

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็ก ความเร็วรอบต่ำภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ดุสิต อุทิศสุนทร

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

อีเมล : dusit.ut@bru.ac.th

วันที่รับบทความ 29 พฤษภาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 26 กันยายน 2567

วันตอบรับบทความ 8 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็กความเร็วรอบต่ำ โดยการนำพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการผลิตไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ : 1) ออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม 2) ทดสอบความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแกนตั้งและแกนนอน ในการออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นประกอบด้วยส่วนที่เคลื่อนที่มาจากแผ่นจานแม่เหล็กถาวร จำนวน 48 ก้อน หล่อด้วยเรซิน และขดลวดสเตเตอร์ ใช้ขดลวดทองแดงเบอร์ # 23 AWG. จำนวน 10 ขด จำนวนขดละ 1,500 รอบ จากนั้นทำการออกแบบใบพัดกังหันลมให้เหมาะสมกับความเร็วลมรอบต่ำ ประกอบด้วยกังหันลมแบบแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) ประยุกต์ใช้พัดลมระบายอากาศของหลังคามิกลิบทั้งหมด 36 กลีบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 60 ซม. มีความสูงของใบที่ 50 เซนติเมตร และกังหันลมแบบแกนนอน (Horizontal axis Wind Turbine) สร้างจากท่อพลาสติกมีความยาวที่ต่างกันคือ ยาว 60 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร จากนั้นทำการทดสอบเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นค่าความแตกต่างของกังหันลมทั้งสองแบบในการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกันพบว่า แรงดันไฟฟ้าของใบพัดแกนนอนขนาดความยาวใบพัด 80 เซนติเมตร สามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 358 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.67 โวลต์ และต่ำสุดที่ความสูง 2 ม. ขนาดความยาวใบพัด 100 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 167 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.41 โวลต์ ซึ่งจะแตกต่างกับกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้งที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 64 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 26.54 โวลต์ และต่ำสุดที่ความสูง 2 เมตร ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.74 โวลต์ จากผลดังกล่าวเป็นแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนโดยใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ : กังหันลมขนาดเล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ความเร็วลมต่ำ



Assessment of the Feasibility of Small Wind Turbines for Electricity Generation within Buriram Rajabhat University

Dusit Uthitsunthorn

Department of Electrical Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,
BuriramRajabhat University

E – mail : dusit.ut@bru.ac.th

Received 29 May 2024

Revised 26 September 2024

Accepted 8 October 2024

Abstract

This research attempted to study the feasibility of generating electricity with a small wind turbine at low wind speeds, by using wind energy, which is the clean energy, creating no pollution to environment for the best benefit for power generation. The objectives are: (1) to design and construct a wind generator and (2) to test the electricity-generating capability of both vertical and horizontal axis wind turbines. The generator design includes a moving component made up of 48 permanent magnet plates encased in resin, and a stator coil composed of 10 coils of #23 AWG copper wire, with 1,500 turns per coil. The wind turbine blades are optimized for low wind speeds. The vertical axis wind turbine (VAWT) features a roof ventilation fan with 36 blades, measuring 60 cm in diameter and 50 cm in height. The horizontal axis wind turbine (HAWT) is constructed from plastic pipes of varying lengths: 60 cm, 80 cm, and 100 cm. Comparative tests were conducted to assess the electricity generation of each turbine design. Experimental results show significant differences between the two turbine types in electricity production. The HAWT with 80 cm blades, operating at a height of 6 meters and a wind speed of 4 meters per second, achieved the highest power output, with a rotation speed of 358 rpm and a voltage of 40.67 volts. In contrast, the lowest output for the HAWT occurred with 100 cm blades at a height of 2 meters, a wind speed of 1.1 meters per second, a rotation speed of 167 rpm, and a voltage of 13.41 volts. The VAWT, by comparison, reached its peak performance at a height of 6 meters, with a wind speed of 4 meters per second, a rotation speed of 64 rpm, and a voltage of 26.54 volts. The lowest output for the VAWT was observed at a height of 2 meters, a wind speed of 1.1 meters per second, a rotation speed of 30 rpm, and a voltage of 13.74 volts. These findings provide valuable guideline for further development of renewable energy systems using wind turbine.

