติดตั้งอย่างถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งช่วยให้ผลิตพลังงานความร้อนได้มากขึ้น และลดเวลาคืนทุนให้สั้นลง การดูแลรักษาระบบเป็นประจำจะช่วยยืดอายุการใช้งานของระบบ และช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน

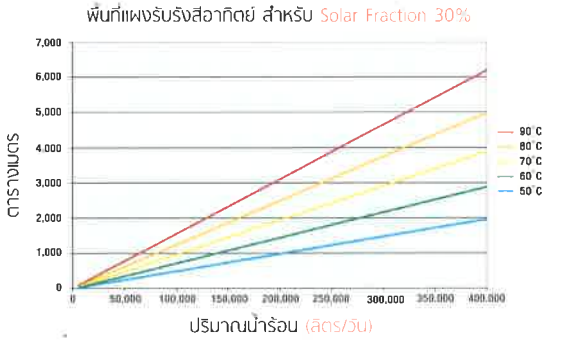
ราคาต้นทุนเบื้องต้นของระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์สำหรับการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 15,000-23,000 บาท/ตร.ม. ขึ้นอยู่กับขนาดของระบบ คุณภาพของอุปกรณ์ และประเภทของระบบ หากเป็นระบบอย่างง่ายที่ใช้เพียงแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์เพื่ออุ่นน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำ และไม่ต้องใช้ถังน้ำสำรองความร้อน ก็จะลดค่าอุปกรณ์ลงไปได้ โดยทั่วไประบบขนาดใหญ่จะมีราคาต่อตารางเมตรต่ำกว่าระบบขนาดเล็ก ระยะเวลาคืนทุน ต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของระบบ คุณภาพของอุปกรณ์ โหลดความร้อนที่ต้องการ และประเภทของระบบ ระยะเวลาคืนทุนจะลดลงอีกหากได้รับเงินสนับสนุนการลงทุนจากรัฐบาล ถ้าเป็นระบบชนิดผสมผสานที่ใช้ความร้อนเหลือทิ้งในสัดส่วนประมาณ 40% ก็สามารถคืนทุนได้เร็วกว่า 3 ปี

**รูปที่ 13 และรูปที่ 14** แสดงตัวอย่างขนาดพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ (นำมาใช้คำนวณราคาต้นทุนเบื้องต้นได้) สำหรับ Solar Fraction ที่ 10% และ 30% ตามลำดับ ตามปริมาณและอุณหภูมิน้ำร้อนที่โรงงานใช้ต่อวัน ตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 แสดงระยะเวลาคืนทุนสำหรับ Solar Fraction ที่ 10% และ 30% ตามลำดับ คำนวณโดยใช้โปรแกรม RETScreen ค่าที่ได้แตกต่างกันไปตามราคาต้นทุนเบื้องต้นของระบบ การได้รับเงินสนับสนุนการลงทุนประมาณ 30% จากรัฐบาลและเชื้อเพลิงที่ถูกทดแทน

ตัวอย่างที่แสดงนี้คำนวณจากระบบที่ติดตั้งในโรงงานในเขตกรุงเทพฯ ดำเนินงานสัปดาห์ละ 7 วัน ใช้แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกปิดวางเอียง 15° หันหน้าไปทางทิศใต้ สูญเสียความร้อน 4% แท็งค์น้ำมีความจุ 100 ลิตร/ตร.ม. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีประสิทธิภาพ 80% อุปกรณ์ต่างๆ สูญเสียความร้อน 10% เครื่องปั๊มน้ำใช้ไฟฟ้า 3 วัตต์/ตร.ม. ค่าไฟฟ้า 3 บาท/กิโลวัตต์ ภาวะเงินเฟ้อ 3.5% ค่าของทุนที่ใช้เป็นอัตราลดค่า (discount rate) 10% เนื่องจากหม้อไอน้ำที่ใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมานาน จึงมีประสิทธิภาพลดลง โดยประเมินว่าอยู่ที่ประมาณ 50% ราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นปีละ10% โรงงานที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงมีราคาลิตรละ 17 บาท และโรงงานที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงมีราคากิโลกรัมละ 18 บาท ระบบตัวอย่างนี้ไม่มีการนำความร้อนเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์




