สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

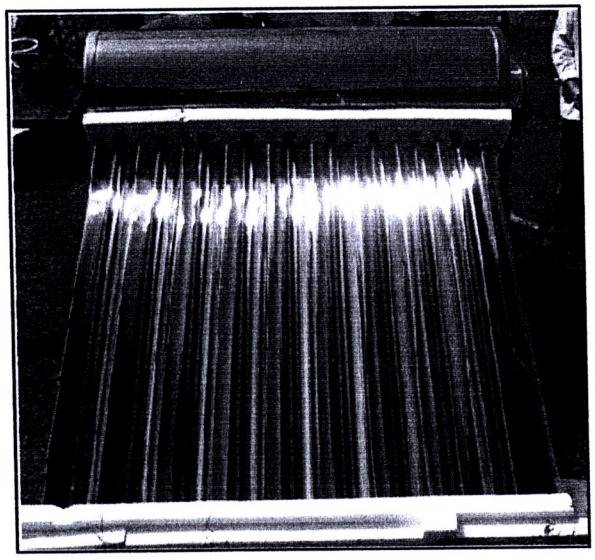
บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) โดยทำการการออกแบบ และสร้างแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลาที่มีขนาดพื้นที่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร และทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลาที่ผลิตขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

3.1.1 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) (รูปที่ 3.1) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนรูปพลังงานที่ได้รับจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน โดยในระบบประกอบด้วย

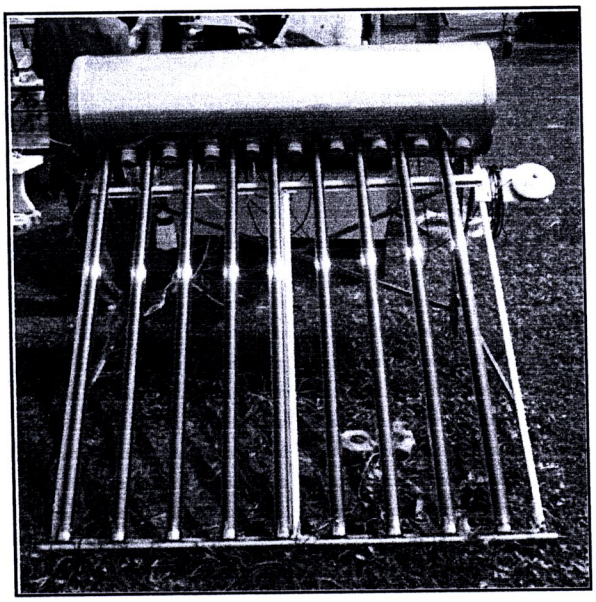
1. ถังน้ำร้อนขนาดความจุ 100 ลิตร
2. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ จำนวน 9 ท่อ มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ประมาณ 2.0 ตารางเมตร (Gross Area) ซึ่งท่อสุญญากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก และวงในเท่ากับ 47 มิลลิเมตร และ 37 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีความยาวท่อเท่ากับ 145 เซนติเมตร
3. แผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลา (CPC) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยราง พาราโบลา 9 ราง แต่ละราง มีขนาดหน้ากว้าง 14.71 เซนติเมตร ยาว 140 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ
ร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC)

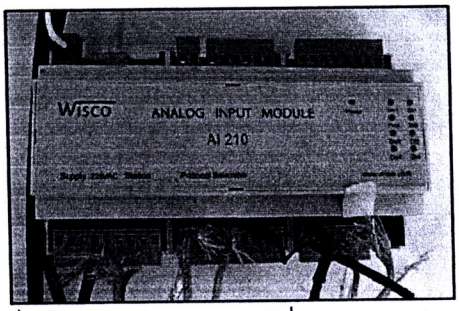
3.1.2 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC) (รูปที่ 3.2) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนรูปพลังงานที่ได้รับจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน โดยในระบบประกอบด้วย

1. ถังน้ำร้อนขนาดความจุ 100 ลิตร
2. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ จำนวน 9 ท่อ มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ประมาณ 2.0 ตารางเมตร (Gross Area) ซึ่งท่อสุญญากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก และวงในเท่ากับ 47 มิลลิเมตร และ 37 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีความยาวท่อเท่ากับ 145 เซนติเมตร



รูปที่ 3.2 ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ
ที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC)