Keywords : small wind turbine, small generator, low wind speed

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานทดแทนเป็นพลังงานทางเลือกมีส่วนสำคัญในการเสริมความมั่นคงด้านพลังงานกันมากขึ้น พลังงานลมเป็นอีกพลังงานหนึ่งที่มีผู้สนใจเป็นอย่างมากในการนำมาผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะพื้นที่ชนบทห่างไกลระบบสายส่งไปไม่ถึงหมู่บ้านที่มีขนาดเล็ก 5 - 10 ครัวเรือน หรือตามไร่นาที่มีสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการใช้ไฟฟ้าจะไม่คุ้มค่าในการลงทุนในการขยายสายส่งไฟฟ้า (ศรายุทธ วัยวุฒิ. 2556) ดังนั้นพลังงานลมจึงเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งที่ค่อนข้างมั่นคงตามศักยภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน สะอาด และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายจากการจัดหาพลังงานเหล่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าเพียงพอรองรับต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานในชีวิตประจำวัน กังหันลมเป็นเครื่องจักรกลที่แปลงพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับลมในประเทศไทยโดยเฉลี่ยต่ออยู่ในระดับ 1-5 เมตรต่อวินาที (วิรัช โยธินรินทร์. 2551) เพราะฉะนั้นในการติดตั้งกังหันลมต้องสังเกตความเร็วลม ทิศทาง เป็นต้น การออกแบบกังหันลมจึงต้องมีพื้นที่กวาดใบที่เหมาะสมสามารถดึงพลังงานได้พอต่อความต้องการการผลิตพลังงานไฟฟ้า จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวจึงนำพลังงานลมความเร็วต่ำมาใช้ประโยชน์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและประหยัดพลังงาน (พงษ์เทพ นามศิริ. 2552) ด้วยเหตุผลนี้จึงทำการศึกษารูปแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมที่ความเร็วลมต่ำโดยทำการออกแบบใบพัดกังหันลมให้ได้ขนาดและกำลังการผลิตที่เหมาะสม (ไมตรี พลสงคราม และคณะ. 2557) และเปรียบเทียบกังหัน 2 แบบ คือกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้งใบพัดทำจากสังกะสี และกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนนอนใบพัดทำจากท่อพลาสติก ทำการศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงานลม เปรียบเทียบผลการทดลองความสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วทำการเก็บสะสมพลังงานลงแบตเตอรี่เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดขนาดเล็ก ราคาถูก (เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์. 2556) โดยชิ้นส่วนสามารถหาได้เองภายในประเทศ กลไกไม่ซับซ้อน เหมาะแก่พื้นที่ห่างไกล

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม
- 2.2 เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแกนตั้งและแกนนอน

3. วิธีการวิจัย

ในการออกแบบสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีวิธีการดำเนินงานและศึกษาข้อมูล ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกังหันลมมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ทฤษฎีพลังงานลม

การใช้ประโยชน์จากพลังงานลมโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์หลักคือการสูบน้ำและการผลิตไฟฟ้า พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ (Wood, 2011) สามารถพิจารณาการเคลื่อนที่ของลมในรูปของสมการของพลังงานจลน์ (Hau. 2013) ดังสมการที่ (1)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

เมื่อ E_k = พลังงานจลน์ (J)
 m = มวลของวัตถุ (kg)
 v = ความเร็ว (m/s)

เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอากาศในช่วงหน่วยเวลาจะทำให้ลมในรูปของพลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นกำลังงานลม P_w สามารถหาค่าได้ดังสมการที่ (2)

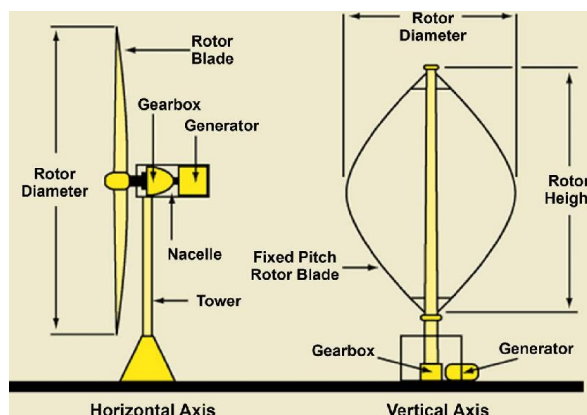
$$P_w = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad (2)$$

