O-CP06

การศึกษาสมรรถนะของกังหันลมแบบใบผ้าผลิตกระแสไฟฟ้า
Study the Performance of Sail Wind Turbine for Electricity Generation

รณกร เทพวงษ์[1*], สาโรจน์ ดำรงศีล[1]

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170
โทร 086-405-4442 E-mail: ronnakorn55@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของกังหันลมใบผ้าเพื่อการผลิตไฟฟ้า โดยสร้างกังหันแบบใบผ้า จำนวน 12 ใบ ต่อเข้ากับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 500 วัตต์ โดยทดสอบความเร็วลมกับความเร็วรอบของกังหันลม และทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้หลอดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นโหลดขนาด 70, 140, 210, 280, 350 และ 420 วัตต์ พบว่า กังหันลมที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดน้อย กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 1.1เมตรต่อวินาที ในกรณีที่กังหันลมที่ต่อกับโหลดมาก กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที จากการทดลองพบว่า ในช่วงที่ความเร็วลม ตั้งแต่ 1.1-5 เมตรต่อวินาที เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้ามีความเร็วรอบอยู่ในช่วง 50-165 รอบต่อนาที ได้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.33-24.62 วัตต์ ผลลัพธ์ของการทดลองนี้ใช้สำหรับการพัฒนากังหันลมแบบใบผ้าผลิตกระแสไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: กังหันลมแบบใบผ้า; ผลิตไฟฟ้า; พลังงานไฟฟ้า

1. ที่มาและความสำคัญ

พลังงานลม ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด แต่เนื่องจากลมในประเทศไทยมีความเร็วลมต่ำ เฉลี่ย 2-3 m/s กังหันลมเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่สำคัญในปัจจุบันใช้เพื่อการการสูบน้ำและการผลิตกระแสไฟฟ้า [1] กังหันลมเพื่อการสูบน้ำที่สำคัญของไทย คือ กังหันลมนาเกลือของไทย มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 เมตร ใบกังหันเป็นแบบสามเหลี่ยมทำจากใบใบผ้า มีจำนวน 6 ใบ ขึงอยู่กับไม้ไผ่ซึ่งทำหน้าที่เป็นก้านใบพัด มีลักษณะดังรูปที่ 1 กังหันลมนาเกลือของไทย ตำบลนาโคก จังหวัดสมุทรสงคราม [9] มีสมรรถนะที่เหมาะสมจะอยู่ที่ความเร็วลม 3.6 เมตรต่อวินาที สำหรับกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กในประเทศไทยเป็นกังหันลมที่มีจำนวนใบส่วนมากเท่ากับ 3 ใบ ใบกังหันทำด้วยไม้หรือทำด้วยไฟเบอร์กลาส [7-8, 10] นอกจากนี้ หลาบ รับสิริ [2] ได้ทำการสร้างกังหันลมเพื่อการเกษตรและไฟฟ้า โดยสร้างเป็นกังหันลมใบผ้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เมตร มี 8 ใบ หมุนรับลมได้รอบทิศ พบว่า ที่ความเร็วลม 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สูบน้ำขึ้นสูง 4.0 เมตร ด้วยสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มิลลิเมตรช่วงชัก 70 มิลลิเมตร สูบน้ำได้ประมาณ 1700 ลิตรต่อชั่วโมง เนื่องจากกังหันลมนาเกลือของไทยเป็นกังหันแบบใบผ้า ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเทคโนโลยีกังหันลมของไทยใช้เพื่อการสูบน้ำในนาเกลือมานาน กังหันแบบใบผ้าดังกล่าวน่าจะมีศักยภาพสูงสามารถพัฒนานำไปใช้กับการผลิตไฟฟ้าได้ นอกเหนือจากสูบน้ำในการทำนาเกลือ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองสร้างกังหันลมแบบใบผ้าเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ให้สามารถใช้ได้กับลมความเร็วต่ำของประเทศไทย โดยการพัฒนากังหันลมนาเกลือซึ่งมี 2 เสา รับลมคงที่ในทิศทางลมตะวันออกเฉียงเหนือกับแนวตะวันตกเฉียงใต้ ให้เป็นกังหันลมใบผ้าเพื่อการผลิตไฟฟ้า แบบหมุนรับลมได้รอบทิศ

