

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์หมุนเวียนน้ำด้วยกำลังไอน้ำ ที่ประกอบด้วยตัวรับรังสีอาทิตย์ ขนาด 1.58 m^2 และถังเก็บน้ำร้อน 30 ลิตร โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการศึกษาประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทดลองระบบจริงเพื่อตรวจสอบแบบจำลอง ในส่วนของการทดลองได้ใช้พลังงานที่ใส่ให้แก่ระบบจาก 2 แหล่ง คือ แหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ และแหล่งพลังงานความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล

จากการศึกษาศักยภาพ การทำงานของระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการรับรองแล้ว (ความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10\%$) และค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือนต่าง ๆ ในประเทศไทย พบว่าเดือนที่มีศักยภาพเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนเมษายน โดยระบบสามารถหมุนเวียนน้ำได้เฉลี่ย 14 รอบ/วัน ปริมาณการหมุนเวียนน้ำเฉลี่ย 42 ลิตร/วัน มีประสิทธิภาพการปั้มน้ำเฉลี่ยของระบบเท่ากับ 0.00266% ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ยของระบบ เท่ากับ 8.6% และ เดือนที่มีศักยภาพเฉลี่ยต่ำสุดคือเดือนกรกฎาคม โดยระบบสามารถหมุนเวียนน้ำได้เฉลี่ย 3.2 รอบ/วัน ปริมาณการหมุนเวียนน้ำเฉลี่ย 9.8 ลิตร/วัน มีประสิทธิภาพการปั้มน้ำเฉลี่ยของระบบเท่ากับ 0.00075% ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ยของระบบเท่ากับ 4% สมรรถนะดังกล่าวยังสามารถเพิ่มให้ดีกว่าระบบดั้งเดิม ถ้าหากเราใช้ตัวเก็บรังสีแผ่นราบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

กล่าวโดยสรุป เดือนที่เหมาะสมในการใช้ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์หมุนเวียนด้วยกำลังไอน้ำในประเทศไทย คือ หนาวเนื่องจากเป็นเดือนที่มีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ค่อนข้างสูง ส่วนเดือนต่างๆที่เหลือจะอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงทำให้ความสามารถทำงานของระบบมีค่าที่ลดลง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบขึ้นอยู่กับค่ารังสีอาทิตย์, จำนวนตัวรับรังสีในระบบ ความสูงในการหมุนเวียนน้ำ ความเร็วลม และอุณหภูมิอากาศภายนอก

นอกจากนี้ จากผลการทดลองระบบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระหว่าง $15\text{-}24 \text{ MJ/m}^2\text{d}$ แสดงให้เห็นว่า ระบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่าง $7\text{-}13 \%$ และประสิทธิภาพของปั้ม $0.0014\text{-}0.0019 \%$ อัตราการหมุนเวียนน้ำต่อวัน $12\text{-}59$ ลิตร เมื่อมีหัวส่งน้ำ 1 1.5 และ 2 เมตร และเมื่อกำหนดให้พลังงานที่ใส่ให้แก่ระบบคงที่ที่ 17 MJ โดยใช้ฮีตเตอร์ เราพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าลดลงเมื่อหัวส่งน้ำมากขึ้น ขณะที่ประสิทธิภาพของปั้มมีค่าสูงสุดที่ หัวส่งน้ำ 3.256 เมตร สำหรับการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบทำน้ำร้อนขนาด 100 ลิตรที่ใช้แสงอาทิตย์ พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนภายใน 9 ปี และอัตราการคืนทุน 9.2% เมื่อคิดอายุการใช้งานของระบบ 20 ปี ระบบนี้มีข้อเด่นคือ ไม่ใช้ไฟฟ้าในการหมุนเวียนน้ำร้อน และมีน้ำหนักเบาว่าระบบเดิม

The goal of this thesis was to study the performance of a solar water heating system (SWHS) circulating water by a steam power, which comprises 1.58 m² solar collector and 30 l hot water storage tank, by means of a mathematical model. The study method comprises two parts: simulation and experiment of the actual system for model verification. The second one uses two sources of energy as the input: solar radiation and thermal energy from an electrical heater for easy data collection.

Based on the model validated (error of less than $\pm 10\%$) and hourly solar radiation of various months in Thailand, it was found that April has the highest potential for SWHS operation. The system could have the average water circulation of 14 cycles and 42 l a day; the mean pump efficiency of 0.00266 % and thermal efficiency of 8.6 %. The lowest one was in July during which the system could have the average water circulation of 3.2 cycles and 9.8 l a day; the mean pump efficiency of 0.00075 % and thermal efficiency of 4 %. As a conclusion, the suitable months were in summer, which had high solar radiation intensity while the rest of the months were in the rainy season, which had lower potential for possible SWHS operation. From the study, it was found that the important parameters affecting system performance depended on solar radiation, a number of solar collectors installed in the system, discharge heads, wind velocity and ambient temperature. This system performance can further increase to be comparable with the conventional system, if a more efficient solar collector will be utilized.

Furthermore, the experimental results of the system when solar radiation was between 15-24 MJ/m²d, showed that the daily SWHS thermal efficiency was between 7-13 %, the average daily pump efficiency was between 0.0014-0.0019% and the water circulation within the SWHS ranged between 12 and 59 l/d for the discharge heads of 1 , 1.5 and 2 m. In the case of a constant 17 MJ energy input from the heater, the thermal efficiency decreases with the increasing heads while the max pump efficiency was found at 3.256 m head. In the economic analysis for the new SWHS of 100 l capacity, it has a payback period of 9 y and a 9.2% internal rate of return, assuming a lifetime of 20 y. The advantage of the system is that it uses no electrical energy for water circulation and is lighter, compared to the conventional one.