

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ แหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดทำให้ต้องมีการเรียนรู้การใช้พลังงานอย่างประหยัด และเร่งพัฒนาแหล่งพลังงานอื่นมาใช้ทดแทนก่อนที่พลังงานหลักจะหมดไป การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศทำให้การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และด้านอื่น ๆ จำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในด้านการดำเนินการของหน่วยงานแต่ละหน่วยงานแล้วจะพบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมีสัดส่วนค่อนข้างมาก และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งปัญหาที่ตามมาจากการใช้พลังงานเป็นปริมาณมาก และส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตก็คือ ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลที่เห็นเด่นชัดก็คือ มลภาวะเป็นพิษ จากก๊าซพิษ และเขม่าจากการเผาผลาญเชื้อเพลิง ซึ่งก่อให้เกิดผลที่รุนแรงตามมา นั่นคือ การทำลายชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ดังนั้นได้มีการพยายามที่จะค้นคว้าและวิจัย เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานที่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษลง แต่ยังคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของงานในระบบเอาไว้ ดังจะเห็นได้จาก การใช้พลังงานทดแทน ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า พลังงานจากมวลชีวภาพ และที่กำลังเป็นที่นิยมและตื่นตัวกันมากในปัจจุบัน ก็คือ พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของงานด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม คือ การส่งน้ำไปใช้ในปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการน้ำในงานต่างๆ ระบบสูบน้ำจึงเป็นระบบที่จำเป็นอย่างหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปต้องใช้พลังงานไฟฟ้า หรือน้ำมันเชื้อเพลิงในการสูบน้ำ ในกรณีพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้หรือพื้นที่ที่การคมนาคมไม่สะดวก การสูบน้ำขึ้นมาใช้จึงเป็นปัญหา ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาระบบสูบน้ำจากเดิมที่ป้อนต้องอาศัยพลังงานจากไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง เพื่อส่งน้ำไปใช้งานตามจุดต่างๆ ที่ต้องการ มาเป็นระบบสูบน้ำในรูปความร้อน โดยเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานกลเพื่อยกกระดบน้ำ พลังงานความร้อนที่ให้กับน้ำนั้นสามารถนำมาจากความร้อนทิ้งจากงานอุตสาหกรรม หรือความร้อนที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากระบบสูบน้ำในรูปความร้อนนี้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ส่วนหนึ่ง

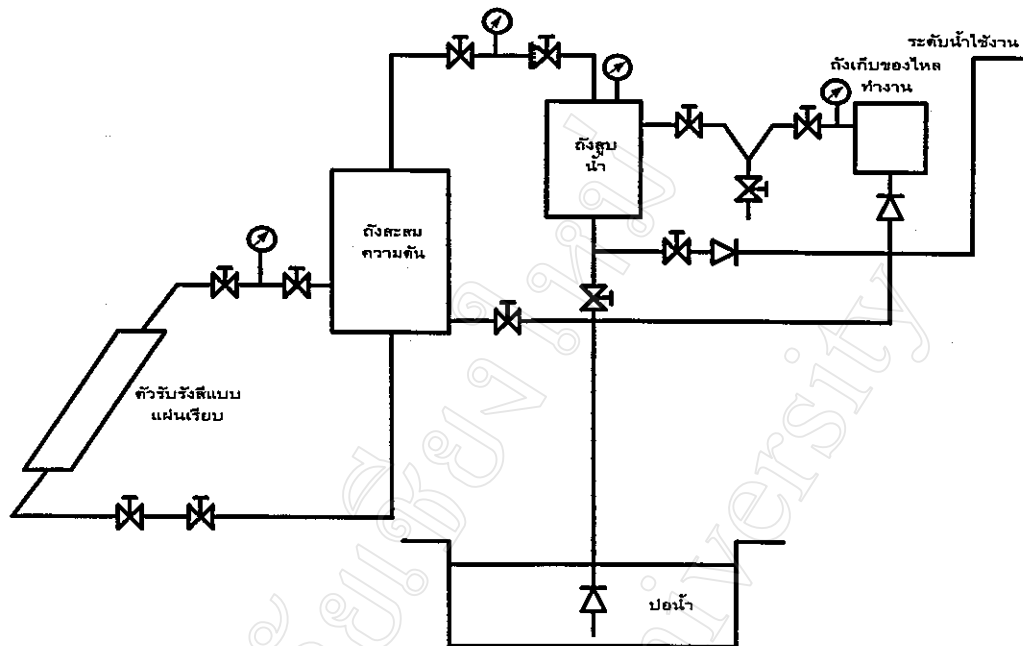
จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ ก็เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อระบบสูบน้ำในรูปความร้อน โดยใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นการประหยัดพลังงาน เนื่องจากไม่ต้องใช้ทรัพยากรพวกน้ำมันเชื้อเพลิง และถ่านหิน ก่อให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จะศึกษาสมรรถนะในการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการชาวารี คือการเพิ่มและลดความดันไอน้ำเพื่อให้เกิดการจับและควบแน่นตามลำดับ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน เพื่อให้เกิดประโยชน์และการพัฒนาระบบให้สมบูรณ์ต่อไป