**รูปที่ 13:** ตัวอย่างพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ สำหรับ Solar Fraction 10%




**รูปที่ 14:** ตัวอย่างพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ สำหรับ Solar Fraction 30%



## ตารางที่ 4:

ตัวอย่างระยะเวลาคืนทุน สำหรับระบบที่มี Solar Fraction 10%

| อุณหภูมิ (°C) | | 50 | | 60 | | 70 | | 80 | | 90 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลาคืนทุน (ปี) | เงินสนับสนุน 30% | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี |
| | ทดแทนน้ำมันเตา | 5.3-7.3 | 4.0-5.6 | 5.5-7.5 | 4.1-5.8 | 5.6-7.7 | 4.2-5.9 | 5.8-8.0 | 4.4-6.1 | 6.0-8.2 | 4.5-6.3 |
| | ทดแทนก๊าซหุงต้ม | 5.6-7.7 | 4.2-5.9 | 5.8-7.9 | 4.3-6.1 | 6.0-8.1 | 4.5-6.3 | 6.1-8.4 | 4.6-6.5 | 6.3-8.6 | 4.8-6.7 |

## ตารางที่ 5:

ตัวอย่างระยะเวลาคืนทุน สำหรับระบบที่มี Solar Fraction 30%

| อุณหภูมิ (°C) | | 50 | | 60 | | 70 | | 80 | | 90 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลาคืนทุน (ปี) | เงินสนับสนุน 30% | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี | ไม่มี | มี |
| | ทดแทนน้ำมันเตา | 5.7-7.8 | 4.3-6.0 | 5.9-8.0 | 4.4-6.2 | 6.1-8.3 | 4.6-6.4 | 6.3-8.5 | 4.7-6.6 | 6.5-8.8 | 4.9-6.8 |
| | ทดแทนก๊าซหุงต้ม | 6.0-8.2 | 4.5-6.3 | 6.2-8.4 | 4.7-6.5 | 6.4-8.7 | 4.9-6.7 | 6.6-9.0 | 5.0-7.0 | 6.9-9.2 | 5.2-7.2 |

เห็นได้ชัดว่าพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์ที่จำเป็นต้องใช้จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและปริมาณการใช้น้ำร้อนของโรงงาน และหากต้องการเพิ่มค่า Solar Fraction ให้สูงขึ้น ก็จำเป็นต้องใช้พื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์มากขึ้นเช่นกัน ขณะที่ระยะเวลาคืนทุนจะแตกต่างกันไปตามราคาต้นทุนเบื้องต้นเป็นหลัก หากผู้ประกอบการได้รับเงินสนับสนุนการลงทุนประมาณ 30% จากรัฐบาลก็จะช่วยลดระยะเวลาคืนทุนลงได้มาก

นอกจากนั้น ระยะเวลาคืนทุนจะลดลงได้อีก 1-2 ปีจากที่แสดงค่าในตาราง หากมีการใช้ระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งต่างๆ ปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อระยะเวลาคืนทุนได้แก่ อุณหภูมิความร้อนที่ต้องการค่า Solar Fraction และราคาเชื้อเพลิงที่ถูกทดแทน จากการวิเคราะห์ด้านการเงินและระยะเวลาคืนทุน เห็นได้ว่าระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์สามารถแข่งขันได้ดีกับระบบให้ความร้อนในอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม หรือ น้ำมันเตา

# แหล่งเงินทุนสำหรับการลงทุน ในระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์

เนื่องจากระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์มีการลงทุนที่ไม่สูงมากนัก สำหรับการติดตั้งระบบ 200 ตารางเมตร มีการลงทุนประมาณ 3 ล้านบาท ซึ่งเป็นจำนวนเงินไม่มากนักสำหรับเจ้าของโรงงานอุตสาหกรรม จึงมักจะลงทุนเอง อย่างไรก็ตาม ยังมีแหล่งเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำจากหลายแห่ง อาทิ เงินกู้หมุนเวียน เงินกู้ ESCO ซึ่งเป็นกองทุนเงินกู้ของรัฐบาลที่มีอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าและระยะเวลาจ่ายคืนที่นานกว่าเงินกู้จากธนาคารทั่วไป กระทรวงพลังงาน ให้การสนับสนุนการลงทุนในระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ผ่าน 3 โครงการหลัก คือ

source of capital



## 1.

### โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน

เป็นแหล่งเงินกู้ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้แก่ โรงงาน อาคาร โดยผ่านทางสถาบันการเงิน มีวงเงินกู้ไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ และมีอายุเงินกู้ไม่เกิน 7 ปี (หรือมีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 7 ปี) อัตราดอกเบี้ยไม่เกินร้อยละ 4 ต่อปี ผู้มีสิทธิ์กู้ต้องเป็นโรงงาน/อาคารทั่วไปตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โครงการที่มีสิทธิ์ขอรับการสนับสนุนต้องเป็นโครงการอนุรักษ์พลังงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามที่กำหนดไว้ใน พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรา 7 และมาตรา 17 รายละเอียดโครงการ สามารถติดต่อสอบถามได้ที่ ศูนย์อำนวยการโครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โทร. 02 223 0021-9 ต่อ 1013, 02 225 1434

## 2.

### โครงการส่งเสริมการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบผสมผสาน

ให้เงินสนับสนุนแก่ผู้ลงทุนติดตั้งระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ โดยโครงการปีที่ 3 (ครั้งล่าสุดที่ผ่านมาเมื่อปี 2552) ให้เงินสนับสนุน 4,500 บาท/ตร.ม. สำหรับอุปกรณ์ที่มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่แผงรับรังสีอาทิตย์ผลิตได้ในรอบปีมีค่าตั้งแต่ 800 กิโลวัตต์/ตร.ม. ขึ้นไป และ 3,000 บาท/ตร.ม. สำหรับอุปกรณ์ที่มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่แผงรับรังสีอาทิตย์ผลิตได้ในรอบปีมีค่ามากกว่า 500 กิโลวัตต์/ตร.ม แต่ไม่เกิน 800 กิโลวัตต์/ตร.ม. ทั้งนี้ระบบผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ต้องมีพื้นที่รับแสงของแผงรับรังสีอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร และไม่เกิน 500 ตารางเมตร หรือไม่เกิน 2,250,000 บาทต่อแห่ง หรือตามที่คณะกรรมการพิจารณากำหนดให้ ความคืบหน้าเรื่องรายละเอียดการให้เงินสนับสนุนโครงการในครั้งถัดไป สามารถติดต่อสอบถามได้ที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 02 223 0021-9 ต่อ 1481

## 3.

**โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน (Esco Fund)**

เป็นโครงการที่จัดตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพทางเทคนิค แต่ยังขาดปัจจัยการลงทุน และช่วยผู้ประกอบการหรือผู้ลงทุนให้ได้ประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต โดยมีลักษณะการส่งเสริมการลงทุนดังต่อไปนี้

- Equity Investment เป็นการร่วมลงทุนในโครงการอนุรักษ์พลังงาน หรือพลังงานทดแทน 10-50% ของมูลค่าเงินลงทุน แต่ไม่เกิน 50 ล้านบาท/โครงการ
- ESCO Venture Capital เป็นการร่วมลงทุนในบริษัท ESCO 10-30% ของทุนจดทะเบียน แต่ไม่เกิน 50 ล้านบาท/โครงการ
- Carbon Credit Market เป็นการร่วมลงทุนในการพัฒนาและซื้อขายคาร์บอนเครดิต
- Equipment Leasing ให้บริการเช่าซื้อ อุปกรณ์อนุรักษ์พลังงาน/พลังงานทดแทนไม่เกิน 10 ล้านบาท/โครงการ ผ่อนคืนภายใน 5 ปี
- Credit Guarantee Facility จัดหาสถาบันหรือองค์กรที่ให้การสนับสนุนในเรื่อง Credit Guarantee เพื่อให้โครงการลงทุนได้รับการปล่อยสินเชื่อจากธนาคารพาณิชย์
- Technical Assistance ให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคในการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนแก่ผู้ประกอบการ โดยคิดค่าธรรมเนียมต่ำหรือ อาจมีการแบ่งผลการประหยัดพลังงาน

**รายละเอียดโครงการสามารถติดต่อได้ที่**

- มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม โทร. 02 642 6424
- มูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย โทร. 02 642 7090



# maintenance
# การบำรุงรักษา
## ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์

**หลังจากที่ติดตั้งระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ในโรงงานเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาระบบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างราบรื่นตลอดอายุการใช้งาน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับชนิดเทคโนโลยีที่นำมาใช้ โดยควรให้บริษัทผู้ให้บริการเป็นผู้ดำเนินการ นอกจากนี้ ก็ต้องมีการตรวจเช็คระบบเป็นประจำ บริษัทควรให้การฝึกอบรมแก่ช่างในโรงงานเพื่อให้สามารถจัดการได้เอง แนวทางการบำรุงรักษาและตรวจเช็คระบบสรุปอยู่ในตารางที่ 6**

**ตารางที่ 6:** รายการบำรุงรักษาตรวจเช็คระบบและความถี่ (Aidonis et al. 2002)

| การบำรุงรักษาหรือตรวจเช็คระบบ | ความถี่ |
|---|---|
| ตรวจเช็คสภาพภายนอกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ด้วยตาเปล่าว่ามีส่วนที่เสื่อมสภาพหรือสึกหรอไปบ้างหรือไม่ เช่น กระจกแตก กรอบนอก หรือข้อต่อต่างๆ หลวมเกินไป เป็นต้น | 1 ครั้ง/ปี |
| ตรวจสอบระดับ pH ของสารตัวกลางถ่ายเทความร้อน (ระดับ pH ไม่ควรอยู่ต่ำกว่า 7) | 2 ครั้ง/ปี |
| ตรวจเช็คแรงดันในวงจรหลัก โดยควรมีค่าคงที่ และควรทำการตรวจสอบในช่วงที่ไม่มีแสงแดด (เช่น ช่วงตอนเย็น) | 2 ครั้ง/ปี หรือบ่อยกว่านี้ |
| ค่าแตกต่างของอุณหภูมิ ($\Delta T$) ที่ระบบทำให้เกิดขึ้น ควรใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้ (เช่น 20°C) ค่าที่สูงเกินไปแสดงว่ามีการไหลที่ลดลง เนื่องจากสิ่งแปลกปลอมภายในท่อ หรือปั๊มมีปัญหา ส่วนค่าที่ต่ำเกินไปแสดงว่ามีการไหลที่แรงเกินไป หรือมีปัญหาด้านประสิทธิภาพ | 2 ครั้ง/ปี |
| อุณหภูมิของแผงรับรังสีอาทิตย์ควรใกล้เคียงกับอุณหภูมิของสารตัวกลางที่ออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ทั้งหมด ค่าที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความผิดปกติที่เซนเซอร์ หรือ ที่ตัวควบคุม | 2 ครั้ง/ปี |
| ปั๊มในวงจรหลักควรหยุดทำงานในช่วงที่ไม่มีแสงแดด ถ้ายังทำงานอยู่แสดงว่ามีปัญหาที่เซนเซอร์ หรือที่ตัวควบคุม | 2 ครั้ง/ปี |
| เช็คการมีอยู่ของอากาศในวงจรหลัก (จะมีเสียงดัง) ควรระบายอากาศออก และถ้าจำเป็นก็เติมสารตัวกลางในวงจรหลักให้เต็ม ที่ความดันที่ถูกต้อง | 1 ครั้ง/ปี |
| ทำความสะอาดกระจกปิดไม่ให้ฝุ่นเกาะหนาเกินไปโดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งที่ฝนหยุดตกเป็นเวลานาน เพื่อให้แสงอาทิตย์ทะลุผ่านไปยังตัวดูดรังสีได้เต็มที่ | 1 ครั้ง/ปี |
| มิเตอร์วัดค่าพลังงานในช่วงที่มีแสงแดดออกเต็มที่และโหลดความร้อนปกติควรมีค่าที่มากกว่า 3 กิโลวัตต์/ตร.ม. | 2 ครั้ง/ปี หรือบ่อยกว่านี้ |

นอกเหนือจากรายการบำรุงรักษาและตรวจเช็คระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่สรุปไว้ในตารางที่ 6 แล้ว ก็ยังมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งอื่นๆ (ปั๊ม ถังสะสมความร้อน วาล์ว ระบบท่อ ระบบควบคุม เป็นต้น) ที่ต้องมีการบำรุงรักษาตรวจเช็คตามที่ผู้ผลิตแนะนำ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่นตลอดการใช้งาน



# การเลือกผู้ผลิต
## ระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์

how to choose

วิธีที่ง่ายที่สุดในการค้นหาผู้ให้บริการระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ก็คือการค้นหาในอินเตอร์เน็ต สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังมีการจัดตั้งสมาคมผู้ประกอบการน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นในประเทศไทยซึ่งมีบริษัทสมาชิกมากกว่า 20 บริษัท รายละเอียดติดต่อสามารถหาได้ที่ www.stasolar.org

ในการเลือกบริษัทผู้ผลิตระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์มาใช้งาน ควรจะเลือกบริษัทที่มีประสบการณ์อันยาวนานในการติดตั้งระบบชนิดเดียวกันกับที่ต้องการนำมาใช้ประโยชน์ เพราะมีความเชี่ยวชาญและมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีมากกว่า รวมทั้งมีความเสี่ยงที่จะทำงานผิดพลาดได้น้อยกว่า และบริษัทควรจะแสดงรายชื่อลูกค้าที่เคยติดตั้งระบบไปแล้วเพื่อนำมาอ้างอิง

บริษัทระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ควรจะแสดงเอกสารด้านเทคนิค เช่น คุณสมบัติเฉพาะ อายุการใช้งาน มีใบรับรองมาตรฐาน ผลทดสอบสมรรถนะ จากสถาบันทดสอบที่เชื่อถือได้ ตามมาตรฐานสากล และมีใบรับรองมาตรฐานของอุปกรณ์ประกอบในระบบ เช่น ท่อน้ำร้อน ท่อน้ำเย็น ข้อต่อและวาล์วประเภทต่างๆ ฉนวนกันความร้อน ปั๊มน้ำ หนังสือรับรองความปลอดภัยในการออกแบบและติดตั้ง รวมทั้งรายการคำนวณการประหยัดพลังงานระยะเวลาคืนทุนและแบบแสดงการติดตั้ง

โดยทั่วไปแล้วควรจะติดต่อหลายบริษัทให้เสนอราคาสำหรับการติดตั้งระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน แต่ละบริษัทควรได้รับข้อมูลด้านความต้องการที่เหมือนกัน ยกตัวอย่าง หากเปรียบเทียบราคาของระบบพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคากับระบบที่ติดตั้งบนพื้น คงไม่สามารถบอกอะไรได้มากนอกจากความแตกต่างของการติดตั้งทั้งสองแบบ ทางออกหนึ่งก็คือควรให้แต่ละบริษัทระบุประเภทระบบ ขนาด ปริมาณพลังงานที่ผลิต การบำรุงรักษา และราคาของอุปกรณ์ทั้งหมด ภาษี และการรับประกัน ทั้งนี้ควรจะรวมการติดตั้งและทดสอบระบบจนกระทั่งใช้งานได้

การรับประกันระบบถือเป็นส่วนสำคัญในการเปรียบเทียบระบบที่แต่ละบริษัทเสนอ เงื่อนไขหนึ่งสำหรับการได้รับการสนับสนุนการลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จากรัฐบาล ก็คือ ระบบจะต้องมีการรับประกันการใช้งาน อย่างน้อย 1 ปี และแผงรับรังสีอาทิตย์ อย่างน้อย 5 ปี บริษัทอาจเสนอการรับประกันในระยะเวลาที่นานกว่า โดยเฉพาะในส่วนของแผงรับรังสีอาทิตย์ อย่างไรก็ตาม ระบบที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์ประกอบที่เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ปั๊ม วาล์ว และสายไฟต่างๆ จึงควรศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตการรับประกันที่บริษัทเสนอให้ละเอียด ข้อตกลงด้านการบำรุงรักษาระบบอาจเป็นส่วนหนึ่งในการรับประกัน บริษัทควรจะจัดเตรียมตารางเวลาบำรุงรักษาที่จำเป็นหรือที่แนะนำก่อนมีการจัดซื้อระบบ

ในการเปรียบเทียบราคาของแต่ละระบบที่หลายบริษัทเสนอมา ระบบที่ควรเลือกมาติดตั้งไม่จำเป็นที่จะต้องมีราคาถูกที่สุดเสมอไป บริษัทลงทุนในธุรกิจชนิดนี้เพื่อทำกำไร ดังนั้นค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินกิจการต้องรวมเข้าไว้แล้ว ราคาที่ต่ำเกินไปอาจจะบ่งบอกถึงการไร้ประสบการณ์ หรือไม่ก็เป็นบริษัทที่ไม่มีความมั่นคง บริษัทที่คาดหวังว่าจะอยู่ในธุรกิจนี้นานจะต้องคิดราคาที่ครอบคลุมต้นทุนและบวกกำไรที่เหมาะสมเข้าไป ดังนั้นราคาจึงไม่ใช่ปัจจัยในการพิจารณาเพียงอย่างเดียว

how to choose



# FAQ
## คำถามที่พบบ่อย

**Q: ผลิตไฟฟ้าได้เท่าไร ?**

A: แผงรับรังสีอาทิตย์ที่กล่าวถึงในที่นี้เป็นอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นคนละชนิดกันกับแผงโซล่าเซลล์ซึ่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

**Q: ราคาเท่าไร ?**

A: ราคาต้นทุนเบื้องต้นของทั้งระบบฯ สำหรับใช้ในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 15,000-23,000 บาท/ตร.ม. ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ ขนาด และประเภทของระบบฯ โดยทั่วไประบบฯ ขนาดใหญ่จะมีราคาต่อตารางเมตรต่ำกว่าระบบฯ ขนาดเล็ก

