บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก

รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกประกอบด้วยรังสี 2 ประเภท คือรังสีตรงและรังสีกระจาย รังสีตรงเป็นรังสีส่งมาจากดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นรังสีขนาน ส่วนรังสีกระจายนั้นเป็นรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่งไปกระทบตัวกลางอื่น เช่น เมฆ หมอก ไอน้ำ เป็นต้น แล้วจึงกระจายออกไปทุกทิศทาง ไม่อาจนำมาผสมกันหรือทำให้มีความเข้มของแสงสูง ๆ ได้อย่างรังสีตรง และในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส รังสีดวงอาทิตย์จะประกอบด้วยรังสีตรงเป็นส่วนใหญ่ ส่วนในวันที่มีเมฆหมอกมากรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะเป็นรังสีกระจาย เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศโลกเข้ามาในวันที่ท้องฟ้ารังสีจะเกิดการสะท้อนโดยฝุ่นละอองและโมเลกุลของอากาศแห้งประมาณร้อยละ 1.1-11 และจะถูกดูดไว้ด้วยโมเลกุลของอากาศแห้งร้อยละ 8 โดยฝุ่นละออง 4-5 เปอร์เซ็นต์และโดยไอน้ำ 2-10 เปอร์เซ็นต์ บางส่วนกระจายโดยโมเลกุลของอากาศแห้งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยฝุ่นละออง 0.1 – 10 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวจะพบว่ามีความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ประมาณร้อยละ 71 – 81 จากข้อจำกัดของชั้นบรรยากาศของโลก การแผ่กระจายของรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงจากการศึกษาของ ASHRAE STANDARD (1997)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตาราง 1 ข้อมูลการแผ่กระจายของรังสีดวงอาทิตย์

ช่วงรังสี	ช่วงรังสี ช่วงความยาวคลื่น (ไมครอน)	เปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมด
รังสีอัลตราไวโอเลต	0.29-0.40	9.0
รังสีที่มองเห็นได้ (Visible)	0.40-0.70	38.0
รังสีอินฟราเรด	0.70-3.50	53.0

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

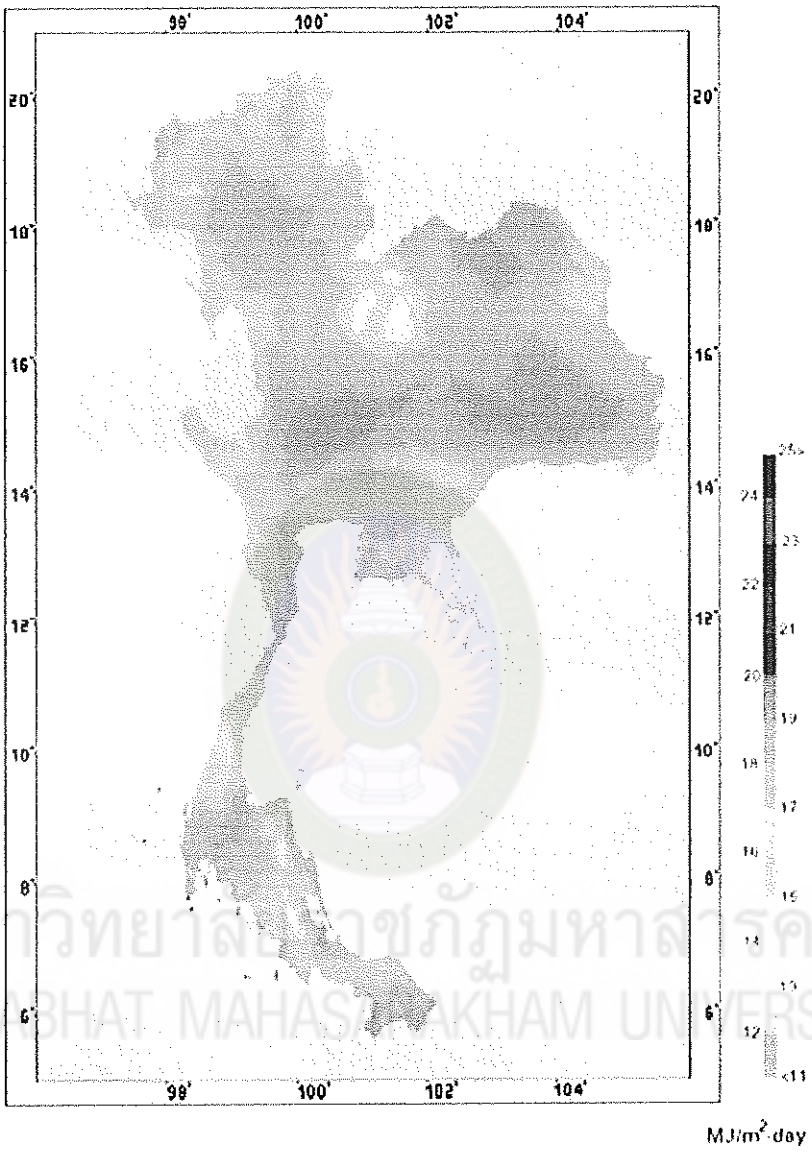
พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากการก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมีปริมาณมากมายมหาศาลอยู่ทั่วทุกหนแห่งของโลก และสามารถนำมาใช้อย่างไม่หมดสิ้น ดังนั้นหากมนุษย์สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะเป็นหนทางในการแก้ไขสภาพความไม่แน่นอนของราคาจากพลังงานน้ำมัน ซึ่งนับวันจะมีแนวโน้มที่ราคาพุ่งสูงขึ้นและมีความผันผวนสูง ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของประเทศที่จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมัน และประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้เป็นอย่างมาก การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์อาจจำแนกเป็นผลที่ได้รับสองด้านหลักๆ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่งมีสองชนิด คือ การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า (Solar Cell) และการใช้ระบบรวมแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า (Concentrating Solar Power) สำหรับการผลิตความร้อนจากพลังงาน แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ ได้แก่ การใช้แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ผลิตน้ำร้อนเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค ซึ่งปัจจุบันมีการใช้อย่างแพร่หลาย และอีกชนิดหนึ่งคือการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Drying) เพื่อทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งผลิตภัณฑ์จากการเกษตรและอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีพลังงาน แสงอาทิตย์มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่บริเวณที่จะใช้งานด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

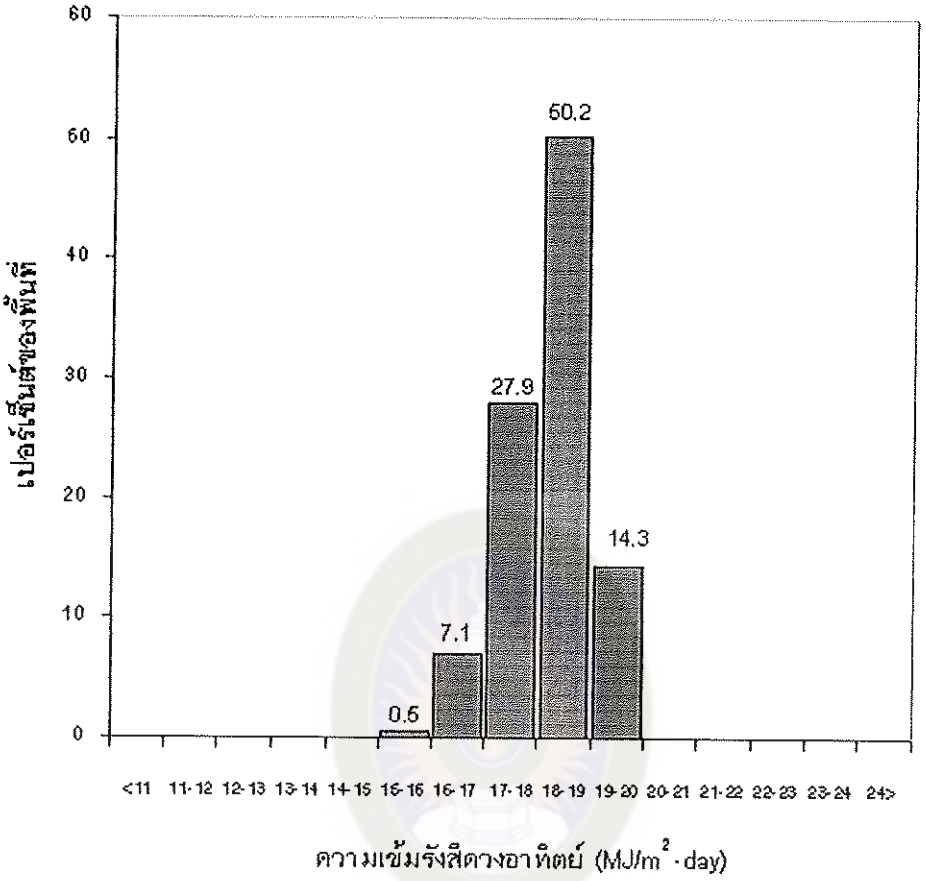
โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้นโดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง สำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้อุปกรณ์รวมแสง เราจำเป็นต้องทราบศักยภาพรังสีตรงด้วยในกรณีของประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณต่าง ๆ โดยเฉลี่ยทั้งปีสามารถแสดงได้ด้วย

แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีดังรูปที่ 1.1 จากรูปจะเห็นว่าบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูงแผ่เป็นบริเวณกว้างทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดอุดรธานีรวมทั้งบางส่วนของภาคกลาง สำหรับส่วนที่เหลือจะมีศักยภาพลดหลั่นกันตามที่แสดงในแผนที่ เมื่อทำการจำแนกเปอร์เซนต์ของพื้นที่ตามความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ จะได้ผลดังรูปที่ 1.2



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

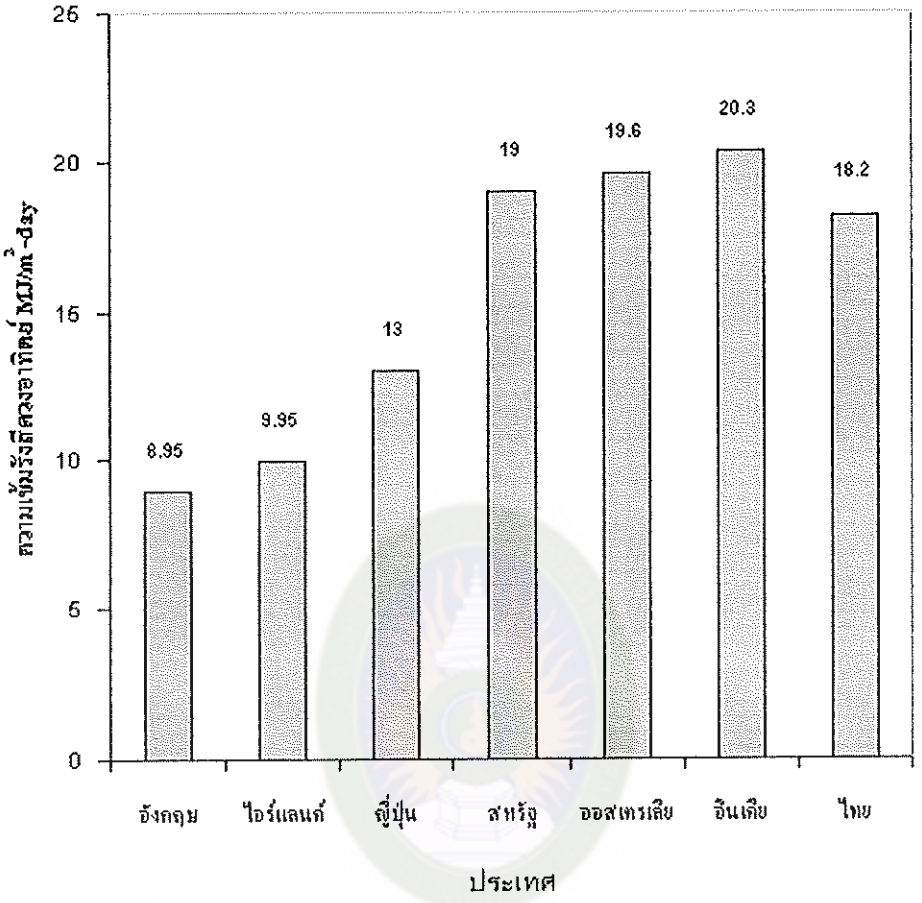
รูปที่ 1.1 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย(ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยรายวันต่อปี)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ที่ระดับต่าง ๆ