## 1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

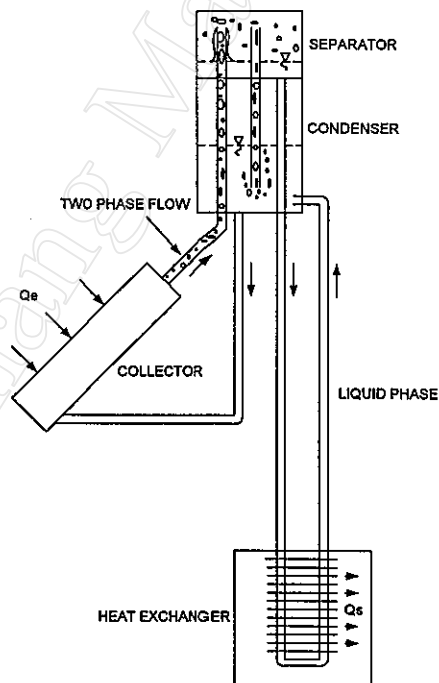
อำนวย ทองสถิตย์ (2527) ได้ทำการศึกษาและทดลอง ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์วงจรโอ โดยใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบกระจก 2 ชั้นที่มีพื้นที่รับรังสี 2 และ 4.6 ตารางเมตร ใช้เอ็นเฮกเซน (n-hexane) เป็นสารทำงาน โดยระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ กำหนดเงื่อนไขในการทดลองโดย ให้ระดับน้ำอยู่สูงกว่าถังสูบน้ำ และให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าถังสูบน้ำ กำหนดความสูงของหัวน้ำที่ดันออกใช้งาน 1.5 2.5 และ 3.6 เมตร ดังแสดงในรูป 1.1 หลักการทำงานคือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีจะทำให้อุณหภูมิของของไหลทำงานที่อยู่ในระบบสูงขึ้นจนกลายเป็นไอ และไหลเข้าไปยังถังสะสมความดันไอ จนกระทั่งถึงสะสมความดันไอมีความดันสูงพอเหมาะก็เปิดให้เข้าถังสูบน้ำเพื่อดันน้ำออกไปใช้งาน ไอของของไหลทำงานที่ขยายตัวในถังสูบน้ำก็จะถูกควบแน่นด้วยอากาศหรือน้ำและไหลเข้าถังเก็บของไหลทำงาน เพื่อส่งกลับไปยังตัวรับรังสีอีกครั้งในการทดลองจะเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระบายความร้อนจาก 12-15 องศาเซลเซียส โดยให้ตัวแปรต่างๆ อยู่ในสภาวะเกือบคงที่ จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของถังสูบน้ำอยู่ในช่วง 0.5-1.2 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความร้อนสูญเสียของถังสูบน้ำขณะดันน้ำออก และความสูงของหัวน้ำที่ดันออกใช้งาน ประสิทธิภาพรวมของระบบอยู่ในช่วง 0.008 - 0.05 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับระดับความสูงของหัวน้ำที่ดันออกใช้งาน

Bahomed (1996) ได้ศึกษาแบบจำลองเชิงความร้อนของการทำงานของปั๊มแบบพองในระบบทำน้ำร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้หมุนเวียนพลังงานความร้อนลงสู่ด้านล่าง (Downward Heat Transfer) จากตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ลงสู่ถังเก็บสะสมความร้อนด้านล่างโดยมีลักษณะเป็นวงจรปิด หลักการทำงานของปั๊มพองคือ เมื่อของไหลในตัวรับรังสีได้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์จนกระทั่งกลายเป็นฟองไอ (Bubble Vapor) ผสมกับของเหลว(ของไหล 2 สถานะ) ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าของไหลที่เข้าสู่ตัวรับรังสี เมื่อของไหล 2 สถานะลอยขึ้นไปในอุปกรณ์แยก (Separator) ดังแสดงในรูป 1.2 ส่วนที่เป็นของเหลวจะถูกจับ (Drain) ลงไปยังตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) เพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลในถังเก็บสะสมความร้อนต่อไป ส่วนที่เป็นไอจะถูกส่งต่อไปยังของเหลวในอุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) เกิดการควบแน่นแบบสัมผัสตรงทำให้ความดันในส่วนนี้ลดลง จึงดูดของเหลวกลับจากตัวแลกเปลี่ยนความร้อน และของเหลวบางส่วนถูกขับไปสู่ตัวรับรังสี จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของระบบจะสูงขึ้นเมื่อใช้พรอโพลีนไกลคอล (Propylene Glycol) เป็นสารทำงาน และเมื่อมีการหุ้มฉนวนที่ตัวปั๊ม