**Q: ระยะเวลาคืนทุนนานเท่าไร ?**

A: ระยะเวลาคืนทุนสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 4-9 ปี ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ขนาด ประเภท และคุณภาพของระบบฯ โหลดความร้อนที่ต้องการ ค่าSolar Fraction ราคาเชื้อเพลิงที่ถูกทดแทน และการได้รับเงินสนับสนุนการลงทุนจากรัฐบาล ระยะเวลาคืนทุนจะลดลงได้อีก 1-2 ปีหากมีการใช้ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งจากแหล่งต่างๆ

**Q: อายุการใช้งานกี่ปี ?**

A: โดยทั่วไปแผงรับรังสีอาทิตย์ มีอายุการใช้งานได้ประมาณ 10-15 ปี หรือมากกว่านั้นหากได้รับการดูแลรักษาเป็นประจำ

**Q: เวลาที่ไม่มีแดด เช่น ตอนกลางคืน ฝนตก ไม่สามารถผลิตน้ำร้อนมาใช้ได้ จะทำอย่างไร ?**

A: การติดตั้งแท็งค์เก็บน้ำร้อนที่มีฉนวนหุ้มจะช่วยเก็บความร้อนไว้ได้นาน สามารถนำน้ำร้อนไปใช้ในช่วงที่ไม่มีแดดได้ หรืออาจติดตั้งระบบฯ ร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งหรืออุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนสำรองกรณีที่ไม่มีแดดเป็นเวลานาน เพื่อให้สามารถมีน้ำร้อนใช้ได้ตลอดเวลา

**Q: แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบกับชนิดหลอดแก้วสุญญากาศ อย่างไหนดีกว่ากัน ?**

A: แผงรับรังสีอาทิตย์แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการออกแบบ โดยทั่วไปแผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกปิดเหมาะกับการใช้ที่อุณหภูมิระดับปานกลาง (50-70˚C) ขณะที่ชนิดหลอดแก้วสุญญากาศเหมาะสำหรับระดับอุณหภูมิปานกลางถึงสูง (ประมาณ 70-120˚C) ทั้งนี้ผู้บริโภคควรสอบถามถึงผลทดสอบประสิทธิภาพแผงรับรังสีอาทิตย์จากผู้จำหน่ายแต่ละรายเพื่อนำมาเปรียบเทียบ

**Q: โรงงานผมผลิตผลไม้กระป๋อง สามารถนำน้ำร้อนจากระบบฯ มาใช้ได้หรือไม่ ?**

A: ไม่ว่าโรงงานท่านจะผลิตอะไรก็ตาม หากมีการใช้น้ำร้อนอยู่แล้วก็สามารถนำน้ำร้อนจากระบบฯ มาใช้ได้เช่นกัน ทั้งนี้วิธีการนำมาใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและอุณหภูมิน้ำร้อนที่ต้องการ รายละเอียดสามารถหาดูได้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

**Q: โรงงานผมมีหม้อไอน้ำไว้ต้มน้ำร้อนใช้อยู่แล้ว จะนำระบบฯ มาใช้ได้อย่างไร ?**

A: ท่านสามารถนำระบบฯ มาใช้อุ่นน้ำให้ร้อนก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำได้ตามที่แสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำ

**Q: ต้องหยุดกระบวนการผลิตระหว่างการติดตั้งระบบฯ หรือไม่ ?**

A: โดยทั่วไปแล้วการติดตั้งระบบฯ ไม่จำเป็นต้องหยุดกระบวนการผลิตทั้งหมด แต่อาจจำเป็นต้องหยุดเดินเครื่องเฉพาะในส่วนที่เชื่อมต่อกับระบบฯ ระหว่างติดตั้ง



# ตัวอย่างการใช้งาน
## ในโรงงานอุตสาหกรรม

### กรณีตัวอย่าง 1:
### บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด (ผู้ผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง)

**สถานที่ตั้ง:** สถานที่ตั้ง : 94/6 หมู่ 7 ถ.เศรษฐกิจ1 ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร
**ตำแหน่งติดตั้ง:** บริเวณบ่อบำบัดน้ำเสีย
**โครงการ:** ติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกปิด ขนาด 14 ตร.ม. จำนวน 33 แผง รวมพื้นที่ติดตั้ง 462 ตร.ม. ร่วมกับระบบนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบ Split Type จำนวน 2 ชุด มีมูลค่าลงทุนประมาณ 6.4 ล้านบาท โดยได้รับเงินสนับสนุนจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ประมาณ 2 ล้านบาท
**ผลประหยัด:** 1,506,201/ปี
**ระยะเวลาคืนทุน:** ลดลงจาก 4.26 ปีเหลือเพียง 2.88 ปี หลังได้รับเงินสนับสนุนจาก พพ.