รูปที่ 1: กังหันลมนาเกลือของไทย ตำบลนาโคก จังหวัดสมุทรสงคราม [9]

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุสาห์ บุญบำรุง [3] ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ระบบต้นแบบการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมสำหรับบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ เพื่อศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีความเร็วลมเริ่มต้นในการจ่ายพลังงานไม่เกิน 2 m/s โดยได้ทำการสร้างใบพัดรูปแบบภาคตัดขวาง

แบบ NACA 4415 ยาว 60 cm จำนวน 6 ใบพัด ให้พิกัดกำลัง 400 W ที่พิกัดความเร็วลม 10 m/s ออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการของฟาราเดย์ จำนวน 8 คู่ขั้วแม่เหล็ก แรงดันไฟฟ้า 20 V ที่ 400 rpm จากการวิจัยพบว่ากังหันเริ่มหมุนที่ความเร็วลมประมาณ 2 m/s และที่ความเร็วลม 9 m/s กังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ 180 W

สำเริง แพ่งศรี [4] ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง พัฒนาเครื่องต้นแบบการใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องกังหันต้นแบบสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตามปริมาณอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า และนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับอุปกรณ์ไฟฟ้า จากการวิจัยพบว่าใบกังหันหมุนผลิตไฟฟ้าได้ที่ความเร็วรอบของใบพัด 12 rpm ที่ความเร็วลมเฉลี่ย 4 m/s แรงเคลื่อนที่ผลิตได้ 13 V

นนร.ปริชญ์ พรหมรักษ์ นนร.เทียนชัย นาบุดดา และ นนร.วุฒทวี ภักดี [5] ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การปรับปรุงและพัฒนาระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ได้ทำการปรับปรุงกังหันลมของเดิมที่ชำรุดให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ใหม่โดยใช้กังหันลมชนิดแกนนอน มีใบพัด ขนาด 200 cm จำนวนใบพัด 3 ใบ โดยใช้อัลเตอเนเตอร์รถยนต์เป็นตัวผลิตไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่ากังหันลมเริ่มทำงานได้ที่ความเร็วลม 5.1 m/s และพบว่า เมื่อความเร็วลมเท่ากับ 8 m/s จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพ คือ 12 V และที่ความเร็วลม 3 m/s จะผลิตไฟฟ้าได้ 2.3 V

เดช ดำรงศักดิ์ และ ยงยศ วุฑฒิโกวิทย์ [6] ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม ให้สามารถนำมาใช้ในการขับเคลื่อนระบบกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการติดตั้งกังหันลม ณ สำนักงานเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าสะเมิงอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 4.1 m/s ซึ่งมีค่ามากกว่า 3 m/s ซึ่งเป็นความเร็วลมเริ่มต้นที่กังหันลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้

3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1. วัสดุ อุปกรณ์

กังหันลมแบบใบผ้าต้นแบบจริงเพื่อต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อใช้สร้างเป็นต้นแบบฟาร์มกังหันลมแบบใบผ้าของไทยเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

3.1.1. แกนเพลากังหันลม สร้างจากเพลาท้ายรถยนต์

3.1.2. หัวกังหันลม สร้างให้สามารถหมุนรับลมได้รอบทิศทาง

3.1.3. หางกังหันลม สร้างเพื่อให้กังหันหมุนรับลม

3.1.4. เสากังหันลม มีความสูง 8 เมตร สร้างจากเหล็กโครงสร้างถัก มีจำนวน 3 เสา มีชั้นพักเพื่อใช้สำหรับกางใบกังหันลม

3.1.5. ดุมกังหันลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร สร้างจากเหล็กโครงสร้าง