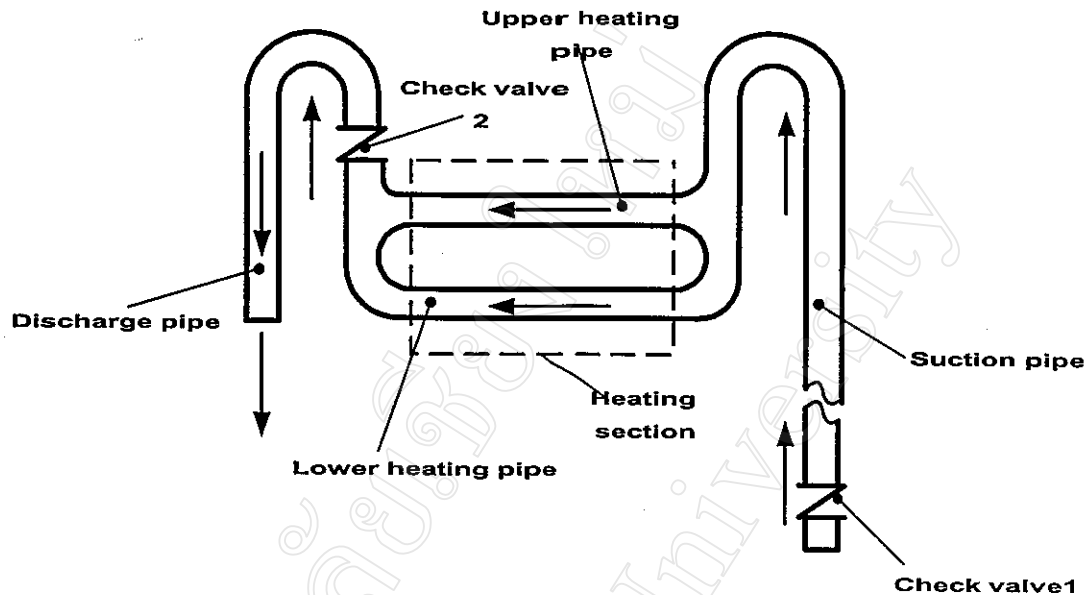
Hirano et al. (1996) ทำการทดลองเพื่อศึกษาการหมุนเวียนพลังงานความร้อนลงสู่ด้านล่าง (Downward Heat Transfer) โดยใช้ปั๊มขับเคลื่อนด้วยความร้อน (Heat-Driven Pump) ซึ่งท่หลักทำจากท่อทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3.2 มิลลิเมตร ตัวลดอุณหภูมิ (Cooler) ทำจากท่อทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 32.8 มิลลิเมตร การทดลองส่วนใหญ่จะกระทำภายใต้สภาวะที่ท่อให้ความร้อนด้านล่างถูกให้ความร้อนเพียงส่วนเดียว โดยพลังงานที่ให้เปลี่ยนแปลงระหว่าง 7-61 วัตต์ ความดันในท่อความร้อนเปลี่ยนแปลงระหว่าง 13-101 kPa ทำการทดลองในกรณีระบบปิด พบว่าอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานที่ให้แก่ส่วนรับความร้อนเพิ่มขึ้น และความดันที่ลดลงจะส่งผลให้อัตราการไหลมากขึ้น เมื่อความดันเป็น 27.8 kPa อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้น 2 เท่าของความดันที่ 101.3 kPa (ความดันบรรยากาศ) อุณหภูมิการทำงานของท่อความร้อนจะลดลงตามความดันที่ลดลง ซึ่งโดยรวมของระบบขับเคลื่อนด้วยความร้อนที่ใช้ในการทดลองมีค่าประมาณ 3.6 เมตร รูป 1.3 แสดงลักษณะระบบสูบน้ำด้วยความร้อน



รูป 1.1 แผนผังระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์วงจรโอ  
ที่มา: อำนวย ทองสถิตย์ (2527)



รูป 1.2 แผนผังการใช้ปั๊มพองหมุนเวียนพลังงานในระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์  
ที่มา: Bahomed (1996)

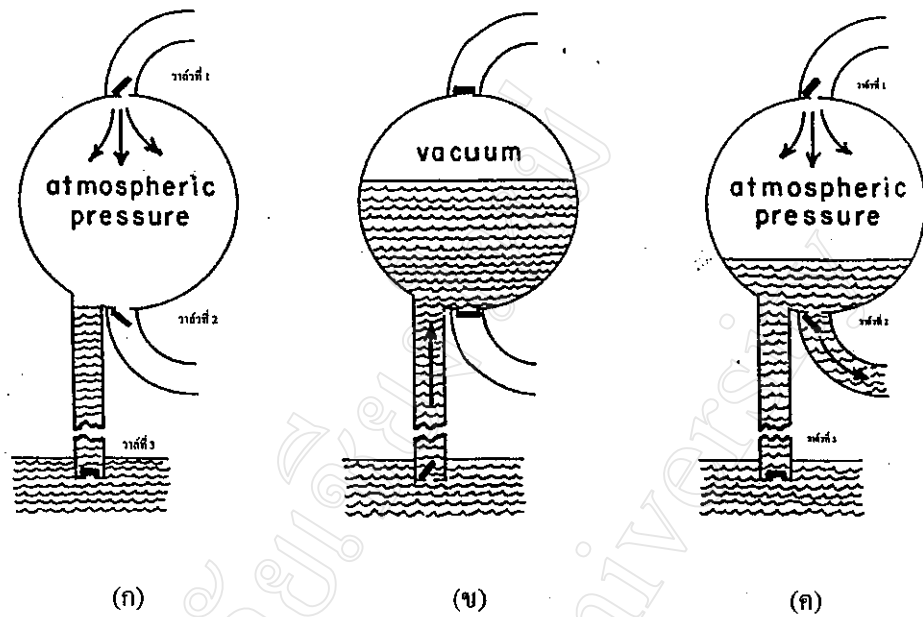


รูป 1.3 แสดงระบบสูบน้ำด้วยความร้อน

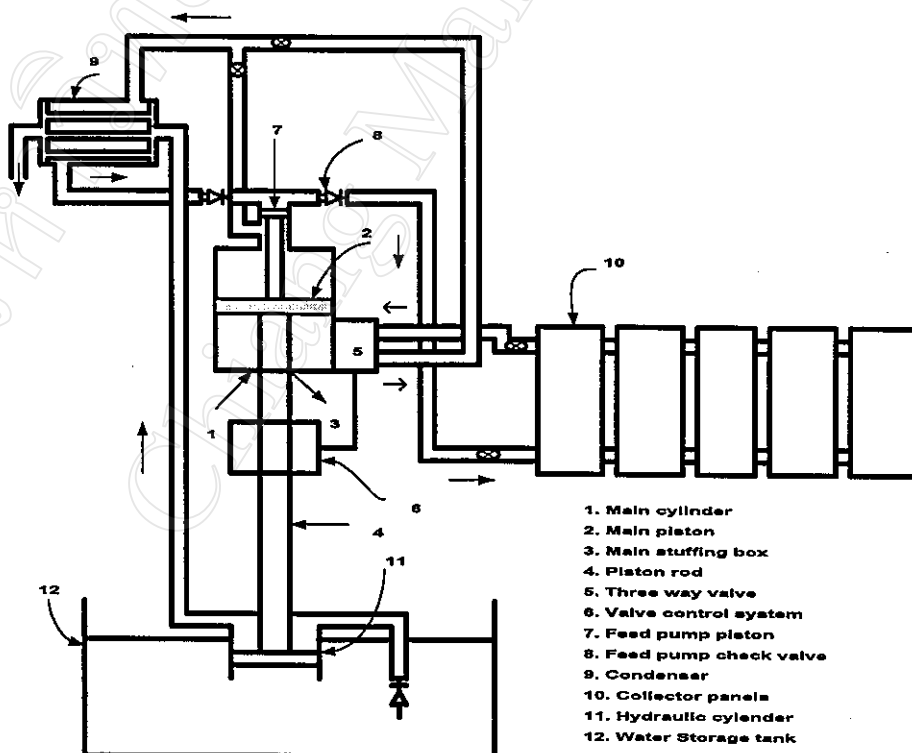
ที่มา: Hirano et al. (1996)

Jenness (1961) ได้ศึกษาหลักการทำงานของระบบสูบน้ำแบบชาเวรี ดังแสดงในรูป 1.4 โดยใช้การควบแน่นของไอน้ำถึงความดันลดลงเพื่อสูบน้ำจากเบื้องล่างขึ้นไปในถัง และปล่อยไอร้อนเข้ามาในถังทางด้านบนเพื่อขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกจากถังทางด้านล่าง โดยจะทำงานในลักษณะเดียวกันนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ ตามทฤษฎีสามารถยกน้ำขึ้นได้สูงสุด 10.3 เมตร ค่าประสิทธิภาพสูงสุดทางทฤษฎีของปั๊มน้ำแบบชาเวรีคือ 7.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ประสิทธิภาพจริงจะมีค่าต่ำกว่า เพราะต้องสูญเสียความร้อนส่วนหนึ่งเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 100 องศาเซลเซียส

Kishore et al. (1986) ได้พัฒนาปั๊มน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการร่วมมือกันของ 2 ประเทศ คือ อินเดีย และสวิตเซอร์แลนด์ ทำการพัฒนาปั๊มน้ำแสงอาทิตย์จากเดิม 100 วัตต์ เป็น 2 กิโลวัตต์ ทำงานโดยอาศัยการดันขึ้นลงของลูกสูบ ใช้ R-11 เป็นสารทำงาน ความสูงของหัวน้ำที่ตั้งไว้คือ 11.2 เมตร คอนเดนเซอร์ที่ใช้เป็นชนิดเปลือกและท่อ ที่มีพื้นที่การถ่ายเทความร้อน 1 ตารางเมตร ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ ที่มีพื้นที่รับรังสี 1.75 ตารางเมตร 5 ตัวต่อกันแบบอนุกรม ทำงานในช่วงเวลา 10.00-15.30 น. หลักการทำงานคือเมื่อวาล์วควบคุมระบบเปิด ปั๊มจะเริ่มการทำงาน โดยลูกสูบจะถูกดันขึ้นด้วยไอของ R-11 จึงหว่าคันขึ้นของลูกสูบเป็นผลมาจากการขยายตัวของไอ R-11 และจึงหว่าคันลงของลูกสูบเกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของก้านสูบเอง ความถี่ในการทำงานของปั๊มจะเพิ่มขึ้นตามค่ารังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งจะมีค่าสูงสุดในช่วงเที่ยงวัน หลังจากนั้นความถี่ของปั๊มจะค่อยๆ ลดลงตามค่ารังสีแสงอาทิตย์ โดยปริมาณน้ำที่ได้ก็จะลดลงตามไปด้วย จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในช่วงเวลานั้น (Instantaneous global efficiency) ซึ่งคิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฮดรอลิกของปั๊ม จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.5-0.7 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยมีประสิทธิภาพรวมของระบบทั้งวันประมาณ 0.45 เปอร์เซ็นต์ และสามารถสูบน้ำได้ประมาณ 6500 ลิตรต่อวัน



รูป 1.4 การทำงานของระบบสูบน้ำแบบชาเวรี  
ที่มา: Jenness (1961)



รูป 1.5 แผนผังการทำงานของปั๊มน้ำแสงอาทิตย์  
ที่มา: Kishore et al. (1986)

Sumathy (1996) ได้ศึกษาการทำงานของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เอน-เพนเทน (N - Pentane) เป็นสารทำงาน ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบ ที่มีพื้นที่ตัวรับรังสี 1 ตารางเมตร ทำการทดลองยกกระดาน้ำขึ้นสูง 6 8 และ 10 เมตร จากการทดลองเปรียบเทียบกับทางทฤษฎี พบว่าที่ระดับความสูง 6 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 336 ลิตร ใน 1 วัน โดยระบบสามารถทำงานได้ทั้งสิ้น 23 รอบ (Cycle) ซึ่งที่ระดับความสูง 6 เมตร จะได้ประสิทธิภาพรวมของระบบสูงสุดเป็น 0.134 เปอร์เซ็นต์ โดยประสิทธิภาพรวมของระบบหาได้จากสมการ ดังนี้

$$\eta = \frac{NV_w \rho_w g h}{H_{tot}}$$

เมื่อ

|                  |     |                                                                |
|------------------|-----|----------------------------------------------------------------|
| N                | คือ | จำนวนรอบการทำงานใน 1 วัน                                       |
| V <sub>w</sub>   | คือ | ปริมาณน้ำที่ยกขึ้นได้ในแต่ละครั้ง                              |
| ρ <sub>w</sub>   | คือ | ความหนาแน่นของน้ำ                                              |
| g                | คือ | ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก                          |
| h                | คือ | ความสูงของน้ำที่ยกได้                                          |
| H <sub>tot</sub> | คือ | ค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบตัวรับรังสีในช่วงเวลาที่ระบบทำงาน |

โดยมีหลักการการทำงานของระบบดังแสดงในรูป 1.6 คือ ใช้ไอของเอน-เพนเทนที่สะสมในถัง N ไปดันน้ำในถัง A ไปสู่ถัง B น้ำจากถัง A จะไปดันอากาศในถัง B ทำให้อากาศเคลื่อนตัวไปดันน้ำในถัง C ด้านล่างให้ยกตัวสูงขึ้นสู่ถัง D จากนั้นปล่อยน้ำออกจากถัง D ไประบายความร้อนในถัง A ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อเร่งการควบแน่นของไอเอน-เพนเทนในถัง A ทำให้ความดันในถัง A B และ C ลดลงอากาศในถัง B จะดันน้ำให้ไหลกลับคืนสู่ถัง A และน้ำในบ่อก็จะไหลเข้าสู่ถัง C ทำให้ครบรอบการทำงาน ในการทำงานของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์วิธีนี้ จำเป็นต้องหยุดการทำงานเพื่อระบาย เอน-เพนเทน ออกจากถัง เนื่องจาก เอน-เพนเทน ที่สะสมจากการควบแน่นในถัง จะไปรบกวนการทำงานของระบบทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัฐยูทาห์ สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาระบบสูบน้ำวงจรไอน้ำขึ้นมา 4 รูปแบบ โดยมีการพัฒนาและหลักการการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

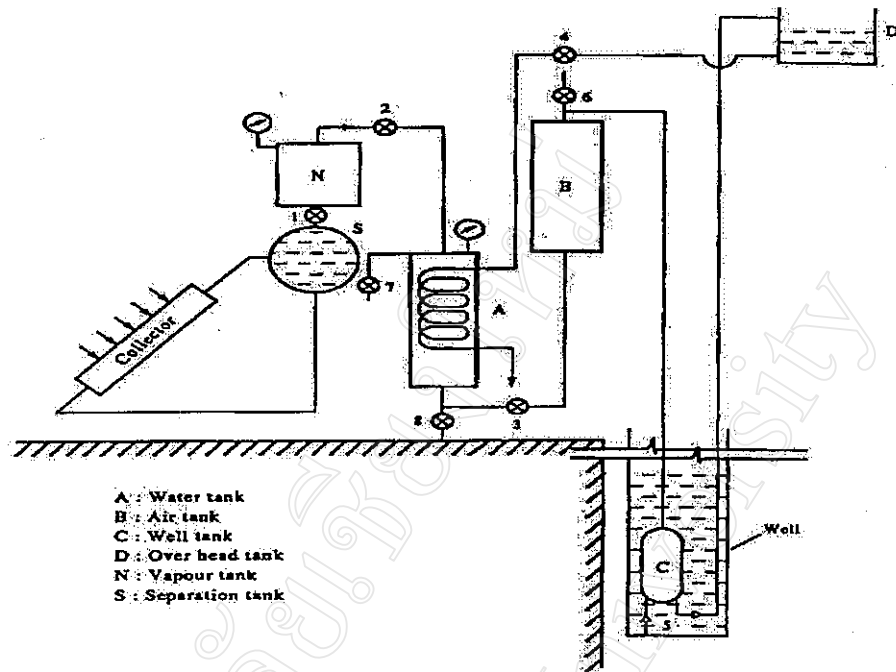
ระบบสูบน้ำวงจรไอน้ำแบบที่ 1 ดังแสดงในรูป 1.7 อาศัยหลักการการทำงานดังนี้ ความร้อนจากท่อส่งถ่ายความร้อนที่พื้นอยู่รอบถัง 2 จะถ่ายเทความร้อนให้กับไซโคลเพนเทนที่อยู่ระหว่างถัง 2 กับถังลอย 3 ทำให้ไซโคลเพนเทนเดือดและกลายเป็นไอลความดันสูง ไอที่เกิดขึ้นจะไปดันถังลอย 3 ลงมาด้านล่าง ทำให้ไซโคลเพนเทนถูกดันออกมาทางท่อ 5 และเข้าไปดันน้ำในถัง 4 ให้ออกมาโดยผ่านวาล์วทางเดียว 6 ออกไปใช้งาน ในขณะที่ถังลอย 3 ลดลง ระดับไอในท่อ 7 ก็จะลดลงเช่นกัน ไอจะเข้าไปควบแน่นในถัง 1 ทำให้ความดันลดต่ำลง ดังนั้นความดันบรรยากาศจะไปดันน้ำจากถังด้านล่าง ผ่านวาล์วทางเดียว 8 ขึ้นสู่ถัง 4 อีกครั้ง ถังลอย 3 ก็จะถูกดันให้ขึ้นมาที่ตำแหน่งเดิม ปริมาตรของไซโคลเพนเทน ในส่วนที่อยู่ระหว่างถัง 2 กับถังลอย 3 จะมีปริมาณที่พอเหมาะกับปริมาณความร้อนที่ได้รับ ซึ่งสามารถทำให้กลายเป็นไอได้หมด จึงจะครบรอบการทำงาน จากการทดสอบการสูบน้ำรอบละ 7 ลิตร ที่ความสูง 2.1 เมตร จะใช้เวลา 35 วินาทีต่อรอบ โดยใช้พลังงาน

ประมาณ 347 วัตต์ ทำงานที่อุณหภูมิ 62-65 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพเฉลี่ยประมาณ 1.2 เปอร์เซ็นต์ (ไม่คิดประสิทธิภาพของอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์) แต่จะมีปัญหายุ่งยากในการสร้าง ตลอดจนเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างของไหลทำงานกับวัสดุที่สร้างระบบ ทำให้ลูกลอย 3 มีการเคลื่อนตัวที่ติดขัด เนื่องจากสิ่งเจือปนที่เกาะตามผนังของถัง นอกจากนี้ อาจเกิดการปิดทางเดินของไอในขณะที่ไซโคลเพนเทนได้รับความร้อนมากเกินไป ซึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบที่สูงขึ้น

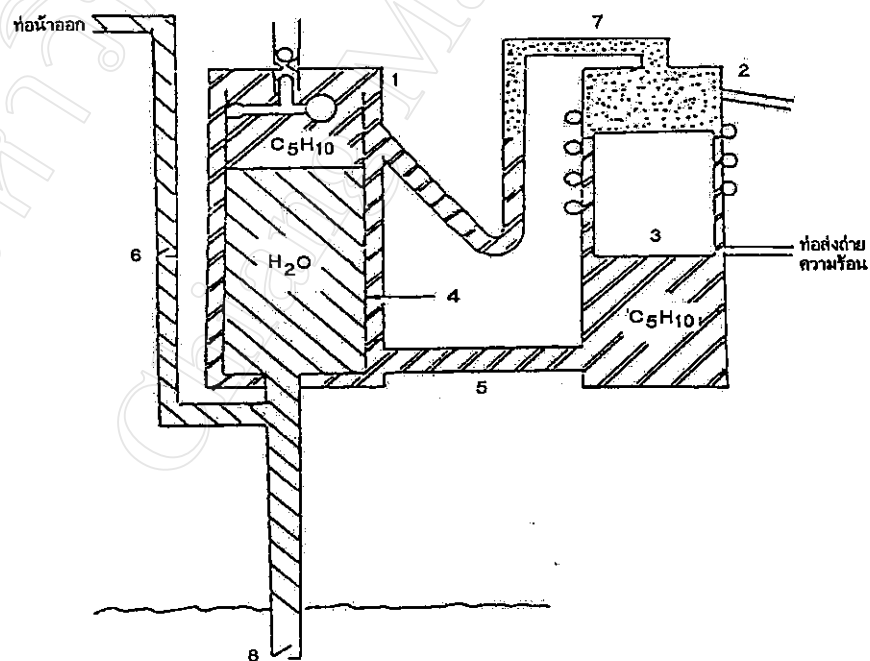
ระบบสูบน้ำวงจรไอบแบบที่ 2 ดังแสดงในรูป 1.8 โดยมีหลักการการทำงานดังนี้ เมื่อตัวรับรังสีได้รับรังสีแสงอาทิตย์จะทำให้ของไหลทำงานเดือดและกลายเป็นไอ ไอดังกล่าวจะไหลเข้าถุงยางที่อยู่ภายในถังน้ำ ถุงยางจะพองตัวขึ้น ทำให้น้ำในถังถูกดันผ่านวาล์วทางเดียวออกไปใช้งาน และเมื่อไอของของไหลทำงานควบแน่นจากการดึงความร้อนออกด้วยน้ำเย็นภายในถัง ถุงยางจะยุบลง ทำให้ความดันบรรยากาศภายนอกดันน้ำเข้ามาในถัง ความดันไอที่ไหลเข้าสู่ถุงยางจะถูกควบคุมด้วยวาล์วปิด-เปิดชนิดพิเศษ แม้ว่าระบบสูบน้ำวงจรไอบแบบนี้จะมีการทำงานและการสร้างที่ใช้หลักการง่ายๆ แต่จะมีปัญหาหลายประการ เช่น วัสดุที่ใช้ทำถุงยาง ของไหลทำงาน และวาล์วปิด-เปิดชนิดพิเศษที่ไม่มีขายตามท้องตลาด นอกจากนั้น ประสิทธิภาพเฉลี่ยรวมของระบบจะต่ำเนื่องจากการสูญเสียความร้อนให้กับน้ำเย็นในถังขณะถุงยางพองตัว หรือขณะคั่นน้ำออก จากผลการทดลองพบว่า อัตราการจ่ายน้ำออก 6 ลิตรต่อนาที ที่ความสูง 3 เมตร เมื่อใช้น้ำเป็นของไหลทำงาน ใช้ถุงยางทำจากบิวไทล์ และใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบตัวรวมแสงแบบเส้นตรง

ระบบสูบน้ำวงจรไอบแบบที่ 3 ดังแสดงในรูป 1.9 มีลักษณะการทำงานคล้ายกันกับแบบที่ 2 แต่ใช้แผ่นไดอะแฟรมยางแทนถุงยาง โดยในช่วงที่ของไหลทำงานกลายเป็นไอที่มีความดันสูง ไอจะไปดันแผ่นไดอะแฟรมยางขึ้น เป็นผลให้น้ำถูกดันออกไปใช้งาน ความดันจะลดลงเนื่องจากการควบแน่นของไอของของไหลทำงาน ที่ถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ แผ่นไดอะแฟรมก็จะถูกดันกลับลง พร้อมกับที่น้ำถูกดูดขึ้นจากแหล่งน้ำด้านล่างเข้าสู่ระบบ ของไหลทำงานที่เปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลวก็จะไหลลงสู่แผ่นความร้อนเพื่อกลายเป็นไอไปดันแผ่นไดอะแฟรมอีกครั้งหนึ่ง แต่อย่างไรก็ดี การสร้างระบบทดลองตามแบบที่ 3 นี้ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากการรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ระบบ

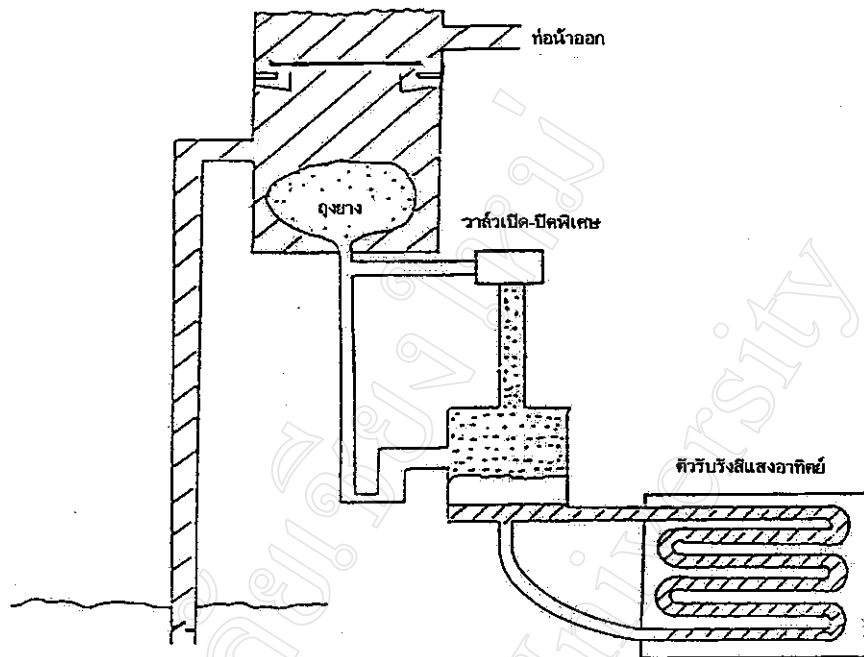
จากปัญหาต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงนำไปสู่การแก้ไขโดยการออกแบบในแบบที่ 4 ดังแสดงในรูป 1.10 โดยมีหลักการการทำงานที่คล้ายๆ กันคือ ไอความดันสูงที่ผลิตจากตัวรับรังสีจะไปดันลูกลอยในถังน้ำลง ทำให้น้ำถูกดันออกโดยผ่านวาล์วทางเดียวออกไปใช้งาน เมื่อไอควบแน่นลูกลอยจะถูกดึงกลับตำแหน่งเดิมในช่วงเวลานี้เอง น้ำจากถังด้านล่างจะถูกความดันบรรยากาศดันขึ้นมาแทนที่น้ำในถังที่หายไป โดยได้นำไปทดลองใช้จริงที่แม่น้ำโลแกน รัฐยูทาห์ โดยใช้ไซโคลเพนเทนเป็นของไหลทำงาน ได้อัตราการจ่ายน้ำออก 6 ลิตรต่อนาที ที่ระยะความสูง 3 เมตร



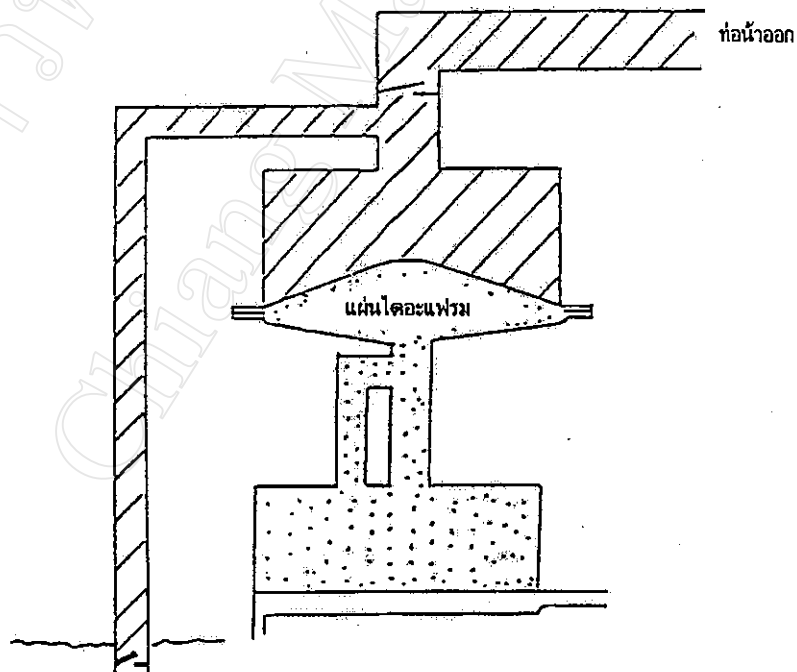
รูป 1.6 แผนผังระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์  
ที่มา : Sumathy (1996)



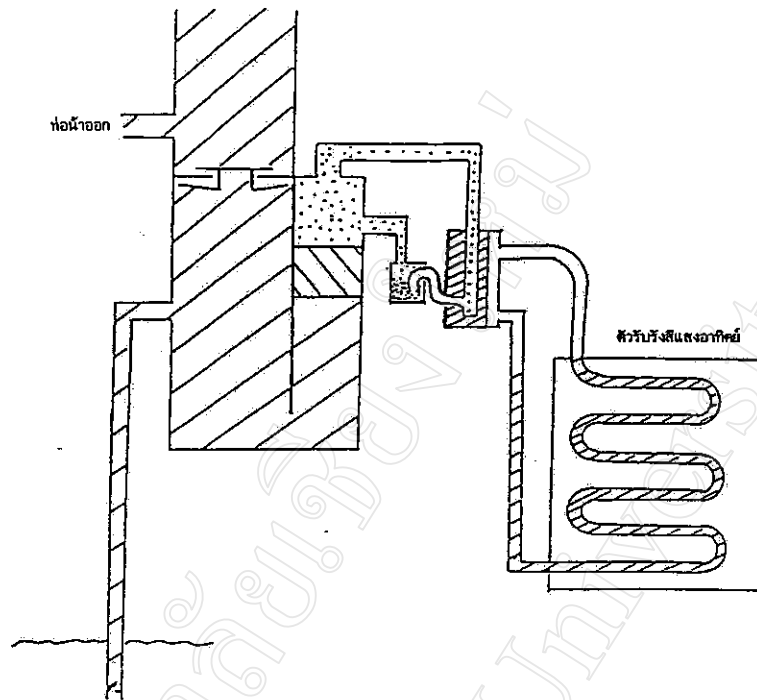
รูป 1.7 ระบบสูบน้ำวงจรไของมหาวิทยาลัยรัฐอุทากะ แบบที่ 1  
ที่มา: อำนวย ทองสถิตย์ (2527)



รูป 1.8 ระบบสูบน้ำวงจรไอของมหาวิทยาลัยรัฐยูทาห์ แบบที่ 2  
ที่มา: อำนวย ทองสถิตย์ (2527)



รูป 1.9 ระบบสูบน้ำวงจรไอของมหาวิทยาลัยรัฐยูทาห์ แบบที่ 3  
ที่มา: อำนวย ทองสถิตย์ (2527)



รูป 1.10 ระบบสูบน้ำวงจรโอของมหาวิทยาลัยรัฐยูทาห์ แบบที่ 4  
ที่มา: อำนวย ทองสถิตย์ (2527)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาสมรรถนะในการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์โดยใช้หลักการซาเวรี เนื่องจากมีลักษณะการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อน โดยใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์จะเป็นแหล่งผลิตไอน้ำในระบบเพื่อไปดันน้ำไปยังบริเวณและความสูงที่ต้องการ ในการศึกษาจะกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน ได้แก่ ความสูงทางคานูด ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ความดันในตัวรับรังสี อุณหภูมิที่ถึง เป็นต้น

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อศึกษาสมรรถนะในการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนด้วยเทคนิคซาเวรี
- 1.3.2 เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการไหลของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน ได้แก่ ความสูงทางคานูด ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ความดันในตัวรับรังสี อุณหภูมิที่ถึงควมแน่น

### 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1.4.1 ได้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต
- 1.4.2 ได้ทราบกลไกในการทำงานของระบบสูบน้ำแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแนวทางในการหาเทคนิคหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้น

1.4.3 ช่วยประหยัดพลังงานประเภทเชื้อเพลิงเนื่องจากระบบสูบน้ำแบบนี้ใช้แหล่งความร้อนจากแสงอาทิตย์ และยังช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

1.4.5 เนื่องจากระบบสูบน้ำแบบนี้มีหลักการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อนำมาใช้งานจริง

1.4.6 สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ได้

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้จะทำการทดลองในกรณีระบบเปิด โดยใช้น้ำเป็นสารทำงาน

1.5.2 ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบ กระกระจกชั้นเดียว ที่ผลิตในประเทศไทย ที่มีพื้นที่รับแสงอาทิตย์ (Aperture area) ประมาณ 2 ตารางเมตร

1.5.3 ทำการทดสอบที่ระดับความสูงด้านดาด 2 ค่า คือ

(1) ระดับความสูงด้านดาด 1 เมตร

(2) ระดับความสูงด้านดาด 2 เมตร

1.5.4 ทำการทดสอบที่ความดันในตัวรับรังสี 149.6-197.8 กิโลปาสกาล (7-14 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเกจ)

1.5.5 ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับในช่วง 200-1,100 วัตต์ต่อตารางเมตร

1.5.6 ทำการทดสอบที่มุมเอียงของตัวรับรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 18 องศา หันหน้าไปทางทิศใต้ โดยทดสอบที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.5.7 ใช้ถังควบแน่น (Condenser tank) ที่มีปริมาตรประมาณ 5 ลิตร ระบายความร้อนด้วยอากาศ

1.5.8 ในการทดสอบ จะควบคุมการทำงานของระบบด้วยมือ

1.5.9 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ตั้งแต่ 9.00 น.- 15.30 น.