

ธีรพนธ์ เวศพันธุ์¹ ฐาปนศักดิ์ ทองสุวรรณ² ธนากร น้ำหอมจันทร์³ ปรีชาดิ คงทวี⁴ สมคิด บ้านนบ⁵

การทดสอบศักยภาพกังหันลมแบบซ้อนใบ

Experimental Assesment of Double Propeller Wind Turbine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพกังหันแบบซ้อนใบเพื่อให้สามารถใช้กับความเร็วลมในประเทศไทยซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 2.1 เมตรต่อวินาที โดยออกแบบและทดสอบชุดกังหันแบบแปดใบและชุดกังหันแบบซ้อนใบโดยการนำเอาชุดกังหันแบบสามใบร่วมกับชุดกังหันแบบแปดใบ จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบทั้งสองชุดมาเปรียบเทียบกัน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ชุดกังหันแบบซ้อนใบมีประสิทธิภาพดีกว่าชุดกังหันแบบแปดใบประมาณ 1.4 เท่า จากการคำนวณจุดคุ้มทุนชุดกังหันแบบซ้อนใบมีจุดคุ้มทุนเร็วกว่าชุดกังหัน

แบบแปดใบประมาณร้อยละ 10 ผลการทดลองสามารถนำไปใช้ในการวิจัยและพัฒนากังหันลมให้เหมาะสมกับความเร็วลมในประเทศไทยต่อไปได้

Abstract

A double propeller wind turbine for Thailand wind condition of 2.1 m/s has been designed for efficiency study. The comparative experiment has been designed to test the single propeller wind turbine and the double propeller wind turbine. Results of tests showed that the efficiency of the double propeller wind turbine is about 1.4 times better than the single propeller wind turbine. From the rate of returns calculation, double propeller wind turbine reach break even at about 10 percent shorter time when compared to single propeller wind turbine. From these results, they may lead to improve traditional wind turbine that can appropriately be used in Thailand.

^{1,2}อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

³อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

^{4,5}บัณฑิตจากสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

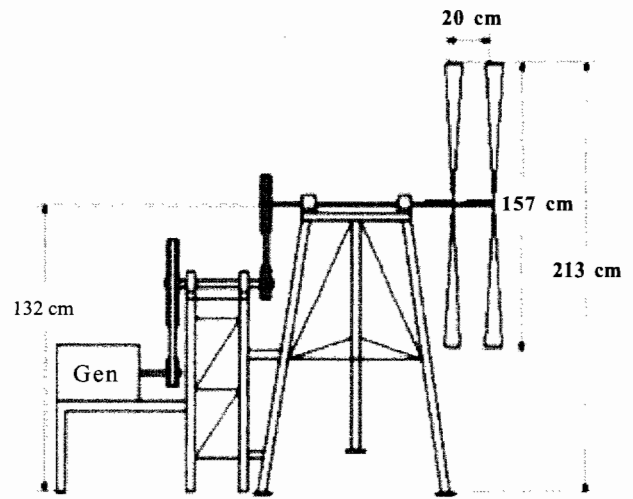
1. บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบัน พลังงานในรูปแบบต่างๆ มีราคาสูงขึ้น ทำให้เริ่มมีการสนใจพัฒนาเกี่ยวกับพลังงานทดแทนชนิดอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานจากพืชน้ำมันชนิดต่างๆ รวมถึงพลังงานจากลมด้วย จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ประเทศไทยมีความเร็วลมต่ำทำให้ไม่สามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนไม่คุ้มค่าในการลงทุน จากปัญหานี้พบว่ามียังอยู่ 2 ประการด้วยกัน คือ ประการแรก ความเร็วลมต่ำไม่เหมาะสมกับกังหันความเร็วสูงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและประการที่สอง การสร้างกังหันมีต้นทุนสูงไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหานี้ ผู้วิจัยจึงเสนอการสร้างกังหันแบบซ้อนใบขึ้นมาเพื่อใช้เก็บพลังงานส่วนที่เหลือจากใบกังหันชุดแรกหรือเสมือนว่าเพิ่มพื้นที่รับลมของกังหันเป็น 2 เท่า ซึ่งจะมีต้นทุนต่ำกว่าการสร้างชุดใบพัดขนาดใหญ่กว่ามาก