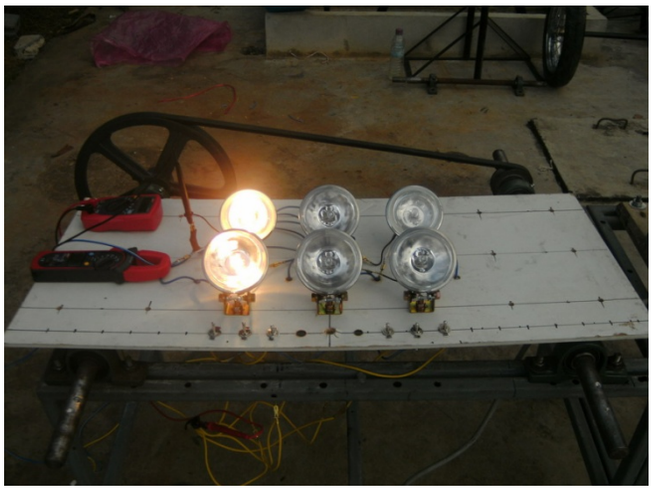
3.1.6. กังหันลมแบบใบผ้า จำนวน 12 ใบ ติดตั้งที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ มีจำนวนกังหัน 12 ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เมตร ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2: กังหันลมแบบใบผ้า จำนวน 12 ใบ

3.1.7. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้นแบบ 500 W ดังรูปที่ 3 ต่อเข้ามอเตอร์ปรับรอบได้ใช้แทนกังหันลม ในการทดสอบทางห้องปฏิบัติการและต่อกับกังหันลมสำหรับการทดสอบภาคสนาม

รูปที่ 3: เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้นแบบ 500 วัตต์

3.1.8. โหลดต่อเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ใช้หลอดไฟฟ้า DC ขนาด 24 V 70 W จำนวน 6 หลอด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: โหลดต่อเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

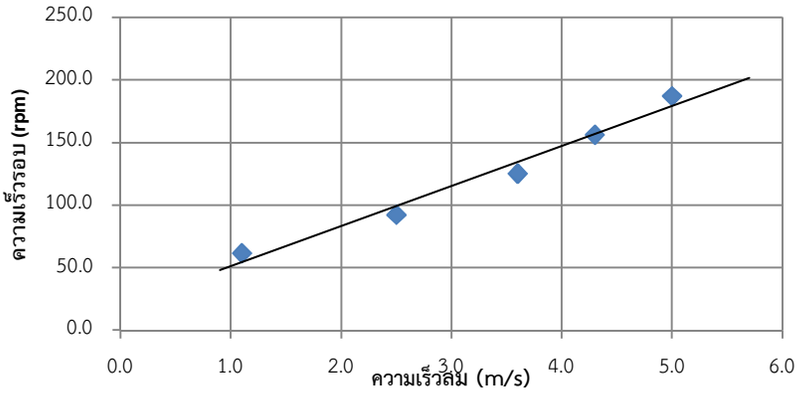
3.2. วิธีการทดลอง

ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 500 W เป็นตัวต้นแบบเพื่อใช้ทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับต่อเข้ากับกังหันหันลมแบบใบผ้า โดยทำการทดลองกับกังหันลมแบบใบผ้าที่มีส่วนประกอบครบสมบูรณ์ทุกอย่างทั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและใบพัดของกังหันลม ทดสอบที่ความเร็วลมต่าง ๆ กัน โดยทำการทดรอบความเร็วของกังหันลมให้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ความเร็วรอบมาใช้หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใกล้เคียงกับที่ทดสอบในห้องปฏิบัติ การที่ความเร็วลมต่าง ๆ ที่ความเร็วรอบของกังหันลมต่าง ๆ ตามสภาพลมธรรมชาติ และมีการปรับโหลด 70, 140, 210, 280, 350, 420 W ตามลำดับ หลังจากนั้นให้ทำการวัดค่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1. ผลการทดสอบหาค่าความเร็วรอบเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

