

บทความวิจัย (Research Article)

การประยุกต์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสูบน้ำในระบบประปาหมู่บ้าน ดวงดี แสนรักษ์*

Application of solar electricity for water pumping in a village water supply system

Duangdi Saenrak*

Department of Electrical Engineering, School of Engineering, University of Phayao, Phayao Province 56000

* Corresponding author E-mail: duangdi.sa@up.ac.th

Naresuan Phayao J. 2015;8(3):163-165.

บทคัดย่อ

การศึกษามุ่งหมายประยุกต์เซลล์แสงอาทิตย์มีอยู่และไม่ใช้ประโยชน์ ผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสูบน้ำในระบบประปาหมู่บ้านแห่งหนึ่ง การทดลองพบว่าระบบทำงาน 3 ชั่วโมง (ชม.) 15 นาที ต่อวัน, สูบน้ำด้วยอัตรา 3.53 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ต่อชม. เปรียบเทียบกับการสูบน้ำตามรูปแบบ วิธีการนี้ลดการใช้พลังงานเท่ากับ 665.76 กิโลวัตต์ (กก. วัตต์)-ชม.ต่อปี

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์, เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์, ระบบประปาหมู่บ้าน

Abstract

The study aims to apply the existing and unused solar cells, generating solar electricity for water pumping the water in a village water supply system. It demonstrated that the water pump operated 3 hours 15 minutes per day with the rate of 3.53 cubic meters per hour. Comparison to the conventional pump, this method can reduce the electric energy consumption for 665.76 kilowatt-hours per year.

Keywords: Solar cell, solar pump, village water supply system

บทนำ

การสูบน้ำทั่วไปอาศัยไฟฟ้าตามแบบแผนหรือไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนการสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล, ก๊าซ, ถ่านหิน ไม่เพียงราคาถูกกว่า แต่ยังลดเสียงและมลพิษอีกด้วย โดยรวมการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ถูกกว่าจากน้ำมันดีเซลสูงกว่า 2 ถึง 4 เท่า, นอกจากนี้ยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, ค่าบำรุงรักษาต่ำ, ไม่มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง [1] เทคโนโลยีคล้ายคลึงกับระบบสูบน้ำตามแบบแผนอื่น

ยกเว้นแหล่งพลังงานงานเป็นพลังงานแสงอาทิตย์, เครื่องสูบน้ำพลังงานแสง (photovoltaic) ที่มีความสำคัญในพื้นที่ปราศจากไฟฟ้า, อัตราการสูบน้ำขึ้นกับเหตุการณ์การมีแสงอาทิตย์และขนาดการจัดเรียงแถวของพลังงานแสง (photovoltaic array), การออกแบบระบบพลังงานแสงเป็นผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายระยะยาว เมื่อเปรียบเทียบกับการสูบน้ำตามแบบแผน, การสร้างถังเก็บน้ำเป็นการแทนที่การใช้แบตเตอรี่สำหรับการเก็บไฟฟ้า [2]

การศึกษามุ่งหมายดัดแปลงแผงพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ใช้ประโยชน์ผลิตไฟฟ้าสำหรับสูบน้ำในระบบประปาหมู่บ้าน

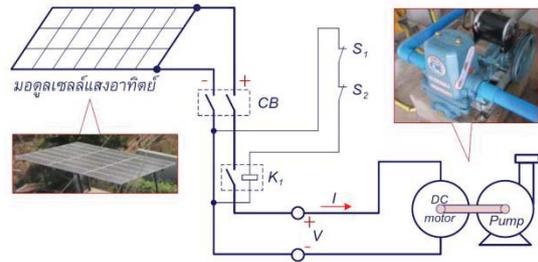
วัสดุและวิธีการ

ดำเนินการ ณ บ้านเข็ญะ หมู่ 4 ตำบลจุน อำเภोजุน จังหวัดพะเยา ซึ่งมีระบบประปาหมู่บ้านแบบฝัดดินกล่าวคือ ใช้น้ำดิบจากลำคลองผ่านกระบวนการกวนตกตะกอนและกรอง, เก็บในถังน้ำใส, สูบขึ้นหอถังสูง และจ่ายเข้าระบบท่อไปยังผู้ใช้ แต่ละระบบใช้เครื่องสูบน้ำแบบหยोजง, ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส พิกัด 1.119 กิโลวัตต์ (กก. วัตต์) หรือ 1.5 แรงม้า