เมื่อ P_w = กำลังลม (w)
 m = อัตราการไหลมวลของอากาศ
 ρ = ความหนาแน่นของอากาศ = 1.225 kg/m³
 v = ความเร็วลม (m/s)
 A = พื้นที่หน้าตัดรับลม (m²)

จากสมการที่ (1) และ (2) แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วลมในรูปพลังงานจลน์เมื่อมากระทำต่อพื้นที่ใบพัดรับลมแล้วจะทำให้เกิดกำลังลมไปหมุนใบพัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากหลักการดังกล่าวจึงนำแนวคิดมาออกแบบสร้างใบพัดกังหันลม (ธนวัฒน์ อัครชัยพันธุ์. 2556)

3.2 กังหันลม (Wind Turbine)

กังหันลมเป็นเครื่องจักรกลที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการออกแบบกังหันลมอาศัยหลักการด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพ โดยทั่วไปกังหันลมจะมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกัน สามารถจำแนกตามลักษณะแนวแกนหมุนของกังหันจะได้ 2 แบบ คือ กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากกับแรงลม (Wright, A. K., & Wood, D. H.. 2004) มีการนำมาใช้งานมากในปัจจุบันเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และ กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) ลักษณะใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบซึ่งสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและติดตั้งอยู่ในระดับต่ำ (Eid, A. M., et al. 2006) และ (Saad, M. M., & Asmuin, N.. 2014) ข้อดีของกังหันลมแกนตั้งคือ สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง

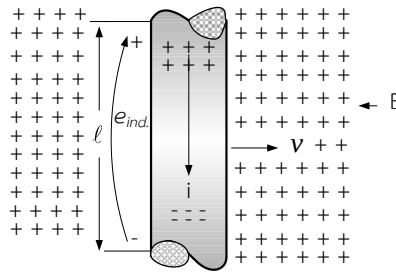


รูปที่ 2 กังหันลมแบบแกนนอนและแกนตั้ง (Islam, S. M., et al. 2018)

3.3 แรงดันเหนี่ยวนำบนตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก

แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนตัวนำจะเกิดขึ้นเมื่อตัวนำเคลื่อนที่ที่ตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำในตัวนำ (อวิชชัย อัครชัยพันธุ์กุล, 2546) ขนาดของแรงดันเหนี่ยวนำแปรผันตามความหนาแน่น ความยาว และความเร็ว

ของการเคลื่อนที่สามารถหาได้จากสมการที่ 3 แสดงลักษณะตัวนำเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก (Chapman, S. J., 1992. p. 305) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก (Chapman, S. J., p. 305)

$$e_{ind.} = B\ell v \sin \theta \quad (3)$$

เมื่อ	$e_{ind.}$	คือ แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V)
	B	คือ ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Wb/m ²)
	ℓ	คือ ความยาวของลวดตัวนำ (m)
	v	คือ ความเร็วลม (m/s)