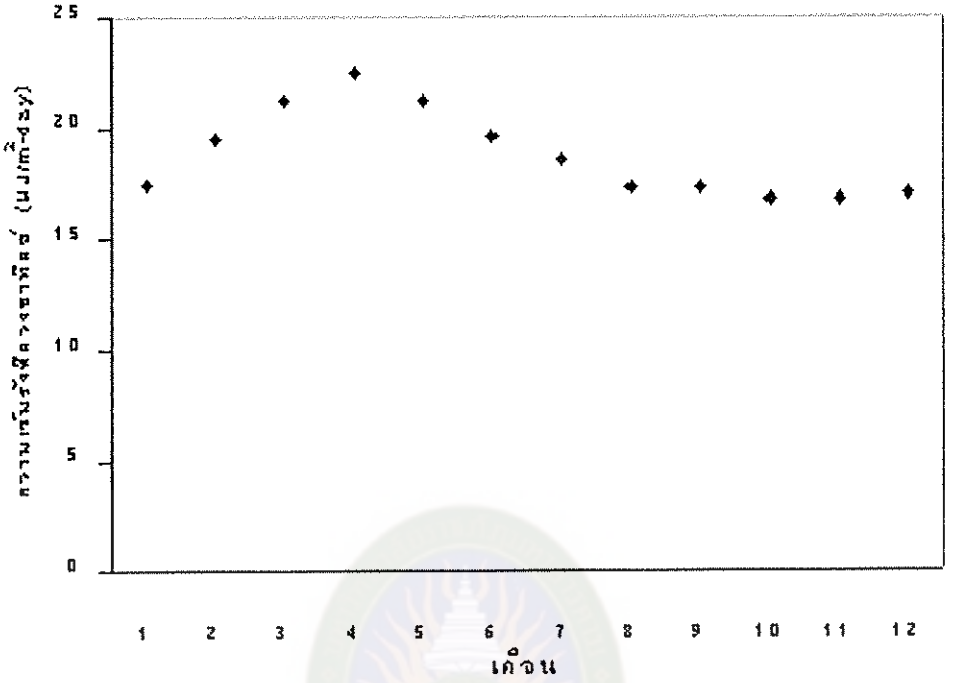
จากรูปจะเห็นว่า 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูง คือได้รับรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีในช่วง 19-20 MJ/ m^2-day และ 50.0% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วง 18-19 MJ/ m^2-day ซึ่งถือว่ามีศักยภาพแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ส่วนบริเวณที่มีศักยภาพค่อนข้างต่ำมีเพียง 0.5% ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อทำการเฉลี่ยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ทั่วประเทศจากทุกพื้นที่เป็นค่ารายวันเฉลี่ยต่อปีจะได้เท่ากับ 18.2 MJ/ m^2-day จากการนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากประเทศอื่น ๆ ดังรูปที่ 1.3 จะเห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 1.3 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีที่ประเทศต่าง ๆ ได้รับ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องทราบการแปรค่าในรอบปีของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ด้วย จากรูปที่ 1.4 แสดงให้เห็นถึงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในรอบปี



รูปที่ 1.4 แสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยรายเดือน โดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศ

จากรูปที่ 1.4 จะเห็นว่าค่ารังสีดวงอาทิตย์แปรค่าในรอบปีอยู่ในระหว่าง 16-22 MJ/ m^2-day โดยมีค่าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมกราคมและสูงสุดในเดือนเมษายน แล้วค่อยลดลงต่ำสุดในเดือนธันวาคม การเปลี่ยนแปลงนี้ถือว่ามีไม่มากนักซึ่งเป็นผลดีต่อการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ เนื่องจากอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์บางชนิด เช่น การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ระบบ concentrator จะใช้ประโยชน์จากรังสีตรงดวงอาทิตย์เท่านั้น โดยไม่สามารถใช้ประโยชน์จากรังสีกระจายได้ ดังนั้น นอกจากทราบข้อมูลปริมาณรังสีรวมแล้วเราจำเป็นต้องทราบศักยภาพรังสีตรงดวงอาทิตย์ด้วย จากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีตรงค่อนข้างสูง (14-17 MJ/ m^2-day) ทั้งนี้เพราะช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูแล้ว (dry season) ท้องฟ้าส่วนใหญ่แจ่มใสปราศจากเมฆ รังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จึงเป็นรังสีตรง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป รังสีตรงจะค่อยๆ ลดลงจนถึงเดือนกันยายนทั้งนี้เพราะช่วงเวลาดังกล่าวประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ท้องฟ้ามักมีเมฆปกคลุมทำให้รังสีตรงมีค่าลดลง หลังจากนั้นรังสีตรงในตอนกลางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม เพราะช่วงเวลา

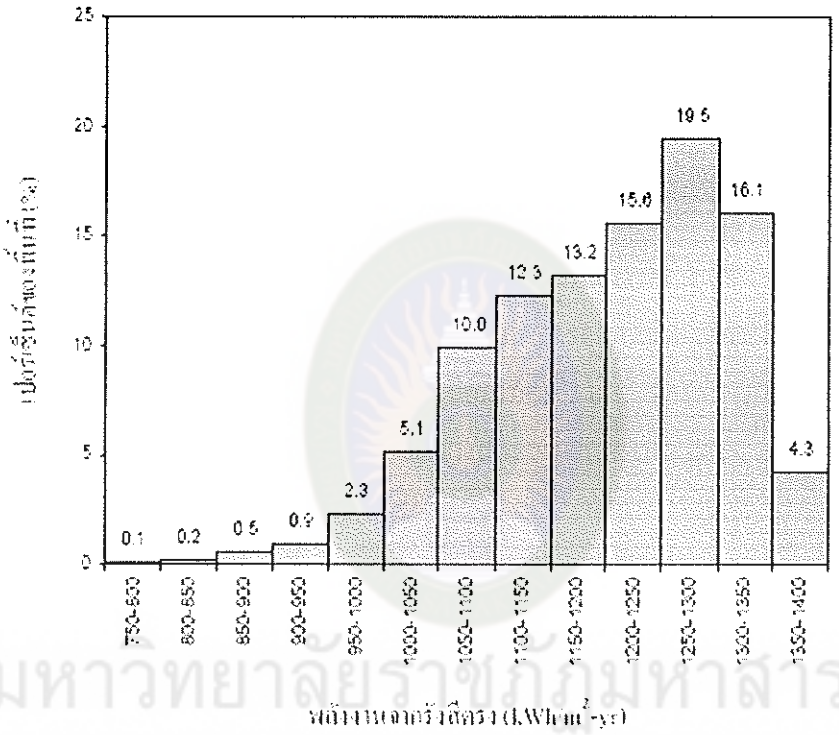
ดังกล่าวประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ท้องฟ้าส่วนใหญ่ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างแจ่มใส รังสีตรงที่รับจึงมีค่าสูง สำหรับช่วงเวลาเดียวกัน ภาคใต้ยังคงมีค่ารังสีตรงต่ำ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยจะนำความชื้นมายังภาคใต้ ทำให้มีเมฆมากและมีฝนตก รังสีตรงจึงมีค่าต่ำ

เมื่อพิจารณาพลังงานรังสีตรงที่ได้รับรวมทั้งปี (รูปที่ 1.5) จะเห็นว่าบริเวณที่ได้รับรังสีตรงสูงสุด จะอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในพื้นที่บางส่วน โดยพื้นที่ดังกล่าวได้รับรังสีตรงต่อไปในช่วง 1,350-1,400 KWh/ m^2-yr

รูปที่ 1.5 ศักยภาพพลังงานความเข้มรังสีตรงของประเทศไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การแจกแจงระดับของรังสีตรงในช่วงต่างๆ โดยหาว่ารังสีตรงในระดับนั้นๆ ครอบคลุมพื้นที่กี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด (รูปที่ 1.6) พบว่าการแจกแจงดังกล่าวมีลักษณะไม่สมมาตร โดยเบ้ไปทางค่ารังสีตรงที่มีค่ามาก และบริเวณที่มีความเข้มรังสีตรงสูงสุด (1,350-1,400 KWh/ m^2-yr) ครอบคลุมพื้นที่ 4.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ที่บางส่วนของภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง



รูปที่ 1.6 การแจกแจงของรังสีตรงตามพื้นที่

2. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

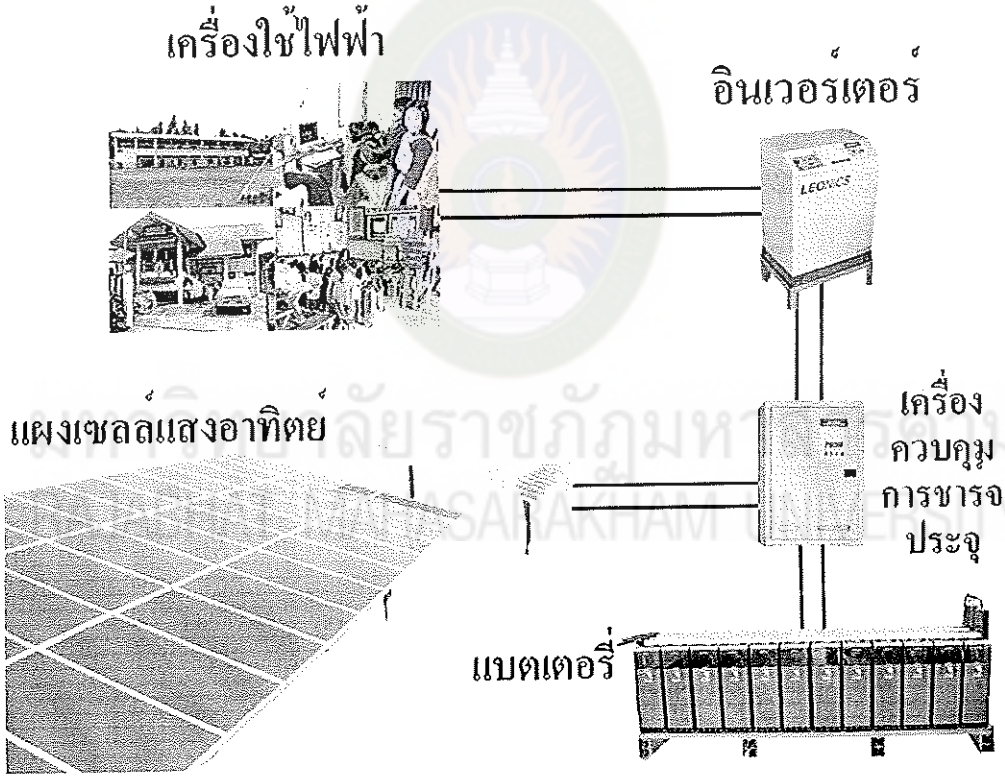
เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์อาจจำแนกเป็น 2 รูปแบบ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับ กล่าวคือ รูปแบบที่ 1 คือเทคโนโลยี พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และรูปแบบที่ 2 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