**รูปที่ 15:** ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด (Sunmark, 2009)

## กรณีตัวอย่าง 2:
## ห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่บัว-สีกรุ๊ป (สุรากลั่นชุมชนทิวไผ่)

**สถานที่ตั้ง:** 139 ม.2 บ้านไร่ ตำบลแม่ตีน อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน 51110
**ตำแหน่งติดตั้ง**: บนพื้นดิน
**โครงการ:** ติดตั้งแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกติด และใช้น้ำเป็นตัวกลาง จำนวน 210 แผง รวมพื้นที่ติดตั้ง 493.5 ตร.ม. ร่วมกับระบบนำความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการกลั่น เพื่อนำ ความร้อนที่ได้มาใช้ในการอุ่นส่าเหล้าจนได้อุณหภูมิที่ 50-55°C ก่อนเข้าสู่ระบบการกลั่น ทำให้ลดการใช้แก๊สหุงต้มได้เกือบครึ่ง เนื่องจากช่วยลดชั่วโมงกลั่นสุรา 35 ดีกรี จากเดิมใช้เวลา 10 ชั่วโมง เหลือเพียง 5-6 ชั่วโมง
**ผลประหยัด:** 1,378,107 บาท/ปี
**ระยะเวลาคืนทุน:** 2.49 ปี

**รูปที่ 16:** ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่โรงสุรากลั่นชุมชนทิวไผ่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [พพ.], 2551)



## กรณีตัวอย่าง 3:
## ห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่บัว-สีกรุ๊ป (โรงอบยางพาราแผ่นรมควัน)

**สถานที่ตั้ง:** 139 ม.2 บ้านไร่ ตำบลแม่ตีน อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน 51110
**ตำแหน่งติดตั้ง:** บนพื้นดิน
**โครงการ:** ติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดชนิดแผ่นเรียบมีกระจกติด จำนวน 108 แผง รวมพื้นที่ติดตั้ง 254.34 ตร.ม. ร่วมกับระบบนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ
**ผลประหยัด:** 614,388 บาท/ปี
**ระยะเวลาคืนทุน:** 2.69 ปี

**รูปที่ 17:** ระบบผลิตความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่โรงอบยางพาราแผ่นรมควัน (พพ., 2551)

## กรณีตัวอย่าง 4:
## ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภูมิไพร (ผลิตภัณฑ์สมุนไพร)

**สถานที่ตั้ง:** 158/24 ซ.แม่บัวมุง 3 ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
**ตำแหน่งติดตั้ง:** บนพื้นดิน
**โครงการ:** ติดตั้งแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกติด จำนวน 210 แผง รวมพื้นที่ติดตั้ง 493.5 ตร.ม. ร่วมกับระบบนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ จำนวน 2 ชุด
**ผลประหยัด:** 1,249,896 บาท/ปี
**ระยะเวลาคืนทุน:** 2.59 ปี

**รูปที่ 18:** ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภูมิไพร (พพ., 2551)



## กรณีตัวอย่าง 5:
## บริษัท เอเชียจัมโบ้ อินดัสตรีส์ จำกัด (ผลิตลูกอม และ ช็อคโกแลต)

**สถานที่ตั้ง:** 202 ถ.พหลโยธิน ตำบลชะแวบ อำเภอวังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา 13170
**ตำแหน่งติดตั้ง:** บนหลังคาโรงงาน
**โครงการ:** ติดตั้งแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบมีกระจกติด จำนวน 131 แผง รวมพื้นที่ติดตั้ง 249.62 ตร.ม. ร่วมกับระบบนำความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ จำนวน 1 ชุด
**ผลประหยัด:** 910,341 บาท/ปี
**ระยะเวลาคืนทุน:** 3.69 ปี

**รูปที่ 19:** ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่บริษัท เอเชียจัมโบ้ อินดัสตรีส์ จำกัด (พพ., 2551)

# ตัวอย่างการใช้งาน
## ในภาคส่วนอื่นๆ

### ผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในโรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท จ.เชียงราย

**รูปที่ 20:** ระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานที่โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท ได้รับรางวัล Thailand Energy Award 2007 และ ASEAN Energy Award 2007 (พพ., 2550)

### ผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในโรงพยาบาลแกลง จ.ระยอง

**รูปที่ 21:** ระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานที่โรงพยาบาลแกลง (พพ., 2550)



### ใช้อุ่นสระว่ายน้ำในร่มที่โรงเรียนนานาชาติไทย-จีน จ.สมุทรปราการ

**รูปที่ 22:** รูปซ้ายและกลาง-แผงรับรังสีอาทิตย์ชนิดหลอดแก้วสุญญากาศร่วมกับความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (พพ., 2551), รูปขวา-สระว่ายน้ำในร่มที่โรงเรียนนานาชาติไทย-จีน (โปร โซล่าร์ กรุ๊ป, 2551)

### ผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้ในครัวเรือนที่หมู่บ้านนิชดาธานี จ.นนทบุรี

**รูปที่ 23:** ระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่หมู่บ้านนิชดาธานี (เฮอรีเทจ อินเตอร์เนชั่นแนลดีเวลลอปเม้นท์, 2552)

### นำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ไปทำความเย็นปรับอากาศที่ห้างเทสโก้ โลตัส จ.นครปฐม

**รูปที่ 24:** ระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่ห้างเทสโก้ โลตัส จ.นครปฐม (Tesco Lotus, 2008)

## อ้างอิง


1. "ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์เงื่อนไขและวิธีการสมัครเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยระบบผสมผสามปีที่ 3 (สนับสนุนการลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์)". (2552, มิถุนายน). วันที่ค้นข้อมูล 23 กันยายน 2552, จากhttp://www2.dede.go.th/solarcell/Datafiles/Criteria.pdf.
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). โครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. วันที่ค้นข้อมูล 3 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www.dede-energyfund.com/th/aboutus_project1.php
3. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). โครงการส่งเสริมการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบผสมผสาน. วันที่ค้นข้อมูล 3 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www2.dede.go.th/solarcell/index.asp
4. นิพนธ์ เกตุจ้อย. (2553). การใช้น้ำร้อนแสงอาทิตย์ในธุรกิจอุตสาหกรรม. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงวิชาการเรื่องระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในอุตสาหกรรม. วันที่ 27 มกราคม 2553 ณ สำนักงานนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.
5. มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2552). โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน. วันที่ค้นข้อมูล 3 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www.efe.or.th/escofund/index.php
6. US Department of Energy. (2003). A Consumer's Guide: Heat your Water with the Sun. Retrieved September 16, 2009, from http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34279.pdf
7. Aidonis, A., Drosou, V., Mueller, T., Staudacher, L., Fernandez-Llebrez, F., Oikonomou, A., & Spencer, S. (2002). PROCESOL II Solar thermal plants in industrial processes: Design and Maintenance Guidelines. Center for Renewable Energy Sources. Retrieved September, 21, 2009, from http://www.cres.gr/kape/pdf/download/PROCESOL_eng_L.pdf
8. Centre for Renewable Energy Sources. (2009). Solar Systems Applications in the Dairy Industry. European Commission. Retrieved September 23, 2009, from http://www.solarthermalworld.org/files/dairy_leaflet.pdf?download
9. European Solar Thermal Industry Federation. (2006). Solar Industrial Process Heat – State of the Art, Retrieved September 16, 2009, from http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/policies/downloads/D23-solar-industrial-process-heat.pdf
10. International Energy Agency. (n.d.). Solar Heat for Industrial Processes: Task 33/Task IV: SHIP – Detailed papers to Newsletter No.1. Retrieved September 16, 2009, from http://www.iea-ship.org/documents/papersofnewsletterNo1.pdf
11. RETScreen. (2004). Solar Water Heating Project Analysis. Minister of Natural Resources Canada. Retrieved September 24, 2009, from http://www.retscreen.net/ang/textbook_swh.html
12. Southface. (2008). How Solar Thermal and Photovoltaics Work. Retrieved September 24, 2009, from http://www.southface.org/solar/solar-roadmap/solar_how-to/solar-how_solar_works.html
13. The Solar Server. (2010). Solar Collectors: Different Types and Fields of Application. Retrieved March 9, 2010, from http://www.solarserver.de/wissen/sonnenkollektoren-e.html
14. UK Solar Energy.org.uk. (n.d.). How does my new solar system work?. Retrieved September 24, 2009, from http://www.uksolarenergy.org.uk/solar-system.html