3.4 การออกแบบสร้างระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานลม

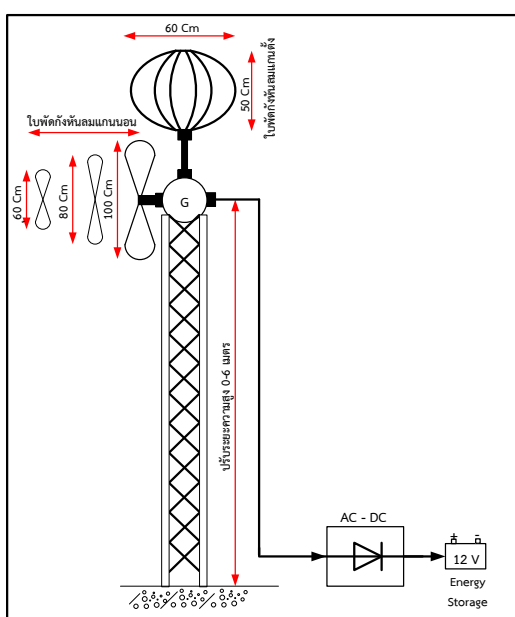
งานวิจัยนี้ทำการออกแบบสร้างใบพัดกังหันลมแกนนอนนั้นมี 3 ใบ ใบพัดมีความยาว 3 ขนาด ทำจากท่อพลาสติก (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยมีความยาวใบพัดตั้งแต่ 60 ซม. 80 ซม. และ 100 ซม. แกนนอนจะหมุนรอบไปกับพื้น ดังรูปที่ 3 ส่วนกังหันลมแกนตั้งประยุกต์ใช้พัดลมระบายอากาศของหลังคามีกลิบทั้งหมด 36 กลิบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 60 ซม. มีความสูงของใบที่ 50 ซม. แกนหมุนจะหยายขึ้นฟ้าเพื่อให้แกนตั้งรับลมดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ลักษณะการออกแบบใบพัดกังหันลมแบบแกนนอน



รูปที่ 4 ลักษณะการออกแบบใบพัดกังหันลมแบบแกนตั้ง



รูปที่ 5 การจำลองระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็ก

ระบบที่ใช้ทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้นทำการติดตั้งเสาปรับระดับความสูงตั้งแต่ระยะ 0 – 6 เมตร เพื่อวัดความเร็วลมโดยเปรียบเทียบผลการทดลองใบพัดกังหันลมทั้ง 2 แบบ จากนั้นออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) ทำจากแผ่นวงกลมจากแม่เหล็กถาวรทั้งหมด 48 ก้อน เจาะรูจัดวางขั้วเหนือและใต้สลับกันหล่อด้วยเรซิน ดังรูปที่ 6 ส่วนขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ใช้การพันขดลวดทองเบอร์ #23 AWG. จำนวน 10 ขดลวดแต่ละขดมีจำนวน 1,500 รอบ ต่อแบบสตาร์ (อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ วิทยวุฒิ, 2552) เมื่อเกิดการหมุนที่แกนเพลานำหน้าที่ได้รับแรงจากใบพัดกังหันลมตัดผ่านแม่เหล็กอยู่จึงผลิตไฟฟ้ากระแสสลับออกมาปลายสายต่อเข้ากับเพาเวอร์ไดโอดบริดจ์เรกติไฟเออร์ เพื่อเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 6 เครื่องกำเนิดจากจานแม่เหล็กถาวรที่หล่อเสร็จแล้ว

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความเร็วลมในเดือนสิงหาคม 2566 บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ระดับความสูงระดับต่างๆ และทดสอบความเร็วลมภายในห้องปฏิบัติการกองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยการแบ่งระยะห่างที่ต่างกัน ซึ่งจะมีผลการทดสอบที่แตกต่างกันออกไปตามระยะ ความสูง สถานที่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาแรงลมออกมาเพื่อนำไปสู่การทดสอบการหมุนของใบพัดของกังหันลมทั้งสองชนิดประกอบด้วย กังหันลมแกนตั้งและกังหันลมแกนนอน เพื่อหารูปแบบใบพัดที่เหมาะสมในการนำมาขับเคลื่อนชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 7 การทดสอบบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

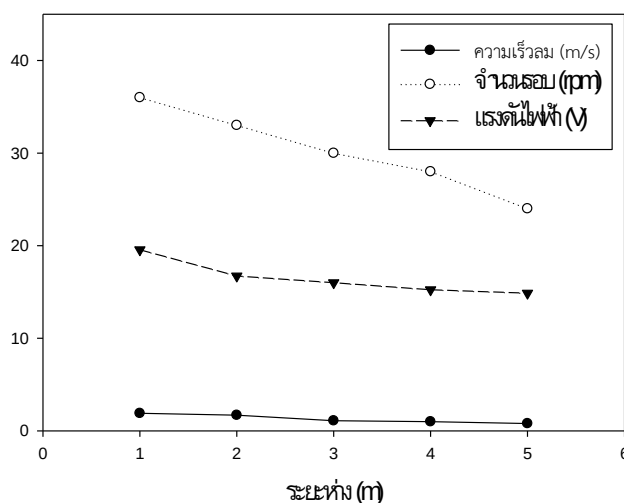
ในการทดสอบหาความเร็วลมเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนั้น ใช้ผู้วิจัยใช้บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 7 จะเป็นสถานที่โล่งกระแสลมผ่านได้ดี มีลมพัดผ่านตลอดเวลา ไม่มีอาคารหรือต้นไม้บังลมไว้ จึงเหมาะแก่การทำการทดสอบหาความเร็วลม โดยทำการวัดวัดความเร็วลมตามระยะความสูงจาก 2 เมตร ถึง 6 เมตร ซึ่งมีผลการทดสอบกังหันลมทั้ง 2 แบบ ประกอบด้วย

