การศึกษาความเข้มรังสีอาทิตย์ และอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

The Study of a Solar Radiation Intensity and a Flow Rate of Solar Water Pump; Chom Thong, Phitsanulok

รัฏฐชัย สายรวมญาติ[1] วรลักษณ์ สุริวงษ์[2] พัชราภรณ์ อินริราย[3] และอุทัย ไทยกรรณ์[4]

Rattachai Sayrumyat[1] Voraluck Suriwong[2] Patcharaporn Inrirai[3] and Uthai Thaigun[4]

[1,2,3]นักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

[4]โรงเรียนวัดจอมทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 1 จังหวัดพิษณุโลก

บทคัดย่อ

จากการออกแบบและติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยไม่ทำการติดตั้งอุปกรณ์จัดเก็บพลังงาน (battery) เพื่อใช้เป็นเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบสำหรับชุมชนพบว่า พื้นที่โรงเรียนวัดจอมทอง ต.จอมทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในการสูบน้ำได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตร โดยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 2 พ.ย. - 2 ธ.ค. 2558 เวลา 9:00 - 16:00 น. อยู่ในรูปความสัมพันธ์แบบสมการพาราโบลา คือ $y = -36.372x^2 + 318.75x + 183.09$ ที่ค่า $R^2 = 0.9776$ การศึกษาการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่เฮดความดัน 3 ระดับ พบว่า เมื่อเฮดความดันเพิ่มขึ้น จะต้องใช้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงขึ้นจึงจะทำให้เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงาน โดยที่เฮดความดัน 0 1.5 และ 3 bar เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จะเริ่มทำงานเมื่อมีความเข้มรังสีอาทิตย์ตั้งแต่ 232 393 และ 515 W/m^2 ตามลำดับ โดยมีอัตราการไหลเท่ากับ 2.07 0.70 และ 0.75 ตามลำดับ นอกจากนั้นที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากัน เครื่องสูบน้ำให้ค่าอัตราการไหลสูงขึ้นเมื่อเฮดความดันลดลง โดยเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สามารถให้อัตราการไหลสูงสุด 3 l/min ที่เฮดความดัน 0 bar ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดในช่วงที่ทำการตรวจวัด คือ 1,134 W/m^2 ซึ่งสูงกว่าคุณสมบัติที่เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กำหนดไว้

คำสำคัญ : พลังงานทดแทน เซลล์แสงอาทิตย์ ชุมชน

Abstract

From design and install a solar water pump without the battery to use as a water pump prototype for community found that, an area of the Wat Chom thong School, Tambon Chom thong, Amphoe Mueng, Phitsanulok Province had a potential of an solar intensity to use as an energy source of the water pump for consumption and agriculture. Data of a correlation between an average solar radiation intensity during 2 November to 2 December 2015 at 9 AM – 4 PM was parabolic equation as

$y = -36.372x^2 + 318.75x + 183.09$ and $R^2 = 0.9776$. The study of an operation of water pump at 3 level head pressure found that, when the head pressure increase, a higher solar radiation intensity was required for starting up the water pump. At the head pressure (H) of 0, 1.5 and 3 bar. The solar water pump operated when the solar radiation intensity was 232, 393 and 515 W/m^2, respectively, provided the flow rate (Q) was 2.07, 0.70 and 0.75 LPM, respectively. Moreover, the flow rate of the solar water pump was higher when the head pressure decrease at the same solar radiation intensity. The maximum flow rate of the solar pump was 3 LPM at head pressure of 0 bar and the solar radiation intensity 1,134 W/m^2, which was the peak intensity in the experiment. This flow rate was higher than a pump's specification.