การสูบน้ำใสขึ้นหอถังสูงทำงานวันละ 3.5 ชั่วโมง (ชม.), เข้า 2 ชม. และเย็น 1 ชม. 30 นาที ส่วนอัตราสูบน้ำเฉลี่ย 10 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ต่อ ชม. หรือเท่ากับ 35 ลบ.ม. ต่อวัน, แต่ละวันใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 3.5 ชม. × 1.119 กก.วัตต์ เท่ากับ 3.9165 กก. วัตต์-ชม. ต่อวัน

ออกแบบสร้างระบบสูบน้ำขึ้นหอถังสูงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์, แยกส่วนจากระบบสูบน้ำเดิม ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์พิกัด 55 วัตต์ 17.4 โวลต์ จำนวน 21 แผง, ต่ออนุกรม 3 แผง จำนวน 7 ชุด, ต่อขนานกัน ต่อโดยตรงกับมอเตอร์กระแสตรงกำลังพิกัด 1,000 วัตต์, แรงดันพิกัด 36 โวลต์, กระแสพิกัด 35.6 แอมป์ (แอมป์), ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที, ขับเคลื่อนสูบน้ำแบบสูบน้ำชักที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อดูดและท่อส่งขนาด 38 มิลลิเมตร (มม.) ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์, จึงติดตั้งหันหน้าไปทางทิศตะวันออกและทำมุมกับพื้น 19 องศา, ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังรูป 1.

ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงพิกัดกำลังรวม 1,155 วัตต์ (21 คูณ 55 วัตต์), แรงดันพิกัดเท่ากับ 52.2 โวลต์ (3 คูณ 17.4 โวลต์) และกระแสพิกัดเท่ากับ 22.05 แอมป์ (7 × 3.15 แอมป์) ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์กระแสตรง, พิกัดตัดวงจร 63 แอมป์, เป็นอุปกรณ์ปิดหรือเปิดการทำงานของระบบ, ป้องกันน้ำล้นถังด้วยสวิทช์ลากลอยตรวจสอบระดับน้ำ, ควบคุมมอเตอร์ด้วยหน้าสัมผัสแม่เหล็กกระแสตรง



รูป 1. ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ CB คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์กระแสตรง, K1 คือหน้าสัมผัสแม่เหล็กกระแสตรง, S1 สวิทช์ลากลอยตรวจสอบระดับน้ำเต็ม, S2 สวิทช์ลากลอยตรวจสอบระดับน้ำแห้ง

ถังน้ำใสเป็นรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 4.10 คูณ 4.10 เมตร (ม.) คูณ 2 ม. หอถังการสูบน้ำด้วยการวัดระดับน้ำลดลงของถังน้ำใสในเวลา 1 ชม. เปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กับการสูบน้ำแบบดั้งเดิม

ผลการศึกษา

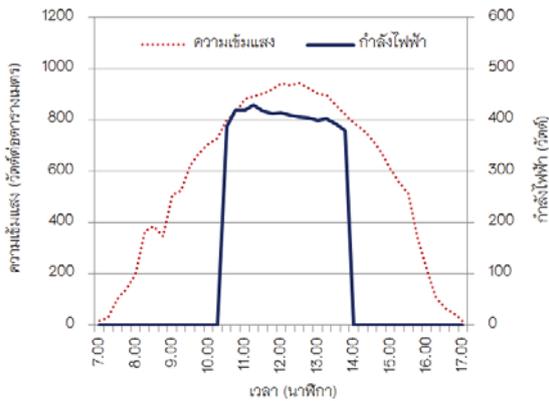
เดือนมกราคมขณะไม่มีภาระงาน, ความเข้มข้นแสงช่วงเช้ามีค่าน้อย และเพิ่มสูงสุดเท่ากับ 969 วัตต์ต่อตารางเมตร (ตร.ม.) ที่ 12.00 น. หลังจากนั้นลดลงตามลำดับ ผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้แม้ความเข้มข้นแสงน้อย, ขณะที่แรงดันเฉลี่ย 57.69 โวลต์

เดือนกุมภาพันธ์การทดสอบพบว่า ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เริ่มสูบน้ำขึ้นหอถังสูงได้เวลา 10.30 น. และหยุดทำงานเวลา 13.45 น. รวมเวลาทำงาน 3 ชม. 15 นาที, ระบบทำงานเมื่อความเข้มแสงตั้งแต่ 800 วัตต์ต่อ ตร.ม. ขึ้นไป, จ่ายกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยและสูงสุดให้กับมอเตอร์เท่ากับ 406.37 และ 428.36 วัตต์ ตามลำดับ แสดงดังรูป 2.

ขณะทำงานค่าแรงดันเฉลี่ยของขั้วมอเตอร์เท่ากับ 28.57 โวลต์, กระแสเฉลี่ยเท่ากับ 14.23 แอมป์, ความเร็วรอบเฉลี่ยของมอเตอร์กระแสตรงและป้มน้ำเท่ากับ 2,737.79 และ 283.83 รอบต่อนาที ตามลำดับ ทั้งนี้ความเร็วรอบป้มน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความเร็วรอบมอเตอร์กระแสตรง

ระดับน้ำของถังน้ำใสหลังสูบน้ำนาน 1 ชม. ลดลง 0.21 เมตร และปราศจากการสูญเสียน้ำระหว่างจุดน้ำเข้าท่อถึงจุดน้ำออกท่อ ดังนั้นอัตราการไหลของ

น้ำเท่ากับ 3.53 ลบ.ม. ต่อชม. หรือ 11.4725 ลบ.ม.ต่อวัน, ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 1.824 กก.วัตต์-ชม.ต่อวัน หรือ 665.76 กก.วัตต์-ชม.ต่อปี, หรือใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 46.57



รูป 2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับ

วิจารณ์

จำนวนพลังงานจากการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้นกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์อันแตกต่างกันขึ้นกับเส้นรุ้ง (เส้นขนานกับเส้นศูนย์สูตร) ตามภูมิศาสตร์, ฤดูกาล และระยะเวลาของกลางวัน ดังนั้นจำเป็นต้องหาที่ตั้งเพื่อเก็บการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม [3,4] ส่วนมุมเอียงของเซลล์แสงอาทิตย์มีผลต่อการเติมเต็มและประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อยร้อยละ 8.53 ถึง 10.28 และการเอียงเป็นสิ่งเหมาะสมกว่าไม่เอียง [5] ดังนั้นการติดตั้งในที่แจ้งเป็นปัจจัยสำคัญ ขณะที่การศึกษาหนึ่งของประเทศไทยรายงานว่ามุมเอียงคงที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมแตกต่างกันตามภูมิภาค จังหวัดสงขลา, กรุงเทพฯ, ขอนแก่น และเชียงใหม่เท่ากับ 4.2, 10.0, 11.9 และ 13.5 ตามลำดับ [6]

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้ประโยชน์สูงสุดในฤดูร้อน, ไม่เพียงสูบน้ำในระบบประปาหมู่บ้าน ยังใช้ในชุมชน, สถานศึกษา, อุตสาหกรรม และการชลประทาน สำหรับการศึกษเพิ่มเติมควรมุ่งเน้นความรู้ทางด้านเทคโนโลยีของการสูบน้ำทั้งระบบเป็นต้นว่า การประเมินค่าขีดความสามารถ, ขนาดที่เหมาะสม

การออกแบบและจำลองพลังงานสูญเสีย, แ่งมุมด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพะเยาผู้ให้การสนับสนุนด้านการเงิน, นิสิตและอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้ช่วยเหลือการเก็บข้อมูล รวมถึงผู้ใหญ่บ้านและผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 4 ตำบลจุน อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ผู้อำนวยการความสะอาดในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. Foster R, Majid G, Cota A. A test book of solar energy: Renewable Energy and the Environment. Florida: CRC Press; 2014.
2. Rohit KB, Karve GM, Khatri. Solar water pumping system. Int J Emerg Technol Adv Eng. 2013;3(7):323-37.
3. Li DHW, Lam TN. Determining the optimum tilt angle and orientation for solar energy collection based on measured solar radiance data. Int J Photoenergy. 2007;1-9.
4. Gunerhan H, Hepbasli A. Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building applications. Build Environ. 2007;42:779-83.
5. Phayom W, Akkanit C, Yoshida Y. Study of photovoltaic module for electrical characteristics. Proceeding of the 4th International Science, Social Science, Engineering and Energy Conference; 2012 Dec 11-14; Petchburi, Thailand. Bangkok: Kasem Bundit University; 2013. P. 359-63.
6. Techathawiekul S. Calculations of fixed optimal tilt angles for flat-plate solar collectors for Songkla, Bangkok, Khonkaen, and Chiangmai. J Sci Soc Thailand. 1984;10:119-122.