2.1 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถจำแนกเป็น 2 แบบ คือ เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์

2.1.1 เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

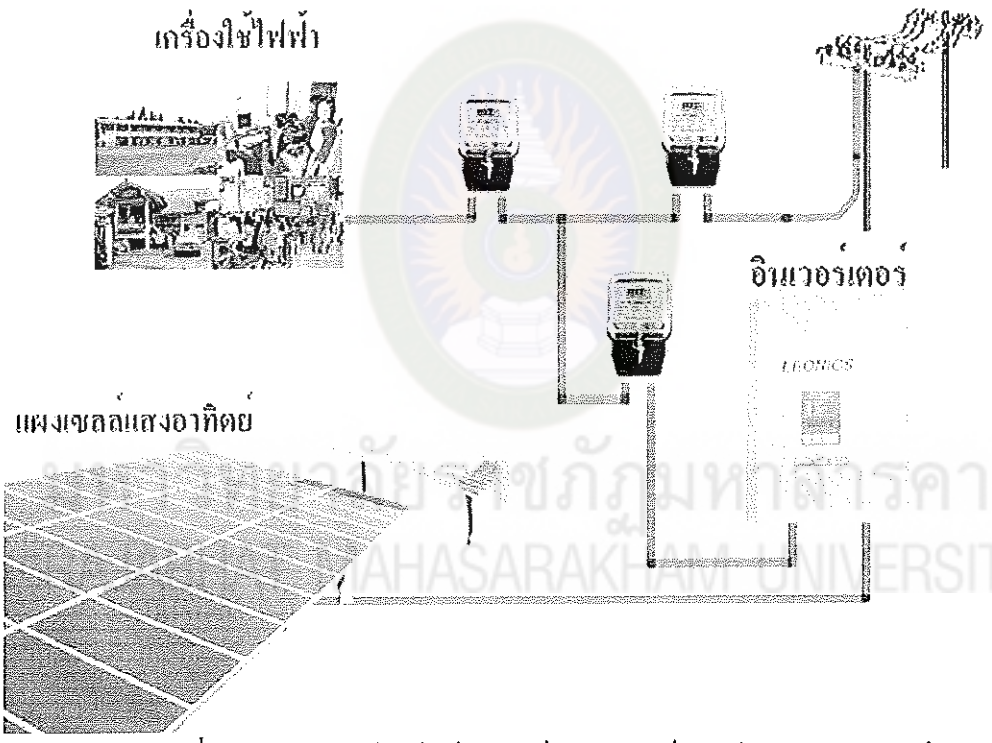
- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าจาก National Grid โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา กล่าวคือ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลด จึงสามารถกล่าวได้ว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Stand alone เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า National Grid โดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิต

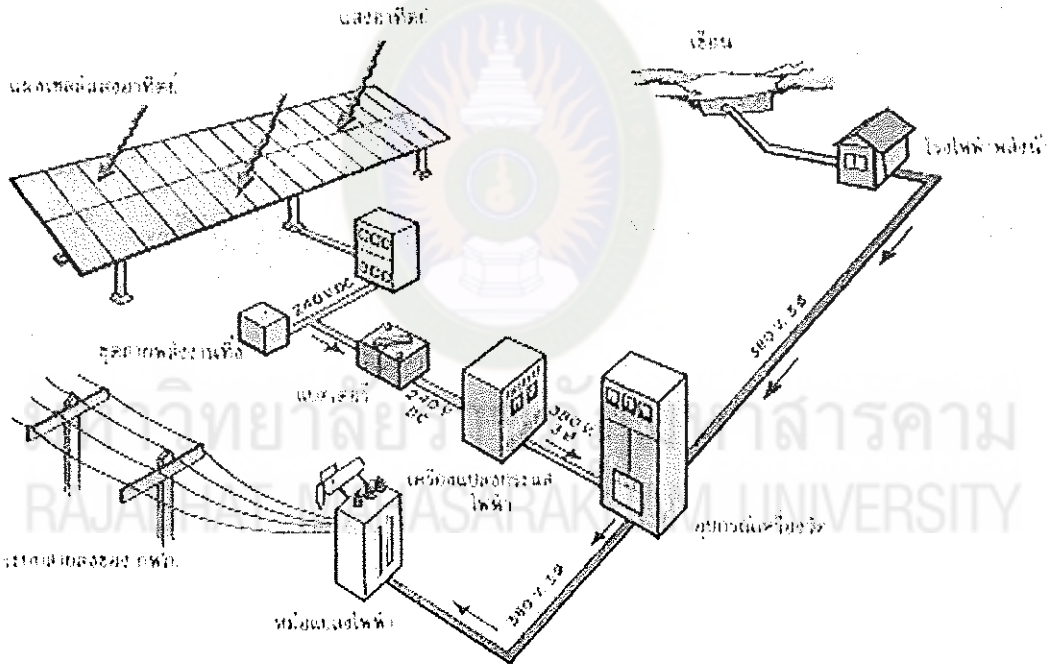
ไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายจะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Grid connected เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย

- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล มี

หลักการทำงาน กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าได้ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Multi function ทำงานร่วมกับไฟฟ้าจากพลังงานลมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดพร้อมทั้งทำงานประจุไฟฟ้าส่วนที่เกินไว้ในแบตเตอรี่ ในกรณีพลังงานลมต่ำไม่สามารถผลิตไฟฟ้าหรือเวลากลางคืนไม่มีไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลด และกรณีแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ามากจนถึงพิกัดที่ออกแบบไว้เครื่องยนต์ดีเซลจะทำงานโดยอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์สำรองพลังงาน กล่าวคือ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่โดยตรงและแบ่งจ่ายให้แก่โหลดพร้อมกัน และหากโหลดมีมากเกินไประบบจะหยุดทำงานทันที และจะทำงานใหม่อีกครั้งเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์หรือพลังงานลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ได้ปริมาณตามพิกัดที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งขนาดโหลดอยู่ในพิกัดที่ชุดแบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้



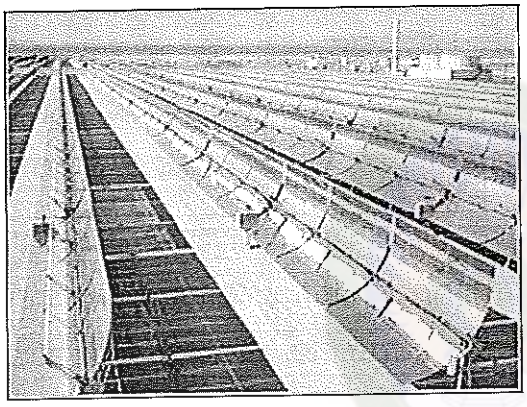
รูปที่ 2.3 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

2.1.2 เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ (Concentrating Solar Power) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

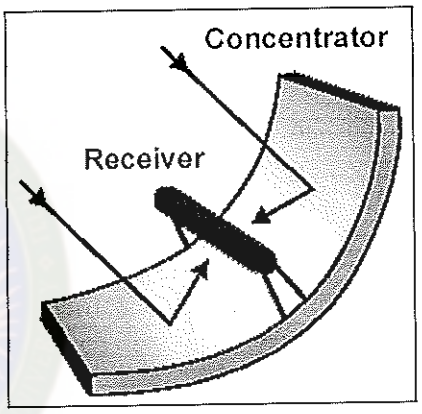
- แบบParabolic Troughs แบบCentral Receivers และแบบParabolic Dishes

เทคโนโลยีทั้ง 3 แบบนี้จะทำการรวมแสงไว้ที่วัตถุรับแสงโดยใช้กระจกหรือวัสดุสะท้อนแสงและหมุนตามดวงอาทิตย์เพื่อสะท้อนแสงและส่งไปยังตัวรับแสงซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานที่มีอุณหภูมิสูง

- แบบ Parabolic Troughs ประกอบด้วยตัวรับแสงที่มีลักษณะเป็นรางยาวโค้งแบบมิติเดียวที่ติดตั้งไว้บนระบบหมุนตามดวงอาทิตย์แกนเดียว (single-axis tracking system) ทำหน้าที่รวมพลังงานแสงอาทิตย์สะท้อนไปยังท่อที่ตั้งขนานกับแนวรางรวมแสงเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวที่ไหลหมุนเวียนผ่านท่อโดยการแลกเปลี่ยนความร้อน ความร้อนเมื่อถูกถ่ายเทให้ของเหลวทำงาน (โดยปกติจะเป็นน้ำ) จะกลายเป็นไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ไอน้ำที่ผลิตจาก parabolic troughs plants โดยทั่วไปจะต้องมีแหล่งความร้อนจากก๊าซธรรมชาติเพื่อเสริมให้เป็นไอดง (superheater)



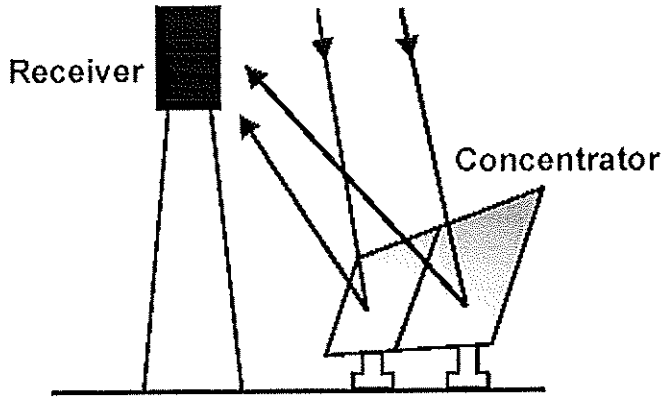
รูปที่ 2.4 Parabolic Troughs



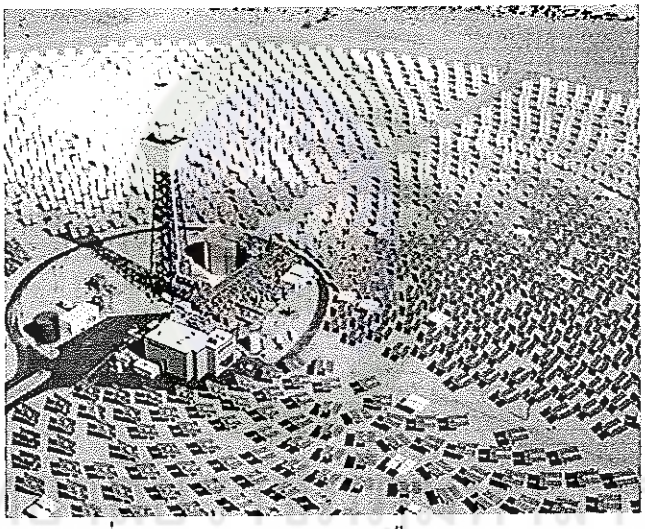
รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของ Parabolic Trough