Keywords : Renewable energy, solar cell, community

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่ง โดยประเทศไทยนั้นมีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง จึงได้มีการพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง คือ เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซล่าเซลล์ (solar cell) ลักษณะของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และการประยุกต์ใช้งานมีหลากหลายมากมายตั้งแต่ระบบที่ใช้ในบ้าน ระบบที่ติดตั้งในที่สาธารณะ ระบบที่ใช้ในการเกษตร รวมทั้งการนำไปใช้ในยานพาหนะ เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร คือ เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (solar water pump) หรือ ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่นำพลังงานทดแทนมาใช้ได้อย่างคุ้มค่า ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ยังสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไฟฟ้าไม่สามารถเข้าถึง จึงทำให้เกษตรกรในชนบทสามารถทำการเกษตรได้ อีกทั้งพลังงานที่สูญเสียภายในระบบของเครื่องปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ยังมีค่าน้อยมาก จึงถือว่าเป็นการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า จากประโยชน์ของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงานของเกษตรกร ทั้งในแง่การประหยัดพลังงานและการใช้เครื่องสูบน้ำในกรณีที่ไม่สามารถใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานได้ กอปรกับชุมชนจอมทอง อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก เป็นชุมชนพื้นที่สีเขียว มีการทำการเกษตรในชุมชน รวมทั้งจังหวัดพิษณุโลกนั้นมีศักยภาพทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงด้วยเช่นกัน เพื่อการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาปรับใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเกษตร โดยจะทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ เพื่อการชลประทานสำหรับชุมชน นอกจากนี้ยังเป็นที่ตั้งของโรงเรียนวัดจอมทอง ซึ่งมีการเรียนการสอนให้กับเยาวชน ดังนั้นองค์ความรู้จากงานวิจัยเรื่องนี้จึงสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนของนักเรียน และการทำงานของเกษตรกรในชุมชนจอมทองได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และติดตั้งเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ สำหรับชุมชน
2. เพื่อศึกษาความเข้มรังสีอาทิตย์ และอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้น หรือที่เรียกว่า "ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์" (global radiation) มีหน่วยทางด้านพลังงานเป็น เมกกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m^2) โดยบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเป็นไปตามพื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวัน และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปี กล่าวคือ ในพื้นที่หนึ่งๆ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าจนถึงค่าสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยงวัน และลดต่ำลงจนถึงช่วงเย็น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของมวลอากาศ (air mass) ซึ่งรังสีอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลก และผลจากมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เช้าจนถึงเย็น สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาโดยมีเมฆเป็นตัวแปรที่สำคัญ โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่า การกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเม.ย. ถึง พ.ค. โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m^2-day นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละ 50.2 ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีในช่วง 18-19 MJ/m^2-day ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง บริเวณที่มีศักยภาพค่อนข้างต่ำมีเพียงร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (บริเวณภูเขาทางด้านตะวันออก และตะวันตกของภาคเหนือ) จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่า มีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m^2-day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง (กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และการอนุรักษ์พลังงาน, 2542)

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ (solar cell) หรือ เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic cell) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสง หรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก นั่นก็คือ คุณสมบัติของสารเช่น ค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแส จะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบ (วิกิพีเดีย, 2558) โดยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (mono crystalline)
2. เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก (poly crystalline)
3. เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส (amorphous silicon)

ปั๊มน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ เป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิด จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่นๆ ก็ได้ (วิบูลย์, 2529) ปั๊มเป็นเครื่องมือสำคัญที่จำเป็นต่อความอยู่ดีกินดีของมนุษยชาติทุกด้าน นับตั้งแต่การจัดหา และส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค การเกษตร งานอุตสาหกรรม คมนาคม หรือแม้กระทั่งงานแพทย์ที่ใช้ปั๊มทำหน้าที่หัวใจเทียมเป็นต้น

ปั๊มแบบลูกสูบชัก (reciprocating pump) เป็นแบบที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยการเคลื่อนที่ของลูกสูบเข้าไปอัดของเหลวให้ไหลไปสู่ทางจ่าย ปริมาตรของของเหลวที่สูบได้ในแต่ละครั้งจะเท่ากับผลคูณของพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบกับช่วงชักของกระบอกสูบนั้น โดยปั๊มแบบลูกสูบชักแบบไดอาแฟรม (diaphragm pump) เป็นแบบที่

กระบอกสูบซึ่งทำหน้าที่ดูด และอัดของเหลวได้รับการดัดแปลงไปเป็นแผ่นอโลหะซึ่งยืดหยุ่นได้ แผ่นอโลหะถูกยึดติดอยู่กับที่ โดยจะมีชิ้นส่วนของปั๊มมาดัน และดึงทำให้เกิดจังหวะดูด และอัดสั้นๆ ปั๊มแบบนี้ใช้สำหรับอัตราการสูบน้อยๆ เท่านั้น

การชลประทานที่ทำให้ได้พื้นที่มากที่สุด และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ งานวิจัยนี้อธิบายถึงต้นทุนทางด้านประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำเพื่อการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับระบบที่ใช้พลังงานแบบดั้งเดิม คือ เครื่องยนต์ดีเซล แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับขนาดของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ในการประมาณพื้นที่สูงสุดที่สามารถใช้ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ที่เมืองโอซีเยค (Osijek) และ เมืองสปลิท (Split) ประเทศโครเอเชีย (Glasnovic and Margeta, 2009)

ณรงค์ฤทธิ์ (2555) ได้ทำการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้การตรวจจับอัตราการไหล สำหรับระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยบทความนี้นำเสนอเทคนิคในการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยการตรวจจับอัตราการไหล เพื่อลดความซับซ้อนในการคำนวณเนื่องจากใช้ตัวตรวจจับเพียงตัวเดียว ในการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการไหลในเวลาปัจจุบันและเวลาก่อนหน้า ผลการเปรียบเทียบใช้สำหรับปรับเปลี่ยน วัฏจักรการทำงานของสวิตช์ในวงจรแปลงผันแบบทอนระดับแรงดันไฟฟ้า การประมวลผลอัลกอริธึมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877 ผลการทดสอบเทคนิคที่นำเสนอกับระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ ซึ่งประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์พิกัด 12 W และปั๊มน้ำพิกัด 6 W แสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้สามารถหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้อย่างถูกต้องโดยมีประสิทธิภาพในการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 98.6 % ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 350 W/m^2 และ 98.3 % ที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ 500 W/m^2

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบ และติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้เป็นเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ สำหรับชุมชน และใช้เป็นชุดทดสอบอัตราการไหล มีอุปกรณ์ ดังนี้

1. เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ชนิดลูกสูบชักแบบไดอาแฟรม รุ่น SFDP1-005-055-21 อัตราการไหล (Q) 2 l/min เฮดความดัน (H) 3.8 bar แรงดันไฟฟ้า 12 V กระแส 0.7 - 1.6 A
2. แผงโซล่าเซลล์ ชนิดเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Mono crystalline) ขนาด 40 W แรงดันไฟฟ้า 17.2 V กระแสไฟฟ้า 2.33 A โดยติดตั้งแผงพลังงานในบริเวณที่โล่งแจ้ง หันไปทางด้านทิศใต้ และทำมุมกับพื้น 15°
3. เกจวัดความดัน
4. ฐานสำหรับตั้งแผงโซล่าเซลล์
5. สายไฟฟ้า

ทำการตรวจวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ด้วยเครื่องมือวัดความเข้มรังสีอาทิตย์ รุ่น Kimo LSL 200 และตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำที่ไหลออกจากเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เฮดความดัน 0 1.5 และ 3 bar โดยตรวจวัดทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.00 – 16.00 น. เป็นระยะเวลา 1 เดือน

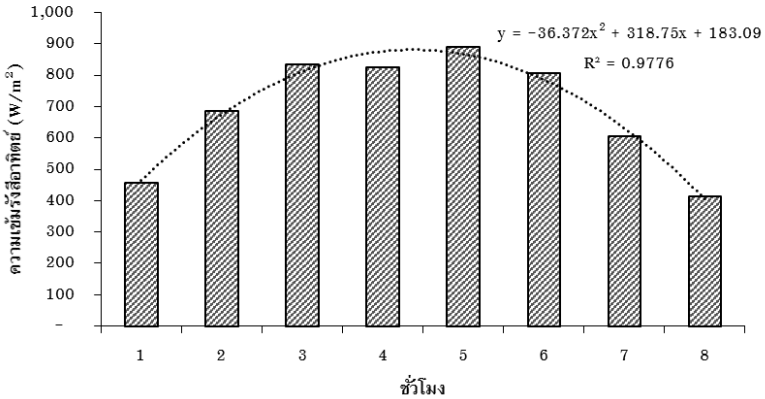
จากนั้นทำการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ และอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เฮดความดัน 0 1.5 และ 3 bar

ผลการวิจัย

จากการออกแบบ และติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยไม่ทำการติดตั้งอุปกรณ์จัดเก็บพลังงาน เพื่อใช้เป็นเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ สำหรับชุมชน และใช้เป็นชุดทดสอบอัตราการไหล แสดงดังภาพที่ 1

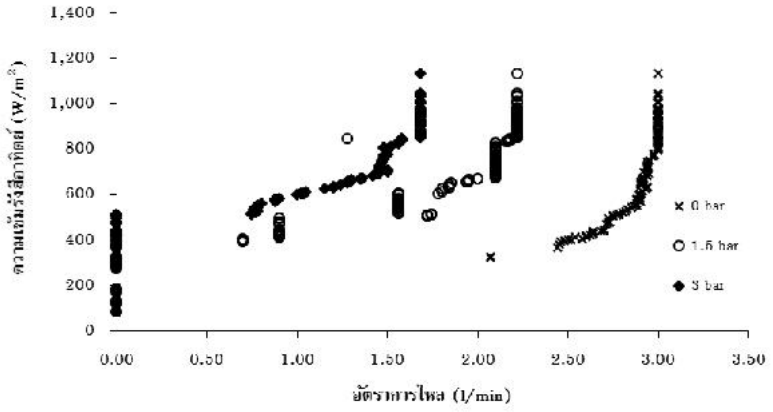
ภาพที่ 1 เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ สำหรับชุมชน ต. จอมทอง

จากการเก็บข้อมูลค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ในพื้นที่บริเวณโรงเรียนวัดจอมทอง ต.จอมทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ตั้งแต่วันที่ 2 พ.ย. - 2 ธ.ค. 2558 เมื่อทำการกำหนดให้เวลา 9:00 - 16:00 น. เป็นชั่วโมงที่ 1 - 8 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมงสูงที่สุด เท่ากับ 891 W/m^2 ที่ชั่วโมงที่ 5 (13:00 น.) และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมงต่ำที่สุด เท่ากับ 415 W/m^2 ที่ชั่วโมงที่ 8 (16:00 น.)



ภาพที่ 2 ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมง

จากภาพที่ 2 พบว่า ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีแนวโน้มสูงขึ้น ตั้งแต่เวลา 9:00 - 13:00 น. หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลง แต่จะสังเกตเห็นได้ว่าชั่วโมงที่ 4 (12:00 น.) ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ลดลงจากเส้นแนวโน้มเล็กน้อย เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีเมฆปกคลุมเล็กน้อย จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมง จะได้ สมการพาราโบลา $y = -36.372x^2 + 318.75x + 183.09$ ค่า $R^2 = 0.9776$



ภาพที่ 3 กราฟแสดงอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่างๆ

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการศึกษาค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ และอัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ระดับเฮดความดันแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0, 1.5 และ 3 bar โดยผลการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่า ที่เฮดความดัน 0 bar เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ตั้งแต่ 323 - 1,134 W/m^2 มีอัตราการไหลอยู่ในช่วง 2.07 - 3.00 l/min ซึ่งหากค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำกว่า 323 W/m^2 เครื่องสูบน้ำจะไม่ทำงาน โดยอัตราการไหลมีค่าเท่ากับ 0 l/min สำหรับที่เฮดความดัน 1.5 bar เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ตั้งแต่ 393 - 1,134 W/m^2 มีอัตราการไหล อยู่ในช่วง 0.70 - 2.22 l/min ซึ่งหากค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำกว่า 393 W/m^2 เครื่องสูบน้ำจะไม่ทำงาน และที่เฮดความดัน 3 bar เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ตั้งแต่ 515 - 1,134 W/m^2 มีอัตราการไหลอยู่ในช่วง 0.75 - 1.68 l/min ซึ่งหากค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำกว่า 515 W/m^2 เครื่องสูบน้ำจะไม่ทำงาน

จากผลการศึกษาพบว่า การเริ่มทำงานของเครื่องสูบน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ โดยเมื่อเฮดความดันเพิ่มขึ้น ต้องใช้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงขึ้นเพื่อสามารถทำให้เครื่องสูบเริ่มทำงานได้ นอกจากนั้นที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากัน อัตราการไหลมีค่าสูงขึ้นเมื่อเฮดความดันลดลง และจากการทดลองค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วงที่ทำการตรวจวัดคือ 1,134 W/m^2 เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สามารถให้อัตราการไหลสูงสุด 3 l/min ที่เฮดความดัน 0 bar ซึ่งสูงกว่าคุณสมบัติที่เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าบริเวณโรงเรียนวัดจอมทอง ต.จอมทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก สามารถใช้ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในการสูบน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตรได้

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการออกแบบ และติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยไม่ทำการติดตั้งอุปกรณ์จัดเก็บพลังงาน (battery) เพื่อใช้เป็นเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบสำหรับชุมชนพบว่า พื้นที่โรงเรียนวัดจอมทอง ต.จอมทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในการสูบน้ำได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตร ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 2 พ.ย. - 2 ธ.ค. 2558 เวลา 9:00 - 16:00 น. อยู่ในรูปความสัมพันธ์แบบสมการพาราโบลา คือ $y = -36.372x^2 + 318.75x + 183.09$ ที่ค่า $R^2 = 0.9776$ และการทำงานของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ โดยเมื่อเฮดความดันมีค่าสูงขึ้น ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ที่สามารถทำให้เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานได้นั้นจะมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนั้นที่เฮดความดันเท่ากับ 0 bar เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สามารถให้อัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 3 l/min ที่ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดในช่วงที่ทำการตรวจวัด คือ 1,134 W/m^2 ซึ่งอัตราการไหลที่ได้นั้นสูงกว่าคุณสมบัติที่เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน. (2542). **เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=889:2010-10-18-06-24-36&catid=52&Itemid=56 (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กันยายน 2557).

ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์. (2555, พฤษภาคม - สิงหาคม). **การหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้การตรวจจับอัตราการไหลสำหรับระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์**. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 8 (2), หน้า 47 - 55.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2558). **เซลล์แสงอาทิตย์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A2%E0%B9%8C#.E0.B8.AD.E0.B9.89.E0.B8.B2.E0.B8.87.E0.B8.AD.E0.B8.B4.E0.B8.87 (วันที่ค้นข้อมูล 3 มีนาคม 2558).

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2529). **ปั๊มและระบบสูบน้ำ**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Glasnovic ,Z. and Margeta, J. (2009). **Maximum Area That Can Be Economically Irrigated by Solar Photovoltaic Pumping System**. Journal of irrigation and drainage engineering. 135 (1), pp. 44 - 49.