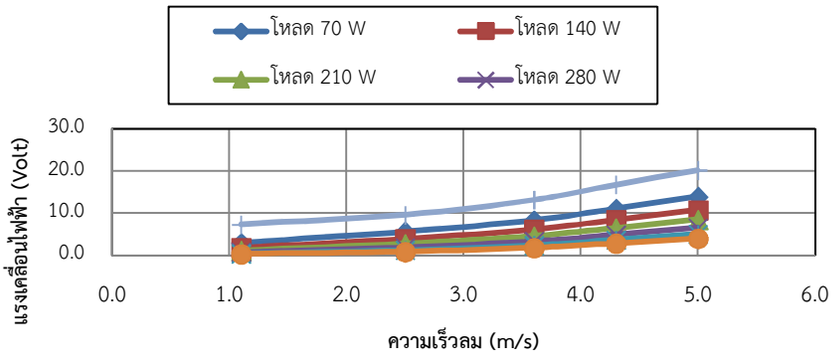
จากรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วรอบเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 W พบว่ากังหันจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 1.0 m/s มีความเร็วรอบเพลาของของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณ 50 rpm และเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึง 5 m/s ความเร็วรอบเพลาของของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณ 180 rpm



รูปที่ 5: ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 W

4.2. ผลการทดสอบหาแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

จากการทดสอบหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกังหันลมต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 W พบว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตได้ ที่ความเร็วลมในช่วง 1.1 - 5.0 m/s เมื่อมีโหลด 70 W และเมื่อเพิ่มโหลดจนถึง 420 W ได้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า 3.04 – 13.98 V และ 0.04 – 4.08 V ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6



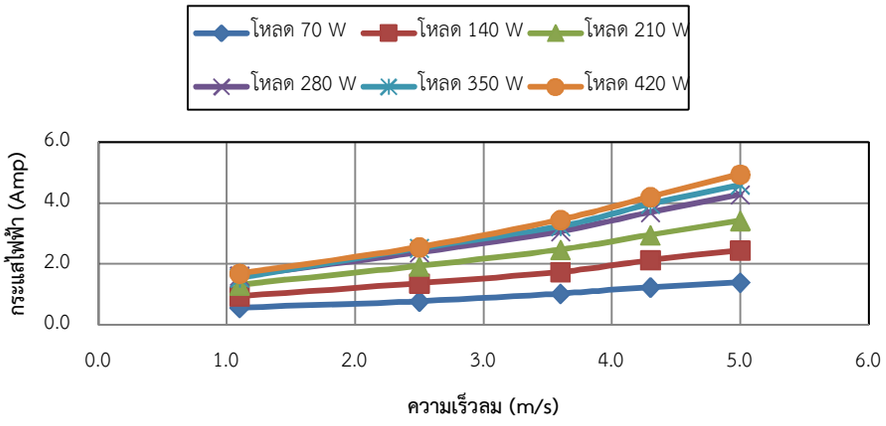
รูปที่ 6: การเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม

จากการทดสอบหากระแสไฟฟ้าของกังหันลมต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 W พบว่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ที่ความเร็วลมในช่วง 1.1 - 5.0 m/s เมื่อมีโหลด 70 W และเมื่อเพิ่มโหลดจนถึง 420 W ได้ค่ากระแสไฟฟ้า 0.58 – 1.41 A และ 1.7 – 4.95 A ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7

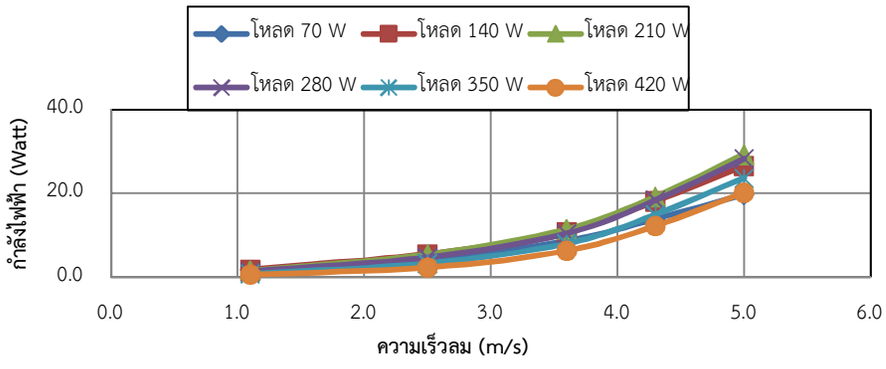
จากการทดสอบหากำลังไฟฟ้าของกังหันลมต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 W พบว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ที่ความเร็วลมในช่วง 1.1 - 5.0 m/s เมื่อมีโหลด 70 W และเมื่อเพิ่มโหลดจนถึง 420 W ได้ค่ากำลังไฟฟ้า 1.8 – 19.7 W และ 0.69 – 20.2 W ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 8 และได้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.33 - 24.62 วัตต์

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฉลี่ยนั้น จะเห็นได้ว่ามีค่าน้อยกว่า 25 วัตต์ ที่ความเร็วลมประมาณ 5 m/s เมื่อเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ อุสาห์ บุญบำรุง [3] ที่ความเร็วลม 9 m/s กังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ 180 W ซึ่งคณะผู้วิจัยจะได้ดำเนินการแก้ไขระบบการทดรอบและการส่งถ่ายกำลังจากกังหันใบผ้ามาสู่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

จากกราฟรูปที่ 6 – 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ตามลำดับนั้น เมื่อมีโหลด 70, 140, 210, 280, 350 และ 420 W จะเห็นได้ว่า โหลดที่เหมาะสมกับเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้านี้ คือ 210 W ที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด



รูปที่ 7: การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม



รูปที่ 8: การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าของกังหันลมเทียบกับความเร็วลม

5. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสมรรถนะของกังหันลมใบผ้าเพื่อการผลิตไฟฟ้า โดยสร้างกังหันแบบใบผ้า จำนวน 12 ใบ ต่อเข้ากับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 500 วัตต์ โดยทดสอบความเร็วลมกับความเร็วรอบของกังหันลม และทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้หลอดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นโหลด พบว่า กังหันลมที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดน้อย กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที ในกรณีที่กังหันลมที่ต่อกับโหลดมาก กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที จากการทดลองพบว่า ในช่วงที่ความเร็วลม ตั้งแต่ 1.1-5 เมตรต่อวินาที เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้ามีความเร็วรอบอยู่ในช่วง 50-180 รอบต่อนาที ได้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.33 - 24.62 วัตต์ ผลลัพธ์ของการทดลองนี้ใช้สำหรับการพัฒนากังหันลมแบบใบผ้าผลิตกระแสไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

บรรณานุกรม

[1] ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ, 2547. การศึกษาและพัฒนากังหันลมสำหรับการสูบน้ำในประเทศไทยวิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[2] อุสาห์ บุญบำรุง, 2547. ระบบต้นแบบการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมสำหรับบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำ. สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน, กรุงเทพมหานคร.

[3] สำเริง เพ่งศรี, 2551. การพัฒนาเครื่องต้นแบบการใช้พลังงานลมผลิตกระแสไฟฟ้า, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร.

[4] นนร.ปริชญ์ พรหมรักษ์, นนร.เทียนชัย นาบุดดา และ นนร.วุฒิทวี ภักดี, 2549. การปรับปรุงและพัฒนาระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า, โครงงานสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารโรงเรียนเตรียมทหาร, หน้า 25-27.

[5] เดช ดำรงศักดิ์, ยงยศ วุฒิโกวิทย์, 2547. การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] Fraenkel, P.L., 1986. Water Lifting Device, FAO Irrigation and Drainage Paper 43. United Nations Rome. 295p.

[7] National Energy Administration, 1984. A Feasibility Study of Water Lifting Technology in Thailand. Ministry of science, Technolgy and Energy, Bangkok. 134 p.