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- แบบ Central Receivers หรือ Power Tower ประกอบด้วยตัวรับความร้อนที่ติดตั้งอยู่กับที่ตั้งอยู่บนหอคอยที่ล้อมรอบด้วยแผงกระจกขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากที่เรียกกันว่าเฮลิโอสแตท เฮลิโอสแตทจะหมุนตามดวงอาทิตย์และสะท้อนรังสีไปยังตัวรับความร้อน ซึ่งภายในบรรจุของเหลวทำงานทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อนไว้ ของเหลวที่ดูดซับพลังงานความร้อนที่รับมาจากตัวรับความร้อนจะส่งต่อไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันหรือนำที่ไปเก็บไว้ในถังเก็บกักเพื่อนำมาใช้งานต่อไป



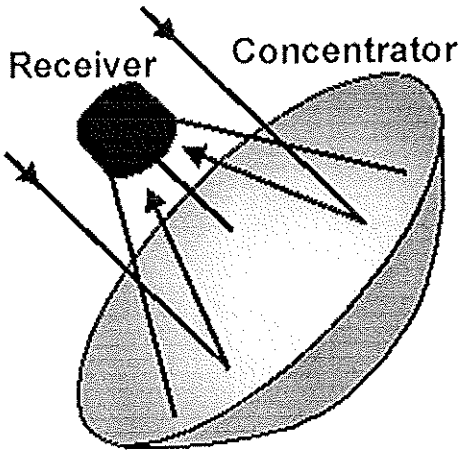
รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของ Central Receivers หรือ Power Tower



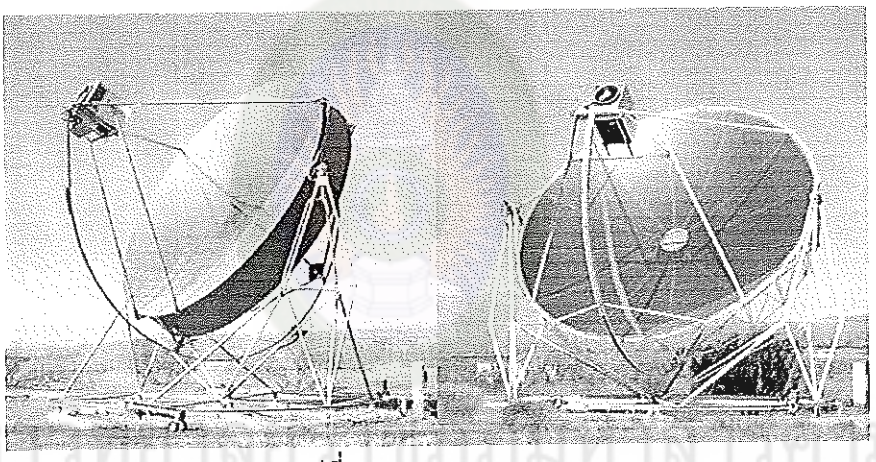
รูปที่ 2.7 Central Receivers หรือ Power Tower

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- แบบ Parabolic Dishes ประกอบด้วยตัวรวมแสงลักษณะเป็นจาน รูปทรง parabolic ที่มีจุดศูนย์รวมแสงเพื่อสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังตัวรับความร้อนที่ตั้งอยู่บนจุดศูนย์รวม Parabolic Dishes จะใช้แผงสะท้อนที่มีลักษณะโค้งเป็นจำนวนมากซึ่งทำด้วยกระจกหรือฟิล์มบาง (laminated film) ตัวรวมแสงเหล่านี้จะตั้งอยู่บนโครงสร้างซึ่งใช้ระบบหมุนตามดวงอาทิตย์สองแกน (two-axis tracking system) เพื่อรวมแสงให้เป็นจุดเดียวไปรวมอยู่บนตัวรับความร้อน ความร้อนที่ได้สามารถใช้ประโยชน์ได้โดยตรงกับ cycle heat engine ซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวรับความร้อน หรือนำความร้อนที่ได้ไปทำให้ของเหลวร้อนก่อนแล้วนำไปใช้กับ central engine ระบบตัวรวมความร้อนแบบเน้นเป็นจุดศูนย์กลาง (parabolic dishes) มีประสิทธิภาพการแปลงเป็นความร้อนได้สูงกว่าชนิดตัวรวมแบบราง (parabolic troughs) เนื่องจากสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิที่สูงกว่า



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของ Parabolic Dishes



รูปที่ 2.9 Parabolic Dishes

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 2 ลักษณะคือ เทคโนโลยีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

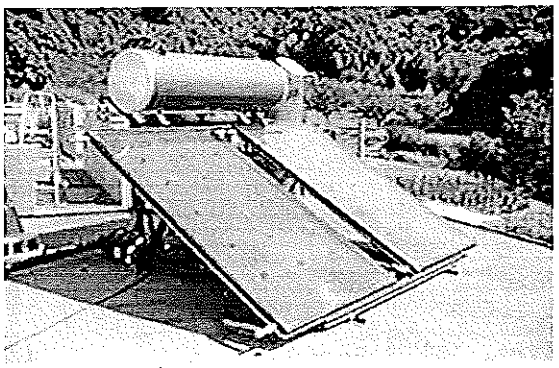
2.2.1 เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- ระบบผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ระบบจะประกอบด้วยสองส่วนหลักๆคือ ถังเก็บน้ำร้อน และแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายในท้องตลาด 2 ชนิดคือ ชนิดแผ่นเรียบ(Flat Plate Collector) และชนิดหลอดแก้วสูญญากาศ(Evaccuum Tube Collector)

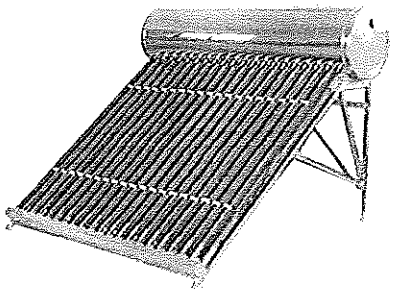
รูปที่ 2.10 เครื่องอบแห้งแบบเรือนกระจก

รูปที่ 2.11 เครื่องอบแห้งระบบ Hybrid

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

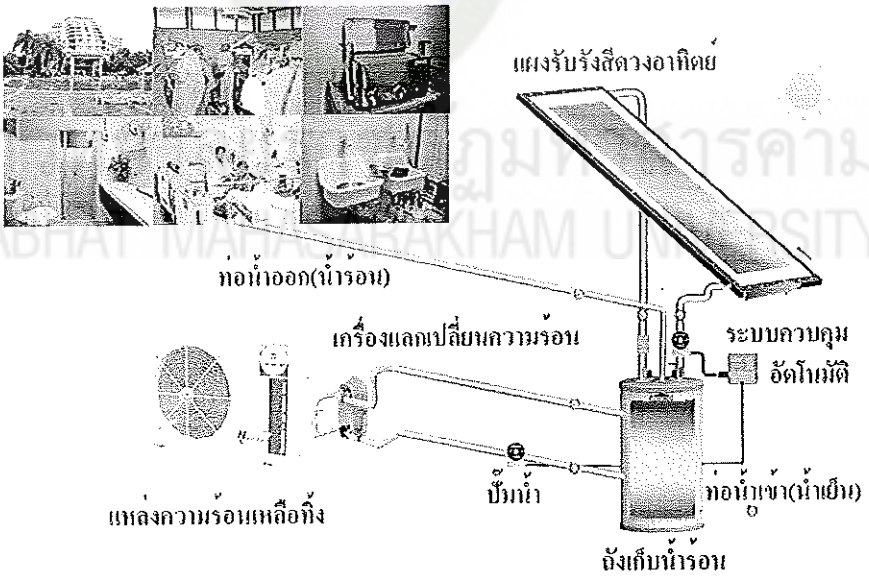


รูปที่ 2.12 Flat Plate Collector



รูปที่ 2.13 Evaccuum Tube Collector

- ระบบผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง เช่น จากการระบายความร้อนของเครื่องทำ ความเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ จากหม้อต้มไอน้ำ จากปล่องไอเสีย เป็นต้น โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เพื่อลดขนาดพื้นที่แผงรับรังสีความร้อน และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า



รูปที่ 2.14 ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2.2 เทคโนโลยีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- การอบแห้งโดยใช้พลังงานเฉพาะจากดวงอาทิตย์ คือระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้อบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และ หรือเป็นเครื่องอบแห้งชนิดที่วัสดุที่อยู่ภายในได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์ และทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านวัสดุอบแห้ง การหมุนเวียนของอากาศอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศชื้น *Passive* หรือมีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น จะมีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับ(active)ให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของวัสดุ จึงพาความชื้นจากเครื่องอบออกสู่ภายนอกทำให้วัสดุที่อบไว้แห้งได้

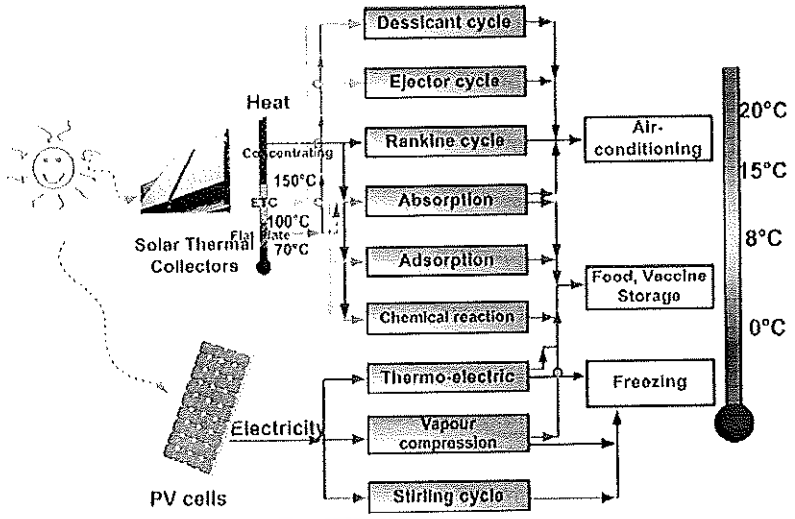
- การอบแห้งระบบ Hybrid คือ ระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอหรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น เช่น ใช้ร่วมกับพลังงานเชื้อเพลิงจากชีวมวล พลังงานไฟฟ้า วัสดุอบแห้งจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ผ่านเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ และการหมุนเวียนของอากาศจะอาศัยพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศช่วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 เทคโนโลยีระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีหลายเทคโนโลยีดังรูปที่ 2.15 ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีมีทั้งจุดเด่นจุดด้อยแตกต่างกัน หากพิจารณาถึงความเหมาะสมของเทคโนโลยีระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ระบบที่ใช้ความร้อนขับเคลื่อนระบบ (Thermal driven system) และเป็นเทคโนโลยีที่อาศัยการถ่ายเปลี่ยนรูปของพลังงานความร้อน (Heat transformation) มีทั้งที่เป็นระบบเปิด (Open cycle) กับระบบปิด (Closed cycle) เป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจมากกว่าหลายเทคโนโลยีทำความเย็นชนิดอื่นๆ