2. ทฤษฎีและการออกแบบ

2.1 ชุดจำลองกังหันทดสอบ

การออกแบบชุดกังหันแบบซ้อนใบจะออกแบบให้มีชุดกังหันแบบสามใบอยู่ด้านหน้าและมีชุดแปดใบอยู่ด้านหลัง จากนั้น นำชุดกังหันทั้งสองมารวมในเพลาดียวกัน ที่ระยะห่างระหว่างชุดกังหันทั้งสองชุดอยู่ที่ 20 เซนติเมตร และลักษณะของใบกังหันระหว่างชุดแปดใบและชุดสามใบจะมีความแตกต่างกัน โดยลักษณะของชุดสามใบจะหันใบที่มีพื้นที่รับลมหันเข้าหากัน ส่วนชุดแปดใบจะหันส่วนที่มีพื้นที่รับลมออกในทางตรงกันข้าม สาเหตุที่ทำลักษณะแบบนี้ก็เพราะว่าเพื่อให้ลมสามารถผ่านชุดกังหันสามใบเพื่อไปขับกังหันชุดแปดใบหรือเพื่อเริ่มการทำงานของกังหันที่ระดับความเร็วลมประมาณ 2 เมตรต่อวินาทีได้ จากนั้นเมื่อกังหันทั้งชุดหมุน ตัวกังหันชุดสามใบหมุนก็จะสามารถสร้างแรงลมจากชุดสามใบให้ไปขับชุดแปดใบได้อีก เพื่อเป็นการเพิ่มแรงของกังหัน



ภาพ 1 ชุดทดสอบกังหันแบบซ้อนใบ

2.2 ขนาดของกังหันแบบซ้อนใบ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดทั้งสองชุด (ชุดแปดใบและชุดสามใบ) เท่ากับ 157 เซนติเมตร แกนเพลของชุดกังหันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 120 เซนติเมตร และมีความยาวเท่ากับ 70 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างชุดใบพัดสามใบและชุดแปดใบเท่ากับ 20 เซนติเมตร ขาตั้งกังหันมีความสูง 132 เซนติเมตร ซึ่งใช้พู่เล่และสายพานในการส่งกำลังและทอดรอบ การทอดรอบเป็นการทดแบบส่งต่อกำลัง โดยความสูงของชุดกังหันจากพื้นถึงขอบบนปลายใบเท่ากับ 213 เซนติเมตร

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีดังนี้ คือ เครื่องวัดความเร็วลม ดาซังสปริง เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) Digital Multimeter และคลิบเมตร



เครื่องวัดความเร็วลม



ดาซังสปริง



Tachometer



Digital Multimeter

ภาพ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัด

2.4 สมการคำนวณกำลังของกังหัน

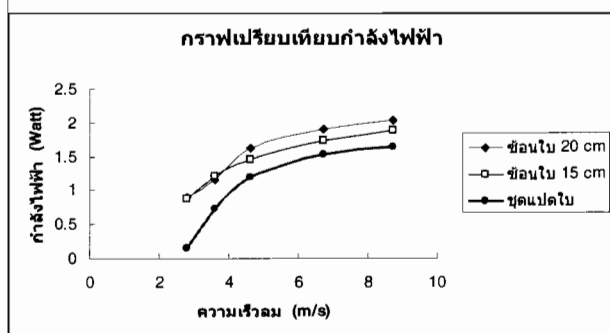
กำลังของกังหัน สามารถคำนวณได้จาก

$$P = 2\pi R^2 \rho V^3 a (1-a)^2 \quad (1)$$

เมื่อ	P	คือ กำลังของกังหัน (วัตต์)
	ρ	คือ ค่าความหนาแน่นของอากาศ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
	R	คือ รัศมีใบพัด (เมตร)
	V	คือ ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
	a	คือ ค่าแฟกเตอร์ของกังหัน

3. การทดสอบและผลที่ได้

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกำลังงานที่ได้จากกังหันใบเดี่ยวแบบสามใบและแบบแปดใบ กังหันแบบช้อนใบที่ระยะช้อน 15 เซนติเมตร และกังหันแบบช้อนใบที่ระยะช้อน 20 เซนติเมตร การทดสอบทำโดยใช้พัดลมเป่าด้านหลังกังหันเพื่อให้กังหันหมุน แล้ววางพัดลมที่ระยะต่างกันระหว่าง 1 ถึง 5 เมตร เพื่อให้ได้ความเร็วลมที่แตกต่างกัน เริ่มทำการวัดค่าต่างๆ เมื่อกังหันหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ โดยวัดความเร็วรอบ วัดค่าแรงดันไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้า วัดค่าทอร์ค จากนั้นปรับเปลี่ยนความเร็วลมไปเรื่อยๆ แล้ววัดค่าต่างๆ ทั้งหมด แล้วผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้งหมด 10 ครั้งในแต่ละชุดการทดสอบ นำค่าที่ได้มาคำนวณกำลังงานทางไฟฟ้าและเขียนกราฟเปรียบเทียบระหว่างความเร็วลมกับกำลังงานที่ได้ของทั้งกังหันแบบแปดใบและกังหันแบบช้อนใบ



ภาพ 3 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า

จากการทดสอบนำผลที่ได้มาเขียนกราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของชุดกังหันแบบแปดใบและแบบช้อนใบจะเห็นได้ว่ากังหันแบบช้อนใบให้กำลังที่สูงกว่ากังหันแบบ

แปดใบในทุกช่วงความเร็วลม และในช่วงความเร็วลม 3 ถึง 4 เมตรต่อวินาที กำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันช้อนใบที่ระยะ 15 และ 20 เซนติเมตรจะมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันแบบช้อนใบที่ระยะ 20 เซนติเมตร จะสูงกว่ากังหันแบบช้อนใบที่ระยะ 15 เซนติเมตร อย่างชัดเจน

ทั้งนี้ผลการทดสอบกังหันแบบสามใบไม่ได้นำมาแสดงในที่นี้เนื่องจากให้กำลังไฟฟ้าที่ต่ำมาก เนื่องจากแรงเสียดทานภายในอุปกรณ์กำเนิดพลังงานและตัวกังหันเอง

ตาราง 1

การเปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุนของกังหันต้นแบบ

แบบของกังหัน	ต้นทุน (บาท)	ไฟฟ้าผลิตที่ได้ (บาท/เดือน)	เวลาคืนทุน(ปี)
กังหันช้อนใบ 20 ซม.	2,500	4.4	47.3
กังหันแปดใบ	2,200	3.5	52.4

จากการคำนวณเวลาคืนทุน พบว่า กังหันแบบช้อนใบ มีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่ากังหันแบบแปดใบ อยู่ 5.04 ปี หรือประมาณ 10 %

4. สรุป

จากการวิจัย พบว่ากังหันใบเดี่ยวแบบสามใบไม่เหมาะสมในการใช้งานในประเทศไทยในบริเวณมีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำ กังหันใบเดี่ยวแบบแปดใบเหมาะสมสำหรับการใช้งานในช่วงความเร็วลมต่ำเท่านั้น สามารถใช้งานในประเทศไทยได้ดี แต่กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ยังไม่สูงมากนัก ส่วนชุดกังหันแบบช้อนใบเหมาะสมสำหรับการใช้งานทั้งช่วงความเร็วลมต่ำถึงปานกลาง จึงสามารถนำมาใช้งานในประเทศไทยได้ดีกว่าและให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงกว่ากังหันแบบใบเดี่ยว โดยมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าชุดกังหันใบเดี่ยวแบบแปดใบ ประมาณ 1.4 เท่า ในแง่การลงทุนชุดกังหันแบบช้อนใบมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 47.3 ปี เร็วกว่าชุดกังหันแบบแปดใบประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับระยะเวลาคืนทุนที่ค่อนข้างสูงนั้น เนื่องจากการคำนวณเทียบจากอัตราค่าไฟฟ้าภายในประเทศไทย ซึ่งมีราคาถูกเมื่อเทียบกับต่างประเทศ ซึ่งกังหันแบบช้อนใบนี้ หากได้รับการพัฒนาและ

ปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจะมีศักยภาพในการผลิต
กระแสไฟฟ้าเหมาะสมในการนำไปติดตั้งในถิ่นทุรกันดาร
ที่ไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง เช่น ทางภาคเหนือ และบริเวณชายฝั่ง
ของประเทศไทย

5. ข้อเสนอแนะ

หากเพิ่มขนาดและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด
ไฟฟ้า รวมทั้งปรับขนาดของกังหันให้ใหญ่ขึ้นจะสามารถลด
ระยะเวลาคืนทุนให้สั้นลงได้

เอกสารอ้างอิง

วิสิทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชานู ถนังงาน. (2521). *การออกแบบเครื่องจักรกล 2*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.

El-Wakil, M. (1984). *Power plant Technology*. New York: Mc Graw-Hill.

Fox, R. & McDonalds, A. (1998). *Introduction to Fluid Mechanics*. New York: Wiley.