3.1.3 เครื่องอ่านและบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ Wisco รุ่น AI 210 ขนาด 8 ช่องสัญญาณ ค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.5% (รูปที่ 3.3) ใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่เก็บได้แก่ ค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม และอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนที่ระดับความสูงต่างกัน

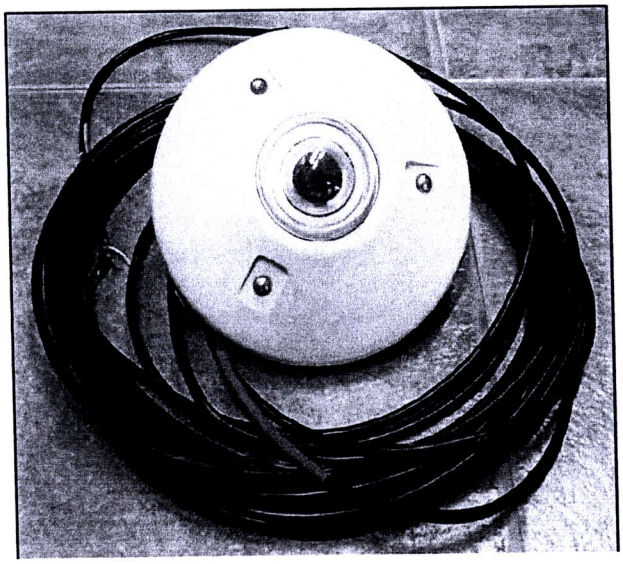


(ก) เครื่องอ่านและบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ Wisco รุ่น AI210

(ข) คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล

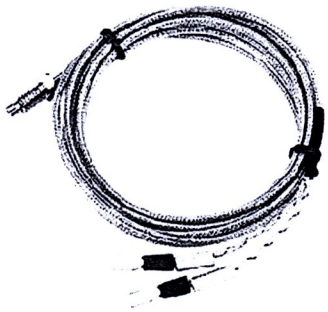
รูปที่ 3.3 ชุดอ่านและบันทึกข้อมูล
(ก) เครื่องอ่านและบันทึกข้อมูล ยี่ห้อ Wisco รุ่น AI210
(ข) คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล

3.1.4 อุปกรณ์วัดค่ารังสีอาทิตย์ชนิดรังสีรวม (Pyranometer) ยี่ห้อ KIPP & ZONEN รุ่น CM11 (รูปที่ 3.4) มีค่า SENSITIVITY เท่ากับ 11.37 × 10^{-6} V/wm^{-2} และมีค่าความคลาดเคลื่อน < ± 0.6% (<1000 W/m^2) ใช้สำหรับวัดรังสีอาทิตย์ชนิดรังสีรวม โดยค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งต้องนำไปแปลงค่าให้มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์วัดค่ารังสีอาทิตย์ชนิดรังสีรวม (Pyranometer)
ยี่ห้อ KIPP & ZONEN รุ่น CM11

3.1.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ใช้ Thermocouple Type K (รูปที่ 3.5) ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิน้ำร้อนในระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้งานร่วมกับเครื่องอ่านและบันทึกข้อมูล (Data Logger) โดย Thermocouple Type K จะมีค่า Sensitivity 41 μV/°C และสามารถวัดอุณหภูมิในช่วง -200 °C ถึง +1,350 °C



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Thermocouple Type K

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

โครงการวิจัยนี้เป็นการออกแบบตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ให้มีประสิทธิภาพสูง และผลิตจากวัสดุที่หาได้ภายในประเทศ รวมถึงศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ผลิตขึ้น โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

3.2.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ในการดำเนินการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ จะดำเนินการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เพื่อให้ทราบถึงวิธีการออกแบบ วิธีการประเมินสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ฯ ทั้งนี้ยังรวมถึงข้อดี และข้อเสียในเชิงวิศวกรรมอีกด้วย

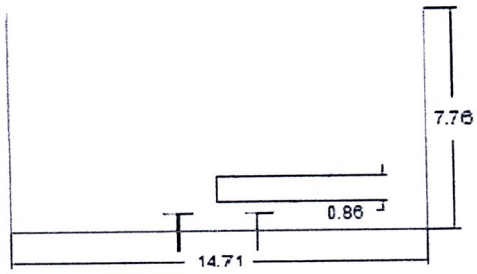
3.2.2 ออกแบบและผลิตตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC)

ดำเนินการออกแบบตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) โดยมุ่งเน้นให้มีประสิทธิภาพสูง และผลิตจากวัสดุภายในประเทศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 ดำเนินการออกแบบเป้ารับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ทั้งนี้จะต้องทราบถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่จะนำมาใช้งาน โดยในงานวิจัยได้ใช้ท่อสุญญากาศเป็นอุปกรณ์ดูดซับรังสีอาทิตย์ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก และวงในมีค่าเท่ากับเท่ากับ 47 มิลลิเมตร และ 37 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.2.2.2 ทำการออกแบบเป้ารับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) โดยกำหนดค่าครึ่งมุมรับรังสี (Acceptance angle, θ_c) และมุมที่จุดศูนย์กลางท่อดูดแสง (β) เท่ากับ 11.5 และ 120 องศา ตามลำดับ

3.2.2.3 กำหนดให้มีความสูงของรางสะท้อนรังสี (H) เท่ากับ 7.76 เซนติเมตร ทั้งนี้เป็นความสูงที่มีความเหมาะสมในการนำมาสร้างเป้ารับรังสีอาทิตย์เพื่อนำมาใช้งานจริง (ดังรูปที่ 3.6)



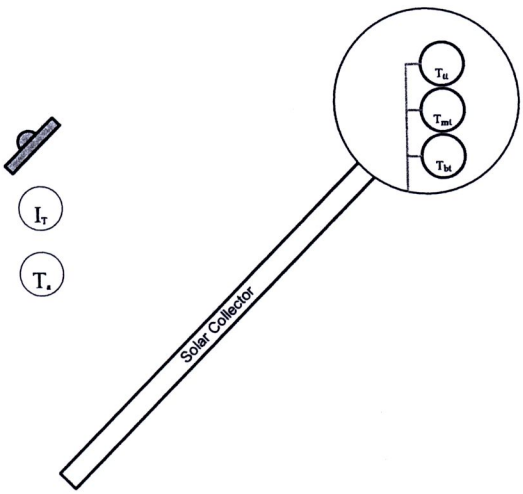
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดกลาง

รูปที่ 3.6 แสดงขนาดของเป้ารับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC)

3.2.2.3 ส่งแบบเป้ารับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ที่ได้ดำเนินการออกแบบแล้วเสร็จให้ผู้รับจ้างที่มีความเชี่ยวชาญทำการผลิตเพื่อสร้างตัวเก็บรังสีอาทิตย์ฯ ต่อไป

3.2.3 ทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ที่ใช้ท่อสุญญากาศเป็นอุปกรณ์ดูดซับความร้อน

การทดสอบจะเป็นการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) เปรียบเทียบกับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC) เพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำร้อน, อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, ปริมาตรน้ำที่อยู่ในถัง และค่ารังสีอาทิตย์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ระบบ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องตรวจวัดที่จุดต่างๆ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ผังแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดข้อมูลในการทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ มีดังนี้

(1) เติมน้ำเข้าสู่ระบบ โดยให้มีอุณหภูมิเริ่มต้นใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมหรือสูงกว่าไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส เมื่อเติมน้ำเต็มระบบแล้วจะมีน้ำในระบบประมาณ 110 ลิตร (น้ำในถัง และน้ำในหลอด)

(2) ทำการทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) ในช่วงเวลา 10.00 – 16.00 น. โดยบันทึกค่าที่จุดต่างๆ ทุกๆ 5 นาที ได้แก่ อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนที่ตำแหน่งต่าง ๆ (T_{bt}, T_{mt} และ T_{tt}), อุณหภูมิอากาศแวดล้อม (T_a), ปริมาตรของน้ำที่อยู่ในถัง (M_w) และค่ารังสีอาทิตย์ (I_t)

(3) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ (1) และ (2) แต่เปลี่ยนตัวเก็บรังสีอาทิตย์เป็นตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC)

(4) นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะเชิงความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ คือ (ก) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศร่วมกับแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (CPC) และ (ข) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศที่ไม่มีแผ่นสะท้อนรูปประกอบพาราโบลา (Non-CPC)

3.2.4 สถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก