T 130677

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานโซล่าเซลล์ – กังหันลม – เครื่องยนต์ดีเซล ณ อุทยานแห่งชาติตะรุเตา
หน่วยกิตวิทยานิพนธ์	12 หน่วย
โดย	นายอรุณ อินทสะระ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร
	อ.ธวัชชัย สุวรรณคำ
	อ.รุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานด้วยพลังงานสะอาดสำหรับอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ

โครงการประกอบด้วยการออกแบบ ติดตั้ง และศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน 3 แห่ง ที่อุทยานแห่งชาติ ตะรุเตา อุทยานแห่งชาติภูกระดึง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นับตั้งแต่ปลายปี 2540 งานของผู้วิจัยคือ การติดตั้งระบบทั้ง 3 ระบบ ร่วมกับนักวิจัยในโครงการและวิเคราะห์ข้อมูล

วิทยานิพนธ์นี้เน้นงานระบบผลิตไฟฟ้าที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตา งานประกอบด้วยการศึกษาสมรรถนะของระบบที่ติดตั้งครั้งแรก การวิเคราะห์ ศักยภาพของแหล่งพลังงานทดแทนในช่วงเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2543 ออกแบบระบบใหม่โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บจริงในภาคสนาม และปรับปรุงระบบเมื่อเดือนธันวาคม 2543 และวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบ นับตั้งแต่เริ่มมีการติดตั้งและใช้งานระบบเมื่อต้นปี 2541 จนถึงเดือนธันวาคม 2544

ระบบที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตาในช่วงเริ่มต้น ประกอบด้วย ระบบย่อยโซล่าเซลล์ 7.5 kWp กังหันลมผลิตไฟฟ้า 10 kW ระบบย่อยแบตเตอรี่ 234 kWh และมีระบบดีเซลเจนเนอ

เรเตอร์ขนาด 48 kVAสำหรับจ่ายพลังงานเสริม ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบผสมผสานแบบสลับแหล่งพลังงาน (Switched Hybrid System)

ผลวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2543 พบว่า

1. พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากการวัดเฉลี่ยทั้งปี 4.76 kWh/m^2.day และใกล้เคียงกับค่าที่ใช้ออกแบบ สามารถแยกระดับพลังงานออกได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มเดือนที่มีพลังงานแสงอาทิตย์สูง ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน และกลุ่มเดือนพลังงานแสงอาทิตย์ต่ำ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม

2. ความเร็วลมตลอดปีที่อุทยานแห่งชาติตะรุเตาเฉลี่ย 2.48 m/s ต่ำกว่าค่าที่ใช้ออกแบบ เดือนธันวาคมเป็นช่วงเวลาที่มีความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ย 4.76 m/s เดือนพฤษภาคมเป็นช่วงเวลาที่มีความเร็วลมต่ำสุดเฉลี่ย 0.65 m/s

ผลการวิเคราะห์ไวบูลล์พารามิเตอร์แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์รูปร่างเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1.77 แสดงว่าความถี่ของลมความเร็วต่ำมากกว่าความเร็วลมสูง ใกล้เคียงกับลักษณะของลมแถบเมดิเตอร์เรเนียน ส่วนพารามิเตอร์ระดับเฉลี่ยทั้งปีมีค่า 2.64 สัมพันธ์กับค่าความเร็วลมเฉลี่ย

ผลจากการศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบในช่วงเดือนเมษายน 2543 พบว่า

1. ประสิทธิภาพของระบบย่อยโซล่าเซลล์เฉลี่ย 8.77 % ต่ำกว่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ในเชิงการค้าเล็กน้อย สาเหตุหนึ่งคือการสูญเสียในการต่อแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกันเป็นระบบย่อย แต่ประสิทธิภาพของระบบย่อยโซล่าเซลล์ของโครงการนี้มีค่าใกล้เคียงกับระบบย่อยโซล่าเซลล์ในระบบสูบน้ำและระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานที่มีรายงานการศึกษาภายในประเทศ ตามที่รายงานมาแล้ว

ค่าความสามารถในการผลิตพลังงานของระบบโซล่าเซลล์ (PV system yield) มีค่าเฉลี่ย 4.12 ที่พลังงานแสงอาทิตย์รายวัน 7.02 kWh/m^2 และเปลี่ยนแปลงตามพลังงานแสงอาทิตย์รายวันในลักษณะเส้นตรงแบบแปรตรง

2. ระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ทางกำลังของกังหันลมสัมพันธ์กับความเร็วลมในลักษณะเส้นตรงเฉลี่ยในช่วงความเร็วลม 2.5 ถึง 8.0 m/s มีค่าเฉลี่ย 0.3 ซึ่งสูงกว่าค่าที่ใช้ออกแบบ

เมื่อพิจารณาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบกังหันลม พบว่ามีค่าต่ำกว่าที่ออกแบบ หรือจำลองการทำงานโดยโปรแกรม windKMUTT เนื่องจากพลังงานลมที่ได้จากการวัดจริงต่ำกว่าพลังงานลมที่ใช้ในการออกแบบ

3. แบตเตอรี่ที่ใช้งานในระบบ ออกแบบไว้ที่สัดส่วนการดึงประจุไม่เกิน 60 % (Deep cycle) ในการใช้งานจริงแสดงให้เห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกับที่ออกแบบ

4. ระบบแปลงพลังงาน พบว่าประสิทธิภาพของระบบแปลงพลังงานกับพิกัดกำลังไฟฟ้าทำงานสัมพันธ์กันแบบลอการิธึม และมีค่าใกล้เคียงกับระบบแปลงพลังงานแบบเดียวกันในเชิงการค้า คือมีค่า 80 %ที่กำลังไฟฟ้าทำงานมากกว่า 15 % ของพิกัด

ลักษณะการทำงานของระบบที่ติดตั้งครั้งแรกพบว่า การทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าในโครงการในช่วงแรกของงานวิจัย ตรงกับข้อกำหนดในการออกแบบ ที่กำหนดให้ระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนจ่ายพลังงานให้กับภาระไฟฟ้าทั้งระบบได้อย่างเพียงพอ ในช่วงฤดูร้อนที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์สูง ส่วนในช่วงฤดูฝนที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อนข้างต่ำ ออกแบบให้มีการเดินเครื่องดีเซลเจนเนอเรเตอร์เสริม เพื่อจ่ายพลังงานให้กับภาระทางไฟฟ้าในบางวัน ช่วงต่อมาภาระทางไฟฟ้าของระบบมีค่าสูงขึ้นประมาณ 30 % ส่งผลให้ระบบมีความมั่นคงในการจ่ายพลังงานลดลง และระบบดีเซลเจนเนอเรเตอร์ทำงานมากกว่าที่ออกแบบไว้

ในช่วงสุดท้ายของงานวิจัย ได้ทำการออกแบบและติดตั้งระบบใหม่เมื่อกลางเดือนเมษายน 2544 โดยเพิ่มระบบย่อยโซล่าเซลล์อีก 30 % จากการเก็บข้อมูลช่วงกลางเดือนเมษายน 2544 พบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานได้เพิ่มขึ้น 44 % ส่งผลให้ระบบสามารถทำงานได้ตรงกับข้อกำหนดในการออกแบบ และมีความมั่นคงในการจ่ายพลังงานเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบพบว่า การประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับในรูปมูลค่าปัจจุบันเมื่อใช้อัตราดอกเบี้ย 10% พิจารณาจนถึงการสิ้นสุดอายุโครงการ ถือว่าคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากเป็นบวก B/C Ratio มากกว่า 1 และค่า IRR มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่นำมาลงทุนในโครงการ