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



รูปที่ 2.15 เทคโนโลยีระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

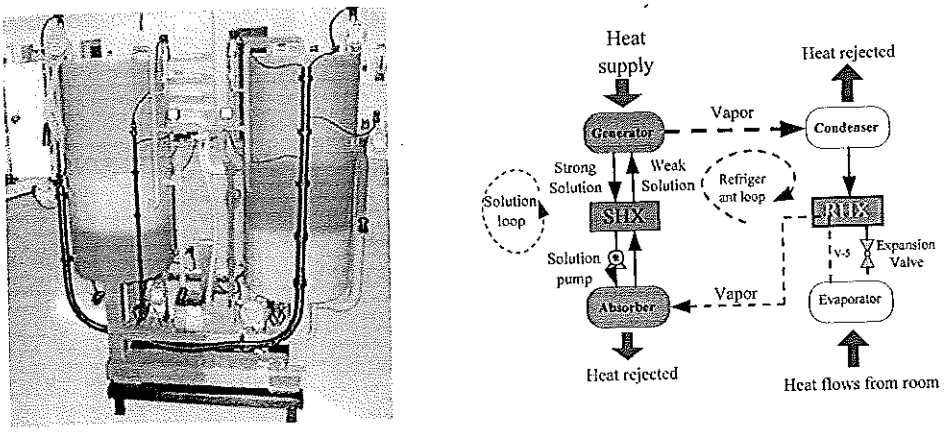
เทคโนโลยีระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เป็นระบบเปิด (Open cycle) ได้แก่ Desiccant cooling system และระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เป็นระบบปิด (Closed cycle) ได้แก่ ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืนความร้อน มีทั้งแบบ Absorption ที่ใช้ของไหลดูดกลืนความร้อน และแบบที่ใช้ของแข็งดูดกลืนความร้อน Adsorption ซึ่งระบบทำความเย็นที่ผลิตในเชิงพาณิชย์หรือเป็นที่นิยมส่วนมากในตลาดอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะเป็นระบบทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นวัฏจักรปิด ได้แก่ ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller) และระบบทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption Chiller)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3.1 ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller)

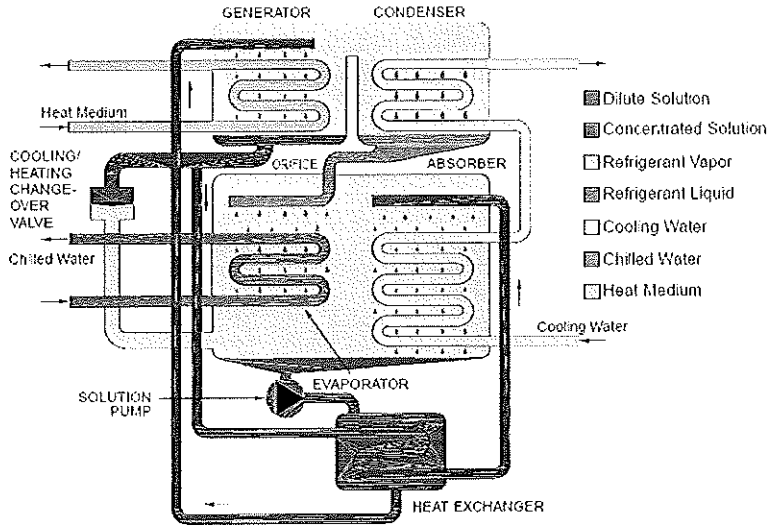
เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนเป็นเทคโนโลยีทำความเย็นที่ใช้ความร้อนในการขับเคลื่อนระบบ ซึ่งเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนนิยมใช้สารทำงานอยู่สองชนิดคือ ลิเทียมโบไมด์กับน้ำ (LiBr/H2O) และ แอมโมเนียกับน้ำ (NH3/H2O) เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้กันมานานโดยปกติจะใช้การให้ความร้อนโดยตรง (Direct– fired) แต่การให้ความร้อนโดยตรงส่วนใหญ่จะใช้แหล่งพลังงานจากฟอสซิล (Fossil) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหามลพิษและพลังงานเหล่านี้กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นหลายประเทศจึงได้พัฒนาเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนมีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ส่วน ประกอบด้วย เจนเนอเรเตอร์ (Generator) คอนเดนเซอร์ (Condenser) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) และ แอบซอบเบอร์ (Absorber) ดังแสดงในรูปที่ 2.16

213133



รูปที่ 2.16 ระบบเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

โดยปกติเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนที่ใช้สารทำงานเป็นลิเทียมโบรไมด์น้ำจะใช้อุณหภูมิประมาณ 70 – 100 °C และค่า COP อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 0.8 ส่วนเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนชนิดวัฏจักรเดี่ยวที่ใช้สารทำงานเป็นแอมโมเนียกับน้ำต้องการอุณหภูมิของน้ำร้อนประมาณ 130 – 180 °C ค่า COP ประมาณ 1.2 การทำงานของระบบที่ใช้สารทำงานลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ เริ่มจากเมื่อป้อนความร้อนให้กับเครื่องทำความเย็นในส่วนของเจนเนอเรเตอร์ (Generator) ความร้อนก็จะถูกดูดกลืนด้วยสารทำงานคือ ลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ เมื่อสารคู่ทำงานดูดกลืนความร้อนน้ำก็จะระเหยกลายเป็นไอที่ความดันสูงและอุณหภูมิสูง ผ่านไปที่คอนเดนเซอร์ บริเวณคอนเดนเซอร์เป็นบริเวณที่ถ่ายเทความร้อนออกจากระบบ เมื่อไอน้ำที่ความดันสูงถูกถ่ายเทความร้อนออกก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว และถูกปั๊มผ่านไปยังวาล์ว (Expansion Valve) เพื่อลดความดัน เมื่อน้ำถูกลดความดันส่งผลให้อุณหภูมิลดลงตาม จากนั้นน้ำก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นสองเฟสประกอบด้วยไอน้ำและน้ำที่เป็นของเหลวและมีอุณหภูมิต่ำผ่านไปที่อีวาพอเรเตอร์ ที่อีวาพาเตอร์ก็จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำงาน (coolant) คือน้ำกับความร้อนภายในห้อง ความร้อนภายในห้องก็จะถูกถ่ายเทให้กับน้ำจากนั้นก็จะถูกปั๊มไปยัง Absorber ที่ส่วนนี้น้ำเมื่อดูดความร้อนจากห้องก็จะไปรวมกับลิเทียมโบรไมด์ความร้อนส่วนหนึ่งก็จะถูกถ่ายเทออกไปทิ้ง จากนั้นสารคู่ทำงานก็จะถูกปั๊มไปยังเจนเนอเรเตอร์ (Generator) อีกครั้งแล้วการทำงานก็จะวนรอบดังกล่าวมาข้างต้น การทำงานของระบบสามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ภายในเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนได้ดังแสดงในรูปที่ 2.17

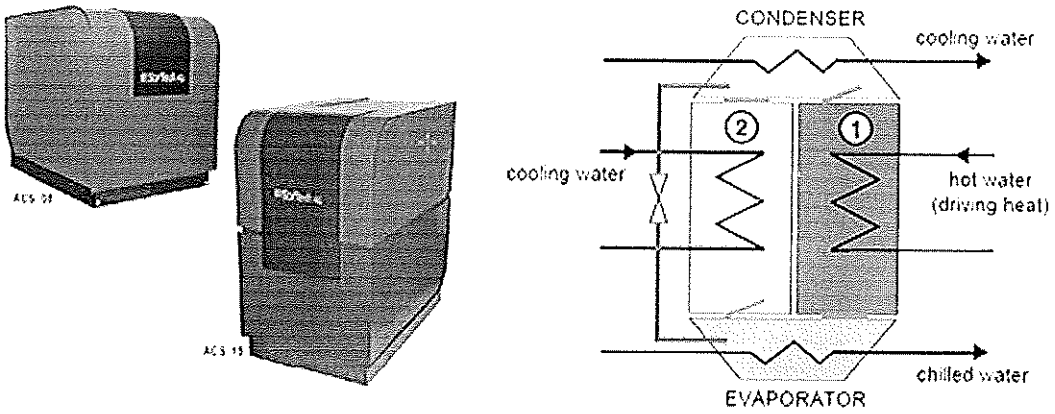


รูปที่ 2.17 การทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน

สำหรับเครื่องทำความเย็นที่ใช้สารทำงานเป็น NH3/H2O จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาในระบบเพื่อทำหน้าที่ในการดักไอน้ำไว้เรียกว่า ตัวดักไอ (Rectifier) มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องทำความเย็นที่ใช้สารทำงานเป็นแบบ LiBr/H2O ซึ่งขนาดของเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนมีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 10 kW – 100000 kW

2.3.2 ระบบทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption Chiller)

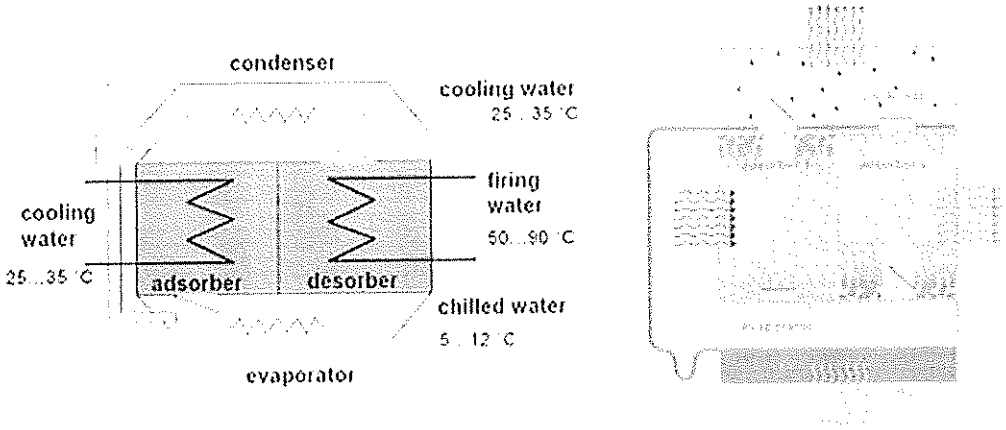
เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับแตกต่างจากเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนคือเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับใช้สารดูดซับที่เป็นของแข็ง (Solid sorption) และส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับยังแตกต่างจากเครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืน ดังต่อไปนี้ ส่วนประกอบหลักของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับจะประกอบด้วย Adsorber (2) Desorber (1) Evaporator และ Condenser (ดังรูป) ซึ่งความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนจ่ายให้กับ Denoted 1 ส่วน Cooling Tower เชื่อมต่ออยู่กับ Denote 2 ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 เครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption Chiller)

สารคู่ทำงานที่ใช้ในเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ (Adsorption Chiller) ที่มีการใช้งานจริงในตลาดการทำความเย็นด้วยเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับมีเพียงชนิดเดียวคือ Water/Silicagel สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 60 – 70 °C

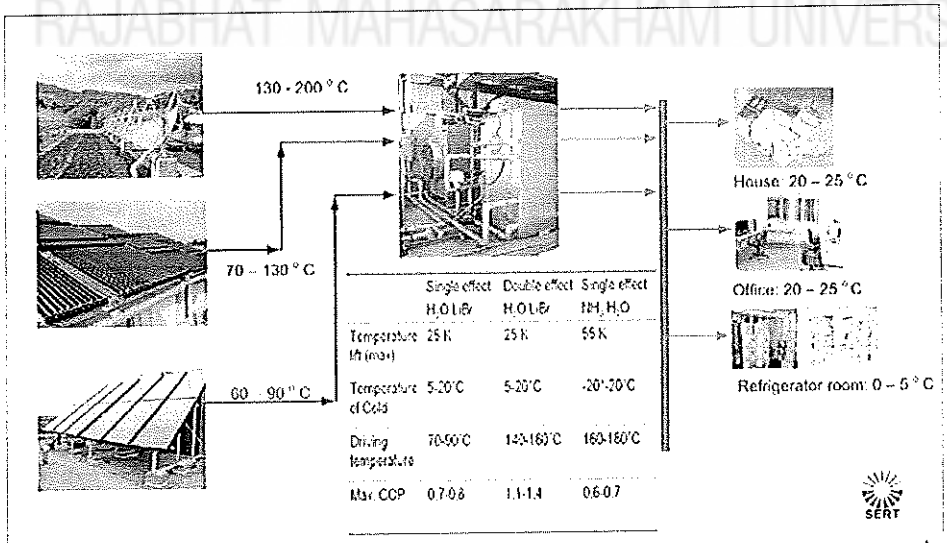
Adsorption Chiller เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถทำความเย็นด้วยการใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนระบบ และสามารถทำงานที่อุณหภูมิไม่สูงมากประมาณ 60 – 100 °C ค่า COP ประมาณ 0.3 – 0.7 ซึ่งขนาดของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับมีตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 5 kW – 500 kW หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ เมื่อสารดูดกลืนในบริเวณ Desorber ได้รับความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อน น้ำซึ่งเป็นสารทำความเย็นรับความร้อนและเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอที่มีอุณหภูมิและความดันสูง สารดูดซับที่เป็นของแข็งดูดซับไอน้ำและผ่านไปยัง Condenser เพื่อที่จะคายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม จากนั้นสารทำความเย็นวนกลับมาผ่านวาล์วลดความดันทำให้สารทำงานมีอุณหภูมิต่ำบริเวณ Evaporator บริเวณนี้สารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำดูดกลืนความร้อนภายในห้องปรับอากาศ หลังจากนั้นก็จะผ่านวาล์วเปิดปิดไปยัง Adsorber วัฏจักรการทำงานก็จะวนรอบอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ตลอดการทำงานของเครื่อง การทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับแสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 หลักการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ

การประยุกต์ใช้งานระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์สามารถที่จะประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น การปรับอากาศในอาคารที่ต้องการอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงความสบายของมนุษย์ที่มีอุณหภูมิประมาณ 20 – 28 °C และการทำความเย็นสำหรับถนอมอาหารที่ต้องการอุณภูมิค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0 – 5 °C ซึ่งในการเลือกเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะเครื่องทำความเย็นแต่ละชนิดมีความสามารถแตกต่างกัน และต้องการอุณหภูมิในการขับเคลื่อนระบบต่างกันตัวอย่างระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันสามารถแสดงดังรูปที่ 2.20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.17 การประยุกต์ใช้งานระบบทำความเย็นด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์

ส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศด้วยพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ประกอบด้วย

1) เครื่องทำความเย็นแบบดูดกลืนหรือเครื่องทำความเย็นแบบดูดซับ

2) ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์

3) หอผึ่งลม (Cooling Tower)

4) FAN Coil Unit

5) ถังน้ำร้อนน้ำเย็น (Hot and Cool Buffer Tank)

3. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตความร้อน

ระบบผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามระดับอุณหภูมิ ได้แก่ ระบบผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิสูง (High temperature solar thermal system) ซึ่งสามารถใช้ผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส และ ระบบผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่ำ (Low temperature solar thermal system) ซึ่งสามารถใช้ผลิตน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยทั่วไป ปัญหาและอุปสรรคของเทคโนโลยีความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของระบบอุณหภูมิสูง และระบบอุณหภูมิต่ำ เกิดจาก 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

- ปัญหาและอุปสรรคด้านเทคโนโลยี อันเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น
  - ประสิทธิภาพของระบบยังไม่สูงเพียงพอ
  - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง
  - วัสดุและอุปกรณ์ในระบบไม่ได้มาตรฐาน
  - ไม่สะดวกในการใช้งาน
- ปัญหาและอุปสรรคด้านการลงทุน อันเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น
  - การลงทุนสูง แต่มีอัตราผลตอบแทนการลงทุนต่ำเกินไป
  - ขาดแหล่งทุนสนับสนุน
  - ขาดการสนับสนุนจากภาครัฐ

สถานภาพและแนวโน้มการใช้งาน

ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบการใช้งานต่างๆ อาทิ เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องอบแห้ง ส่วนเครื่องกลั่นน้ำ การทำความเย็น ยังมีการใช้งานน้อยเมื่อเทียบกับศักยภาพ และอยู่ในระดับงานวิจัยที่ยังต้องการการพัฒนาต่อไป

1) เครื่องผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีการนำมาใช้ในประเทศไทยไม่น้อยกว่า 25 ปี และในปัจจุบันเครื่องทำน้ำร้อนเป็นที่ยอมรับและได้มีการนำเครื่องทำน้ำร้อนพลังงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตน้ำร้อนสำหรับบ้านเรือน โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น ในระยะแรกของเครื่องทำน้ำร้อนจะเป็นการออกแบบอย่างง่ายๆ โดยใช้โลหะทาสีดำมาทำเป็นแผงรับรังสีควงอาทิตย์ ซึ่งประสิทธิภาพการทำน้ำร้อนจะค่อนข้างต่ำ แต่ต่อมาได้มีการพัฒนาวัสดุที่นำมาเคลือบแผงรับรังสีควงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเรื่อย ๆ เช่น Black Chrome ซึ่งเป็นวัสดุที่คงทนและสามารถดูดความร้อนได้สูงแต่ราคาค่อนข้างแพง

สำหรับประเทศไทยระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์มีการใช้งานโดยติดตั้งตัวรับรังสีควงอาทิตย์ชนิดแผ่นราบประมาณ 50,000 ตารางเมตร ซึ่งเป็นทั้งนำเข้าจากต่างประเทศและผลิตเองในท้องถิ่น แต่จากจำนวนยอดจำหน่ายในแต่ละปียังเพิ่มขึ้นไม่มากนักแสดงว่ามีการยอมรับจำกัดและยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควรเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น เครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์มีราคาแพงกว่าเครื่องทำน้ำร้อนจากไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม ความไม่สม่ำเสมอของการใช้งานหรือต้องใช้งานควบคู่กับพลังงานชนิดอื่น เครื่องที่ผลิตในประเทศบางบริษัทมีคุณภาพต่ำทำให้ขาดความเชื่อถือในระยะยาว การบริการในการขายและการซ่อมบำรุงหลังการขายเป็นไปอย่างลำบากโดยมักมีศูนย์บริการอยู่แค่ส่วนกลางคือ กรุงเทพมหานคร สำหรับตัวแทนจำหน่ายที่นำเข้าเครื่องทำน้ำร้อนจากต่างประเทศ เมื่ออุปกรณ์ชำรุดต้องรออะไหล่จากต่างประเทศ จากปัญหาดังกล่าว

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงได้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นแก่กิจการที่ใช้น้ำร้อนและสนใจการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงการสนับสนุนการลงทุนติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีเป้าหมายให้มีการติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ผลิตน้ำร้อน จำนวน40,000 ตรม. ภายในปี 2554

2) เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยมีการใช้สำหรับการอบแห้งพืชผลทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กและการยอมรับยังอยู่ในวงจำกัด แต่ถึงอย่างไรเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ก็ได้รับการพัฒนาขึ้นมาตามลำดับ เช่น แบบธรรมชาติ แบบบังคับ แบบมีตัวรับรังสี และตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ก็ยังไม่สามารถใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้เพราะในแต่ละครั้งจะอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณที่ไม่มากนัก และมีการลงทุนสูงเมื่อเทียบกับวิธีตากโดยตรงซึ่งเป็นวิธีการที่มีการใช้มานานและราคาถูกโดยเฉพาะในระดับอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องอบแห้งหลายตัวและขนาดใหญ่ทำให้การลงทุนสูง อีกทั้งยังไม่สามารถใช้งานได้สม่ำเสมอตลอดทั้งปีจึงต้องใช้ควบคู่กับพลังงานจากแหล่งอื่นที่มั่นคง ดังนั้นการใช้งานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับอุตสาหกรรมจึงเป็นเพียงพลังงานเสริมและยังเป็นการเพิ่มการลงทุนทำให้ไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมมากนัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องทำการวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของระบบอบแห้งลดต้นทุนและการใช้งานอย่างสะดวก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการพัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตผลทางการเกษตร และจัดทำแบบเผยแพร่การใช้งาน และในปี 2552 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะดำเนินการพัฒนาต่อยอดและมีแผนจะส่งเสริมการใช้งานให้แพร่หลายต่อไป

<u>การอบแห้ง</u>

คือกระบวนการความร้อนถูกถ่ายเท ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ไปยังวัสดุที่ชื้นให้ระเหยออก โดยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย ซึ่งจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการพาความร้อน

ช่วงของการอบแห้ง

1. ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงเกินปริมาณความชื้นวิกฤต ที่ผิวผลิตภัณฑ์มีความชื้นเกาะอยู่มาก

2. ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำกว่าปริมาณความชื้นวิกฤต น้ำเคลื่อนตัวมาที่ผิวผลิตภัณฑ์ช้ากว่าจากผิวไปสู่อากาศ

กระบวนการอบแห้ง คือกระบวนการถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ เพื่อไล่ความชื้นออกจากวัสดุโดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งมักจะขึ้นกับกลไกการถ่ายเทความร้อนว่าเป็นการถ่ายเทความร้อนประเภทใด เช่น การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน โดยทั่วไปมักจะใช้วิธีการพาความร้อน

ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้ง ความชื้นสามารถแสดงได้ 2 แบบ คือ

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_w = \left(\frac{w - d}{w} \right)$$