5.1 ผลการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าในสถานที่จริงและในห้องปฏิบัติการของกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้ง

ในการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้ากังหันลมแกนตั้งภายในห้องปฏิบัติการที่กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยใช้กระแสลมจากพัดลมพัดผ่านมายังกังหันลมตามระยะที่ห่างจากพัดลม 1 เมตร ถึง 5 เมตร โดยวัดความเร็วลมควบคู่กับการวัดแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการวัดแรงดันไฟฟ้ากักเก็บในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการ



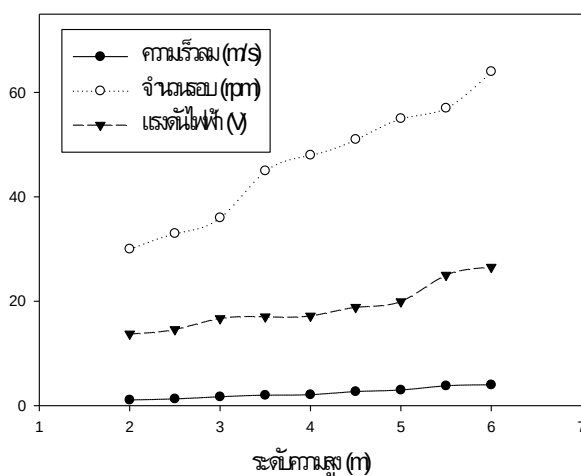
รูปที่ 9 ผลการทดสอบกักเก็บน้ำในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองหาแรงดันไฟฟ้ากักเก็บในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการที่กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่า ระยะทางของพัดลมอยู่ใกล้กักเก็บน้ำที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 36 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้าที่ 19.55 โวลต์ แต่เมื่อระยะทางที่ 5 เมตร มีความเร็วลมลดลงเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 24 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 14.87 โวลต์

ในการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้ากักเก็บน้ำในสถานที่จริงสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด กระแสลมที่พัดผ่านจะมีในทุกทิศทางจึงทำให้กักเก็บน้ำสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาค่อนข้างดี ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการวัดแรงดันแรงดันไฟฟ้ากั้นล้มแกดตั้งในสนามกีฬามหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 ผลการทดสอบกั้นล้มแกดตั้งภายในสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากการทดลองหาแรงดันไฟฟ้ากั้นล้มแกดตั้งบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่า ที่ความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 30 รอบต่อนาที จะได้แรงดันไฟฟ้า 13.74 โวลต์ แต่เมื่อความสูงของกั้นล้มที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 64 รอบต่อนาที จะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 26.54 โวลต์

5.2 ผลการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าในสถานที่จริงและในห้องปฏิบัติการของกั้นล้มผลิตไฟฟ้าแกนนอน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแกนนอนที่มีความยาว 3 ขนาด ในห้องปฏิบัติการ กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 12 และบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 13 มีรายละเอียดดังนี้



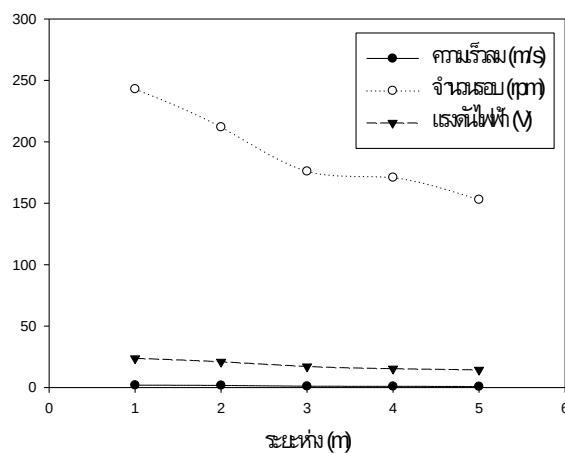
รูปที่ 12 การทดสอบกังหันลมแกนนอนในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 13 การทดสอบแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอน

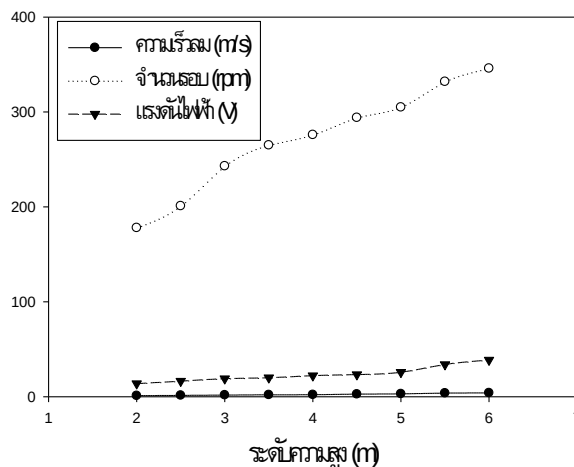
5.2.1 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม.

ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในห้องปฏิบัติการโดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด



รูปที่ 14 ผลการทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดลองของแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 14 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 243 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 23.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างจากพัดลมที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 153 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 14.37 โวลต์



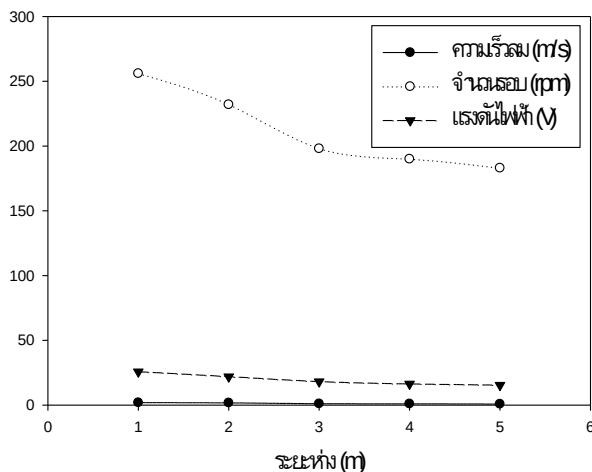
รูปที่ 15 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในรูปที่ 15 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 178 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.78 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 346 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 38.67 โวลต์

5.2.2 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม.

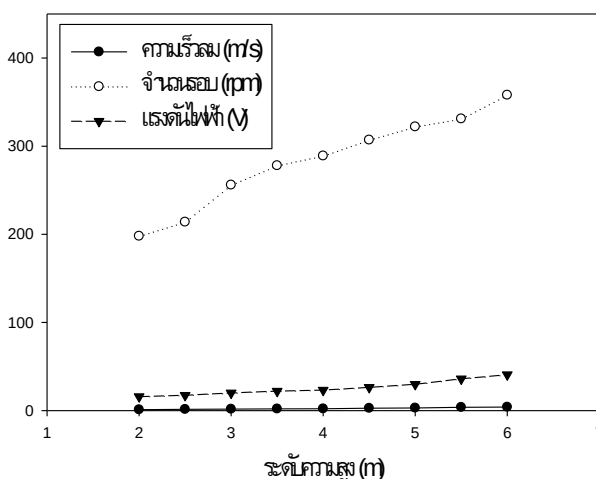
ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ในห้องปฏิบัติการและสถานที่จริงสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 16 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 256 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 25.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 183 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 15.37 โวลต์



รูปที่ 16 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 80 ซม.ในห้องปฏิบัติการ

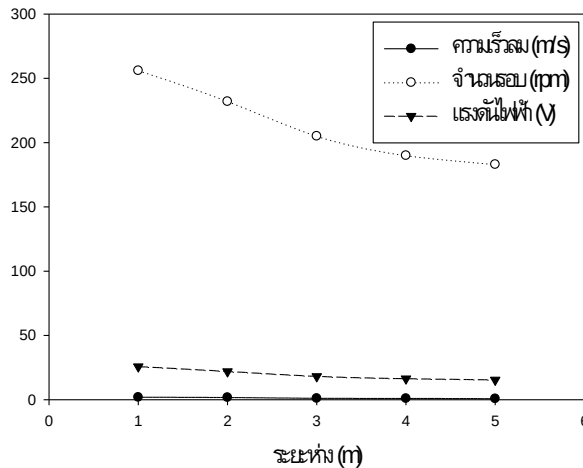
จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ในรูปที่ 17 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 198 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 15.78 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 358 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 40.67 โวลต์



รูปที่ 17 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ภายในสนามกีฬามหาวิทยาลัย

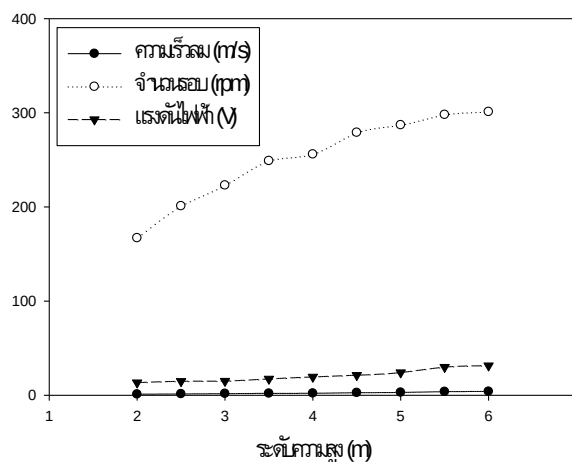
5.2.3 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม.

ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในห้องปฏิบัติการและบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด



รูปที่ 18 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในห้องปฏิบัติการ

จากตารางผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 18 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 256 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 25.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างจากพัดลมที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 183 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 15.37 โวลต์



รูปที่ 19 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในรูปที่ 19 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 167 รอบต่อนาที จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.41 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 301 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 31.45 โวลต์

5. อภิปรายและสรุปผล

จากผลการทดลองการสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วต่ำภายใต้การทำงานโดยลมธรรมชาติภายในพื้นที่บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ความเร็วลมมีค่าเท่ากับ 1.1 – 4.0 เมตรต่อวินาที พบว่ากังหันลมแบบแกนนอนขนาด 3 ใบพัด มีความยาวใบพัด 60 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เมื่อระดับความสูงมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามด้วยมีกำลังลมในการหมุนใบพัด ซึ่งใบพัดขนาดความยาว 80 เซนติเมตรสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 358 รอบต่อวินาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.67 โวลต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกังหันลมแกนตั้ง ที่ความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที จำนวนรอบเท่ากับ 30 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้า 13.74 โวลต์ แต่เมื่อเพิ่มความสูงของกังหันระดับเดียวกันที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 64 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 26.54 โวลต์ ดังนั้นกังหันลมแบบแกนนอนสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่ากังหันลมแบบแกนตั้งสอดคล้องกับ Wright & Wood (2004) และ Wood (2011) เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นกระทำต่อพื้นที่หน้าตัดรับลมทำให้มีแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามด้วยดังสมการที่ (3) จะเห็นได้ว่าใบพัดกังหันแบบแกนนอนที่เหมาะสมมีความยาว 60-80 ซม. สามารถใช้งานกับสภาพจริงในความเร็วลมรอบต่ำที่ 2-4 เมตรต่อวินาที ซึ่งเหมาะกับเกษตรกรครัวเรือนขนาดเล็กและขนาดกลางดังการศึกษาของ วิรัชย์ โรยรินทร์ (2551) เพื่อเก็บสะสมพลังงานเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงไปชาร์จแบตเตอรี่ จากผลดังกล่าวกังหันลมนี้สามารถชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ภายใน 4-6 ชั่วโมง ใกล้เคียงแนวคิดของ เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ (2556) กังหันลมความเร็วต่ำมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าที่ไม่สูงนัก โดยเน้นการผลิตไฟฟ้าเหมาะที่นำมาใช้ประโยชน์กับการติดตั้งโหลดขนาดเล็กในชุมชนที่ขาดแคลนไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

6. ข้อเสนอแนะ

การออกแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถใช้งานในระดับความเร็วลม 2-4 เมตรต่อวินาที แต่ที่ความยาว 100 ซม. นั้นทำให้ใบพัดบิดเบี้ยวและหักเมื่อเจอลมแรงๆ ซึ่งกังหันลมนี้เหมาะกับเกษตรกรครัวเรือนขนาดเล็กและขนาดกลาง ในการออกแบบควรเพิ่มจำนวนของแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวดเพื่อให้ขนาดแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น นอกจากนั้นควรใช้เสาหลักที่มั่นคงและมีระดับความสูงที่แตกต่างสามารถทนทานกับสภาวะของแรงลมที่มากกระหน่ำ นอกจากนั้นกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมามีราคาถูกกว่ากังหันลมที่จำหน่ายในปัจจุบัน

7. เอกสารอ้างอิง

- ธนพัฒน์ อัครชัยพันธุ์. (2556). การออกแบบและทดสอบใบกังหันลมแกนตั้งความเร็วลมต่ำ โดยการจำลองพลศาสตร์ของไหล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัชชัย อัครชัยพันธุ์. (2546). เครื่องกลไฟฟ้า 1. ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.
- พงษ์เทพ นามศิริ. (2552). การประยุกต์ใช้กังหันลมขนาดเล็ก 200 W เพื่อผลิตพลังงานทดแทนบนโซลาร์กรณศึกษาของบริษัท Katoen Natie Services. การศึกษาอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ไมตรี พลสงคราม, ปรีชา ชันติโกมล, และ ภัสสฤษฎ์ วิฑิตมหัทธกุล. (2557). “การศึกษาเชิงทดลองต้นแบบกังหันลมแกนตั้งแบบใบปรับมุมพิชต์ด้วยกลไกแบบ 4 ชั้น”. การประชุมวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7. ประจวบคีรีขันธ์. (642-649).
- วิรัชย์ โรยรินทร์. (2551). การพัฒนาสาธิต ต้นแบบเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ. รายงานการศึกษาวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- ศรายุทธ ้วยวุฒิ. (2556). “การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมความเร็วต่ำเพื่อใช้ในบ้านสำหรับชุมชนไร้สายส่ง”. วารสารวิจัย มสค. SUD Res.J. 6 (1) : 25-36.
- เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์. (2556). กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างภายนอกอาคาร. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ ้วยวุฒิ. (2552). “การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมความเร็วต่ำสำหรับชุมชนกรณีศึกษาจังหวัด พิษณุโลก”. การประชุมเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. ธันวาคม 2551. วิทยาลัยพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 22-23
- Chapman, S. J. (1992). **Electric machinery fundamentals (2nd ed.)**. McGraw-Hill.
- Eid, A. M., Abdel-Salam, M., & Abdel-Rahman, M. T. (2006). “Vertical-axis wind turbine modeling and performance with axial-flux permanent magnet synchronous generator for battery charging applications”. **Eleventh International Middle East Power Systems Conference**, (pp. 162-166). El-Minia, Egypt.
- Hau, E. (2013). **Wind turbines: Fundamentals, technologies, application, economics**. Springer-Verlag.
- Islam, S. M., Nayar, C. V., Abu-Siada, A., & Hasan, M. M. (2018). “Power electronics for renewable energy sources. In Power electronics handbook”. **Butterworth-Heinemann**. (4th ed., pp. 783-827).
- Saad, M. M., & Asmuin, N. (2014). “Comparison of horizontal axis wind turbines and vertical axis wind turbines”. **IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)**, 4 (8) : 27-30.
- Wood, D. (2011). **Small wind turbines: Analysis, design, and application**. Springer.
- Wright, A. K., & Wood, D. H. (2004). “The starting and low wind speed behavior of a small horizontal axis wind turbine”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. 92 (14-15) : 1265-1279.