เมื่อ Mw คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet Basis)

w คือ มวลของวัสดุ kg

d คือ มวลวัสดุแห้ง kg

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้ในทางการค้า โดยทั่ว ๆ ไปจะอ้างอิงในรูปของเปอร์เซ็นต์

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \left(\frac{w-d}{d} \right)$$

เมื่อ Md คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry Basis)

w คือ มวลของวัสดุ kg

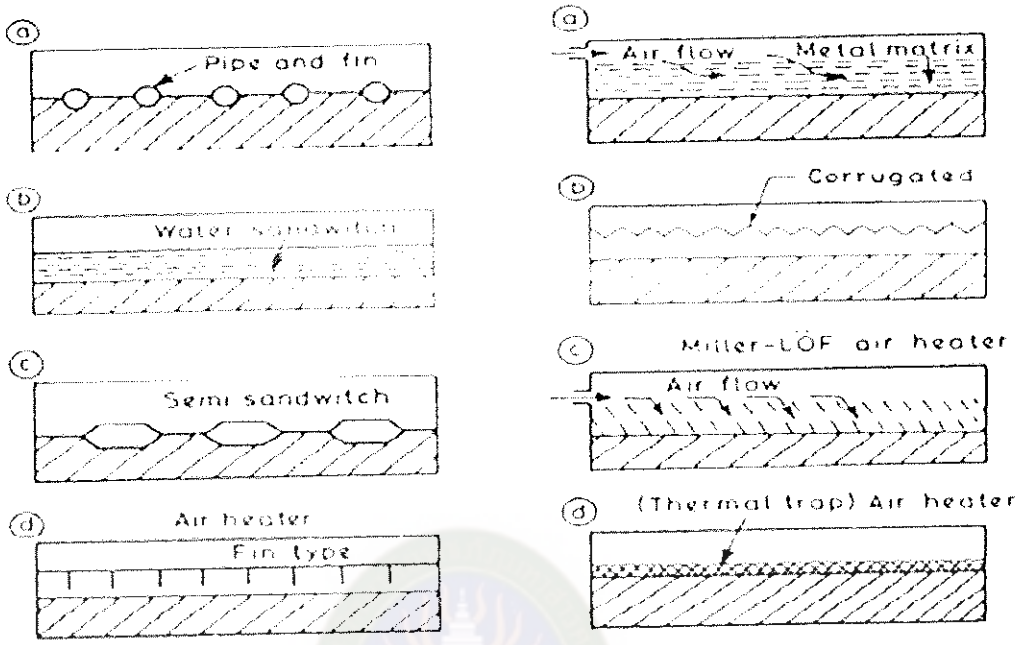
d คือ มวลวัสดุแห้ง kg

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น เนื่องจากมวลแห้งของวัสดุมีค่าเกือบจะคงที่ในระหว่างการอบแห้ง จากสมการ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้ง ได้กรณี ใช้ความร้อนจาก Solar Dryer เพียงอย่างเดียว

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปของพลังงานความร้อน โดยการถ่ายเทความร้อนจากของแข็งไปยังของไหล การนำไปใช้งานส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการผลิตความร้อนและอากาศร้อน ทำความร้อนในอาคาร ระบบปรับอากาศและกระบวนการที่ใช้ความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น (จงจิตร์ หิรัญลาภ. 2541 : 70)

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบนับเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันมากเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเก็บรังสีแบบอื่น ๆ ดังนั้นเราจะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเพิ่มเติม โดยจะเน้นความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ วิธีการออกแบบตัวเก็บรังสีอาทิตย์และวิธีการคำนวณหาขนาดของพื้นที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ต้องการใช้งานอบแห้ง ผู้ที่สนใจรายละเอียดเกี่ยวกับรายวิเคราะห์ทางทฤษฎีของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสามารถหาอ่านเพิ่มเติมได้จาก Duffie และ Beckman (1991 : 250-329) หรือ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2540 : 269-275)



ภาพประกอบ 1 ลักษณะการจัดวางท่อและวัสดุอื่น ๆ ในตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบนี้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ แสดงรูปตัดขวางของตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบแบบหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ

1. แผ่นดูดรังสีซึ่งทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นความร้อน แล้วถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่าน

2. แผ่นปิดใสซึ่งอยู่บนสุดทำหน้าที่ลดการสูญเสียความร้อน โดยการไม่ยอมให้รังสีความร้อนส่งผ่านแผ่นปิดใส

3. ฉนวนความร้อนอยู่ส่วนล่างสุดของตัวเก็บรังสีทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนทางด้านล่างของตัวเก็บรังสี ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบอาจจะมีแผ่นปิดใสหลายชั้น ซึ่งอาจทำให้ตัวเก็บรังสีมีต้นทุนต่ำและสร้างได้ง่าย แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมักติดตั้งในลักษณะที่เอียงทำมุมกับพื้นราบเท่ากับมุมของเส้นรุ้งเบี่ยงเบนได้ + 15° และหันหน้าไปทางทิศใต้ เบี่ยงเบนได้ + 30° สำหรับพื้นที่ในเขตเหนือเส้นศูนย์สูตร ลักษณะการติดตั้งดังกล่าวจะทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับโดยเฉลี่ยทั้งปีสูงสุด ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมีมากมายหลายแบบดังแสดงในรูปที่ 1 ตัวเก็บรังสีเป็นที่นิยมใช้กันเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบอื่น ๆ อย่างไรก็ตามตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ อาจเป็นที่น่าในใจเพราะมีราคาถูกที่สุดสร้างง่าย แม้ว่าประสิทธิภาพจะต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสามารถแสดงได้ดังสมการ (2.6)

$$R R L a T \eta = F \tau\alpha e - F U T - T G$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, เศษส่วน

R F = แฟคเตอร์การนำความร้อนมาใช้ของตัวเก็บรังสี

$(\tau\alpha)$ = ผลคูณประสิทธิผลของค่าส่งผ่านและค่าดูดรังสี

L U = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน, $W / m^2 \circ C$

1 T = อุณหภูมิของของไหลตรงทางเข้าตัวเก็บรังสี, °C

a T = อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, °C

T G = รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนระนาบตัวเก็บรังสี, W / m^2

<u>เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์</u>

ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มี 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นตัวรับรังสีดวงอาทิตย์เพื่อทำให้อากาศร้อน และส่วนที่เป็นเครื่องอบแห้งซึ่งใส่ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ในประเทศที่พัฒนาแล้ว การทำให้ผลผลิตทางการเกษตรและอาหารแห้งได้โดยใช้เครื่องอบแห้งด้วยไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิงจะควบคุมง่ายและรวดเร็วเครื่องอบแห้งอาจจะวางบนพื้นในที่โล่งซึ่งอาจมีสิ่งเจือปนสูงหรือล่อแหลมต่อการติดเชื้อโรค อันอาจทำให้คุณภาพทางสินค้าต่ำลง การอบแห้งกลางแจ้งด้วยแสงอาทิตย์ได้ใช้กันมานานแล้ว แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นเครื่องอบแห้งที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งตามประเภทการไหลเวียนของกระแสอากาศที่อยู่ภายในเครื่องอบแห้งได้ 2 แบบคือ

1. การพาแบบบังคับ (Force Convection)

เครื่องอบแห้งนี้ใช้พัดลมหรือโบลว์เวอร์เป็นตัวขับอากาศให้ไหลหมุนเวียนภายในเครื่องอบแห้ง ทำให้เครื่องอบแห้งชนิดนี้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง เนื่องจากสามารถกำหนดอัตราการไหลของอากาศให้ไหลเวียนอยู่ภายในเครื่องอบแห้งได้ตามต้องการ จึงเหมาะสำหรับงานขนาดใหญ่ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

2. การพาแบบอิสระ (Free Convection)

เครื่องอบแห้งชนิดนี้ไม่ใช้พัดลมหรือโบลว์เวอร์ในการขับอากาศให้ไหลหมุนเวียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีมานาแล้วและในปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่กล่าวคือผลิตผลทางการเกษตรทางการเกษตรส่วนใหญ่ถูกทำให้แห้งโดยวิธีการตากแดด เวลาที่ใช้สำหรับการตากแห้งขึ้นอยู่กับชนิดและความชื้นของผลิตผล ความหนาของชั้นตากแห้ง และสภาวะอากาศ เมล็ดพืชโดยส่วนใหญ่ใช้เวลาตากแดดประมาณ 1-3 วัน ถั่วลิสงใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน และมะพร้าวใช้เวลาประมาณ 7 วัน

แม้ว่าการตากแดดจะได้ผลดี แต่ในบางครั้งเกษตรกรประสบปัญหาผลิตผลเปียกชื้นและไม่สามารถทำให้แห้งทันเวลา ทำให้ผลิตผลเสียหาย เช่น มีเชื้อรา และสารพิษสูงเกินมาตรฐาน เป็นต้น ปัญหาผลิตผลเปียกชื้นมักเกิดในช่วงฤดูฝน ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการใช้เครื่องอบแห้ง ในที่นี้จะกล่าวถึงการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้เปล่า สะอาด ปราศจากมลภาวะ แต่การที่จะเก็บเกี่ยวเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในนั้นก็ต้องมีการลงทุนโดยการสร้างเครื่องอบแห้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วน คือส่วนที่เป็นตัวรับรังสีดวงอาทิตย์เพื่อทำให้อากาศร้อน และส่วนที่เป็นเครื่องอบแห้งซึ่งใส่ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง

1. เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบการไหลของอากาศเป็นแบบธรรมชาติ เครื่องอบแห้งแบบนี้เหมาะกับการอบแห้งขนาดเล็กซึ่งต้องการการลงทุนต่ำ ถ้าเป็นการอบแห้งขนาดใหญ่ควรใช้พัดลมช่วยในการขับอากาศ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพความร้อนของตัวเก็บรังสีสูงขึ้นและมีความคุ้มทุนสำหรับการติดตั้งพัดลม เครื่องอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบการไหลอากาศธรรมชาติมีมากมายหลายแบบ แต่มีหลักการทำงานคล้าย ๆ กัน

Exell และคณะ (1979) ออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยแสดงอาทิตย์แบบการไหลของอากาศเป็นแบบธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ทำด้วยแกลบเผา โรยอยู่บนพื้นดินและปิดด้วยฟิล์มพลาสติกใส โดยใช้โครงไม่ไผ่ตัวรองรับ

2. กระบะใส่ข้าวเปลือกทำด้วยไม้และมีฟิล์มพลาสติกใส่ปิดอยู่ด้านบน

3. ปล่องลมทำด้วยโครงไม้ไผ่และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกสีดำ

รังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านพลาสติกใส และถูกดูดกลืนโดยแกลบเผาสีดำและเปลี่ยนเป็นความร้อน อากาศภายในตัวรับรังสีจะร้อยขึ้นและไหลผ่านชั้นข้าวเปลือก เกิดการถ่ายเทความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศและข้าวเปลือก ลมร้อนที่มีอัตราส่วนความชื้นสูงจะไหลออกจากเครื่องอบแห้งทางปล่องลมซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ การไหลของอากาศอาจเพิ่มขึ้นได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY

ถ้ามีลมพัดเข้าตรงช่องทางเข้าของตัวรับรังสี Exell และคณะ (1979) แสดงการออกแบบเครื่องอบแห้งดังกล่าวนี้ โดยใช้แผนภูมิอากาศชื้นเป็นไอ เราสามารถหา อุณหภูมิของอากาศตรงทางออกของเครื่องอบแห้งได้ (สมมติว่าเกิดความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศและเมล็ดพืชที่ความชื้นก่อนและหลังอบแห้ง) โดยเขียนให้อยู่ในรูปของมวลอากาศแทนอัตราการไหลของอากาศ

จาก $m_w h_{fg} = m_a c_a (T_i - T_g)$

เมื่อ m_w = มวลของน้ำที่ระเหยเป็นไอ , kg

c_a = ความร้อนจำเพาะของอากาศที่ความดันคงที่ (1.009 kJ / kg ° C)

m_a = มวลของอากาศ , kg

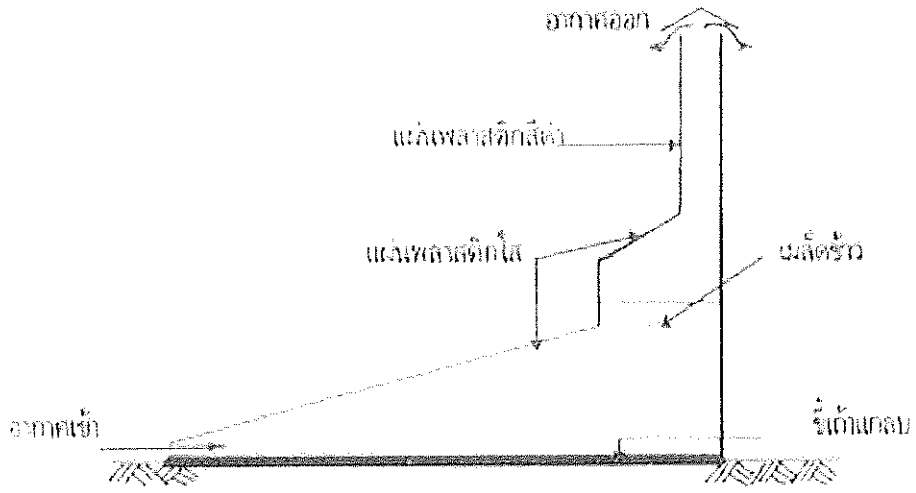
h_{fg} = ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำในวัสดุ (kJ / kg)

2. การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทดลองออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานสงอาทิตย์ สำหรับอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกโดยใช้พัดลมช่วยถ่ายเทอากาศภายในเครื่อง และมีตัวรวมรังสีอาทิตย์ติดอยู่ด้านบนเพื่อทำให้อากาศร้อนก่อนผ่านชั้นของเมล็ดข้าว ทำให้สามรถลดความชื้นของข้าวเปลือกลงได้จาก 23 % เป็น 13 % ภายในระยะเวลา 1 วัน

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ได้สร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ได้รับพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ซึ่งมีขี้เถ้าแกลบเป็นตัวดูดความร้อน และส่วนสำหรับอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกโดยใส่ในภาชนะซึ่งมีพื้นเป็นตะแกรง เพื่อให้อากาศร้อนไหลผ่านไปได้และมีปล่องสำหรับระบายอากาศอยู่ด้านบน การถ่ายเทอากาศภายในเครื่องอบแห้งเป็นแบบธรรมชาติ อุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเครื่องโดยเฉลี่ยประมาณ 45 °C

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 2 เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติของ AIT

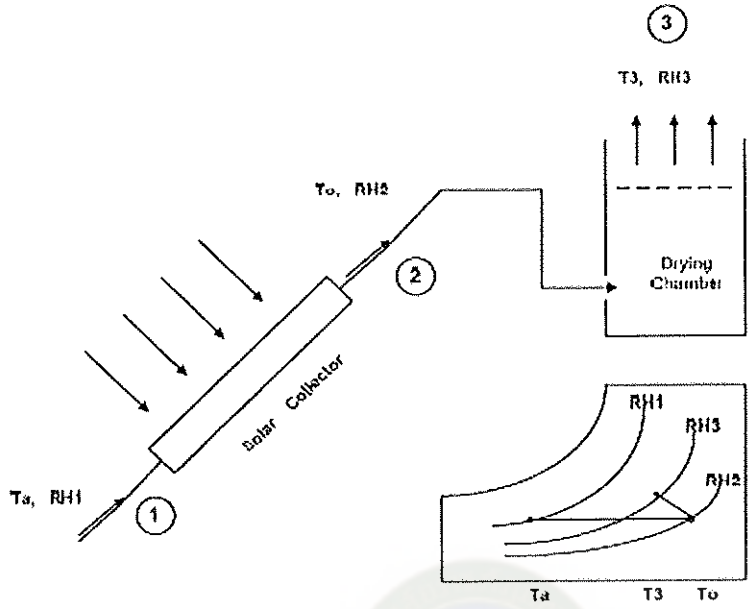
สถาบันทดลองยาสูบแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทดลองสร้างโรงบ่มใบยาสูบ ซึ่งมีระบบทำความร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม ซึ่งประกอบด้วยโรงบ่มใบยาสูบสร้างด้วยการใช้อิฐก่อและฉาบ พร้อมกับมีแผงตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ผลการทดสอบพบว่าสามารถประหยัดพลังงานหลักได้มากกว่าถึง 13 %

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษาและวิจัยเครื่องอบแห้งแบบต่าง ๆ ในระยะแรกเริ่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2524 ดังนี้คือ

2.1 กล่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำด้วยไม้ทาสีดำด้านในขนาด 0.23 ตารางเมตร ด้านบนปิดด้วยกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร เอียงทำมุม 18 องศากับแนวระดับ ผนังด้านล่างเจาะเป็นช่องอากาศเข้าและช่องอากาศออกอยู่บริเวณส่วนบนของด้านล่าง การทดสอบการอบแห้งได้ใช้ผ้าชุบน้ำแทนวัสดุทางการเกษตร

2.2 ตู้อบแห้งแบบมีแผงตัวเก็บรังสีอาทิตย์ สำหรับอบแห้งผัก ผลไม้และเนื้อสัตว์ ผนังด้านข้าง ด้านหน้าและด้านบนเป็นกระจกใส บริเวณด้านหลังและด้านล่างปิดด้วยไม้อัดแล้วบุด้วยโฟม ทางด้านหน้าของตู้อบแห้งจะมีแผงตัวเก็บรังสีอาทิตย์ซึ่งมีลักษณะเป็นแผงสี่เหลี่ยม ภายในตู้จะมีชั้นสำหรับวางวัสดุอบแห้งจำนวน 5 ชั้น ทำด้วยตะแกรงอลูมิเนียม การถ่ายเทอากาศเป็นแบบธรรมชาติ ได้ทำการทดสอบการอบแห้งด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำเป็นวัสดุอบแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 4 การทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในลักษณะ Dehydration

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจฉราพร อภิวงค์งาม และพิชญา บุญประสม (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เปรียบเทียบกระบวนการอบแห้งใบ โรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้ง ลมร้อนแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศที่พัฒนาขึ้นโดยภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งลักษณะเครื่องเป็นแบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบ (Indirect) ทำการอบแห้งด้วยความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที คุณภาพหลังการอบใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ที่ทำการตรวจวัดคือ สี ความชื้นก่อนอบและหลังอบ ปริมาณน้ำอิสระ (aw) ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำปริมาณแทนนิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไล จากการเปรียบเทียบคุณภาพหลังการอบแห้งของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ โดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งไฟฟ้า แบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน พบว่าคุณภาพหลังการอบด้วย เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ด้อยไปกว่าคุณภาพหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาดและผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการอบทั้ง 3 วิธีมีความชื้นต่ำว่าร้อยละ 7 ค่าพลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด และเครื่องอบแห้ง

ไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุนของใบโรสแมรี่ คิดเป็น 6.92, 292.83 และ 14.88 บาทต่อ 1 กิโลกรัมของผลิตผลสด ตามลำดับ สำหรับค่าไฟฟ้าในกระบวนการอบแห้งดอกลาเวนเดอร์คิดเป็น 7.53, m^2 262.80, และ 16.61 บาทต่อ 1 กิโลกรัมของผลิตผลสด ตามลำดับ ส่วนค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการทำแห้งกลีบดอกกุหลาบคิดเป็น 6.93, 292.83 และ9.09 บาทต่อ 1 กิโลกรัมของผลิตผลสด ตามลำดับวรวิทย์ รุ่งจิวารักษ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาระบบอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรมเพื่อประเมินสมรรถนะของตัวรับรังสีทำอากาศร้อนแบบต่าง ๆ และประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งด้วยพลังแสงอาทิตย์ และใช้พลังงานเสริม LPG ขนาดอุตสาหกรรมตลอดจนความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากการทดสอบตัวรับรังสีระหว่างเวลา 9.00-16.00 น. แบบแผ่นเรียบที่มีฉนวนเป็นโพลียูเรเทนโฟมโดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2 (2.87 m ´ 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 836.8 W/ m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 32.1% แบบแผ่นเรียบที่มีฉนวนเป็นเทอร์แมกซ์ มีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2 (2.87 m ´ 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 735.7 W/ m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 31.6% แบบแผ่นเรียบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่า ทฤษฎีแบบลอน (ลูกฟูก) ที่มีฉนวนเป็นเทอร์แม็กซ์โดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.1 m^2 (2.87 m ´ 8.06 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 735.7 W/ m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.28 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 38.0% แบบมีครีบที่มีฉนวนเป็นเทอร์แม็กซ์ โดยมีพื้นที่ตัวรับรังสี 23.2 m^2 (2.87 m ´ 8.10 m) รังสีอาทิตย์รวมมีค่าเฉลี่ย 834.9 W/ m^2 อัตราการไหลของอากาศมีค่า 0.26 kg/s จะมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 37.4% เมื่อทดสอบการอบแห้งกล้วยน้ำว้า พบว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียนใช้เวลาในการอบแห้งเฉลี่ยชุดละ 5 วัน เป็นเวลา 44 ชั่วโมง จะสิ้นเปลือกพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 14.93 MJ/kg Water Evaporated (พลังงานปฐมภูมิ) และมีประสิทธิภาพกฎข้อที่หนึ่งของระบบอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และ LPG เฉลี่ยเท่ากับ 15.79% จากการประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่าการอบแห้งแบบหมุนเวียนสามารถให้ผลผลิตกล้วยอบแห้งได้ประมาณปีละ 56,012 kg มีรายได้เฉลี่ยละ 1,876,426 บาท และมีต้นทุนเฉลี่ยปีละ 1,255,495 บาท ถ้าคิดอัตราส่วนลด (Discount rate) 15% จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) 1,195,140.85 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุน (BCR) 1.60 อัตราผลตอบแทน (IRR) 29.08% ระยะเวลาการคืนทุน (PBP) 3.2 ปี และระยะเวลาการคืนทุนแบบส่วนลด (DPBP) 4.71 ปี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY