

การพัฒนาอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอน ขนาดเล็ก

Development of Blade Pitch Angle Adjustment Device for Small Horizontal Axis Wind Turbine

บัญญัติ นิยมवास^{1*} อธิราช ภัทรางกูร² อภิชาติ ศรีไชยรัตน์²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ²อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา 90000

Banyat Niyomvas^{1*} Atirat Pattarangkun² Apichit Srichairattana²

¹Assistant Professor, ²Lecturer Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of technology Srivijaya, Songkhla, 90000

*Corresponding author: Email: banyat@engineer.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนขนาดเล็กเพื่อให้กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กทำงานได้ที่มีมุมพิทช์ต่างๆ ซึ่งจะแก้ปัญหาที่ส่วนใหญ่กังหันลมผลิตไฟฟ้าจะถูกติดตั้งใบกังหันลมไว้ที่มีมุมพิทช์เพียงค่าเดียว โดยอุปกรณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นชุดรางสไลด์แนวโค้ง ฐานของรางสไลด์แนวโค้งจะยึดติดกับคอกของแกนหมุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ส่วนใบกังหันลมจะยึดอยู่กับรางสไลด์แนวโค้ง จึงทำให้สามารถปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เป็นมุมต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ ใบกังหันลมที่ใช้ในการทดลองเป็นใบกังหันลมอะคริลิก ใบกังหันมีความยาวเท่ากับ 70 เซนติเมตร โดยมุมพิทช์ของใบกังหันลมที่ทำการทดลองมี 5 ค่า คือ 10°, 20°, 30°, 40° และ 50° ความเร็วลมที่ใช้ในการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 9.0 เมตรต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่ากังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีใบกังหันลมอะคริลิกและได้ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลม เมื่อปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เท่ากับ 10° ที่ความเร็วลม 9.0 เมตรต่อวินาที จะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 10.4 วัตต์ และ เมื่อปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เท่ากับ 20° ที่ความเร็วลม 9.0 เมตรต่อวินาที จะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 12.3 วัตต์

คำสำคัญ: กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนขนาดเล็ก มุมพิทช์ของใบกังหันลม ชุดรางสไลด์แนวโค้ง

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a device for adjusting the pitch angle of small horizontal axis wind turbine generators in order that they were functional in different pitch angles as well as solved the problem of one fixed pitch angle. Device has a curve rail, which base of curve rail was attached with the hub of the wind turbine. Wind turbine blades were attached with rail curve of the device, then blade pitch angle could adjust to several degree. Acrylic wind turbine blades was used for this experiment. Wind turbine blade is 70 cm long. The experiment was carried out with the pitch

blade angles at 10° , 20° , 30° , 40° , and 50° and the wind velocities at 0 – 9.0 m/s. The study's result revealed that electric power of wind turbine with acrylic blades which pitch blade angle at 10° and wind velocity at 9.0 m/s was 10.4 W, and electric power of wind turbine with acrylic blades which pitch blade angle at 20° and wind velocity at 9.0 m/s was 12.3 W.

Keyword: Small horizontal axis wind turbine, pitch blade angle of wind turbine, curve rail device

1. บทนำ

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมทำได้ด้วยกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวตั้ง (vertical axis wind turbine) และกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวนอน (horizontal axis wind turbine) ซึ่งมีความแตกต่างกันก็คือกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวตั้งจะมีลักษณะการหมุนของใบกังหันอยู่ในแนวตั้งหรือแนวดิ่ง และมีลักษณะของการหมุนของแกนกังหันที่ตั้งฉากทิศทางการไหลของลม ส่วนกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวนอนจะมีการหมุนของใบกังหันอยู่ในแนวนอนและมีลักษณะของการหมุนของแกนกังหันที่ขนานกับทิศทางการไหลของลม

การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวนอนจะได้รับความนิยมมากกว่ากังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวตั้งเนื่องจากสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าในช่วงการทำงานที่ค่าความเร็วลมเดียวกันและมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่า

การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมผลิตไฟฟ้าแนวนอนส่วนใหญ่งานวิจัยจะมุ่งเน้นไปในส่วนของการศึกษาความสัมพันธ์ของโปรไฟล์ (profile) ของใบกังหันลมที่เหมาะสมต่อการทำงานในช่วงความเร็วลมค่าใดค่าหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่ง มิฉะนั้นก็เป็นการศึกษาในส่วนของการออกแบบชุดเจเนอเรเตอร์ (generator unit) ให้มีประสิทธิภาพที่สูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามก็ยังพบปัญหาว่าหากนำใบกังหันลมที่เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงความเร็วลมค่าใดค่าหนึ่ง ไปใช้งานในพื้นที่ ที่มีความเร็วลมอยู่นอกช่วงของการออกแบบใบกังหันลม ก็จะทำให้เกิดการทำงานที่ต่ำกว่าสมรรถนะและประสิทธิภาพที่ควรจะเป็น

กังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยทั่วไปจะมีการติดตั้งใบกังหันลมที่มีมุมพิทช์ (pitch angle) ที่คงที่ ซึ่งจะมีความเหมาะสมต่อการใช้งานในช่วงของความเร็วลมช่วงหนึ่งเท่านั้น แต่หากเป็นความเร็วลมนอกช่วงที่ได้ออกแบบให้เหมาะสมสำหรับมุมพิทช์นั้น กังหันลมผลิตไฟฟ้าก็จะไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเพื่อให้สามารถนำกังหันลมไปใช้งานในพื้นที่ที่มีความเร็วที่แตกต่างกันได้

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่กล่าวถึงมุมพิทช์และอุปกรณ์ในการปรับมุมพิทช์ สามารถกล่าวถึงได้พอสังเขปดังต่อไปนี้

ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ [1] ได้ศึกษาจำนวนใบพัดและมุมติดตั้งของกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนแนวนอนขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 0.7 เมตร ใบพัดเป็นแบบแผ่นเรียบ ยาว 0.2 เมตร และกว้าง 0.1 เมตรหนา 1 มิลลิเมตร ผลการวิจัยพบว่าจำนวนใบพัดที่เหมาะสมที่สุดคือ 12 ใบพัดและมุมติดตั้งใบพัดเท่ากับ 20° องศา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.29 ที่อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบเท่ากับ 1.6

W. Xei และคณะ [2] ได้ศึกษากังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนแนวนอนขนาดเล็กใบพัดเป็นแบบแอร์ฟอยล์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 0.8 เมตร โดยที่ระยะ 17 เซนติเมตร จากปลายใบพัดจะมีจุดเชื่อมต่อที่ทำให้สามารถบิดส่วนปลายของใบดังกล่าวให้มีแนวที่เอียงจากแนวใบพัดเดิมอันมีผลให้พื้นที่กวาด (swept area) ของใบพัดลดลง ส่งผลให้เมื่อความเร็วลมมีค่าสูงขึ้นแต่สามารถควบคุมกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้มีค่าคงที่

A. F. A. Gawad [3] ได้พัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่สามารถปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมขณะทำงาน โดยใช้หลักการการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้ แล้วนำมาควบคุมมุมพิทช์ของใบกังหันลมด้วยมอเตอร์กระแสตรงที่มีเฟืองขับอยู่กับแกนที่ต่อกับแขนที่ยับได้ของใบกังหันลม ทำให้มอเตอร์กระแสตรงดังกล่าวสามารถขับให้แกนหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งจะส่งผลให้มุมพิทช์ของใบกังหันลมเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ขณะที่ใบพัดกำลังหมุน เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นหรือลดลง อันจะส่งผลให้สามารถควบคุมค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมให้มีค่าคงที่นั่นเอง

R.N. Sharma และ U.Madawala [4] ได้นำเสนอแนวคิดในการดึงพลังงานจากลมให้มากขึ้นในขณะที่มีความเร็วลมมีค่าต่ำ โดยการออกแบบให้ใบพัดของกังหันลมสามารถยืดขยายความยาวออกมาได้หากความเร็วลมที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่กำหนด อันจะส่งผลให้พื้นที่กวาด (swept area) ของใบกังหันลมมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้สามารถดึงพลังงานจากลมได้เพิ่มขึ้นด้วยนั่นเอง

Y.J. Chen และคณะ [5] ได้นำเสนอแนวคิดที่ได้รับการจดสิทธิบัตร สำหรับการปรับมุมพิทช์ของกังหันลมแกนนอนขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการของแรงหนีศูนย์กลาง (centrifugal force) ของอุปกรณ์ปรับมุมพิทช์ที่ประกอบไปด้วย แบร็ง, สปริง และมวลของโรลเลอร์ นั่นคือเมื่อกังหันลมหมุนด้วยความเร็วรอบสูง อุปกรณ์ดังกล่าวก็จะทำงานในลักษณะที่จะเกิดการปรับให้ใบพัดมีมุมพิทช์มากขึ้นเพื่อพยายามรักษาความเร็วรอบของกังหันลมไม่ให้สูงมากเกินไปนั่นเอง

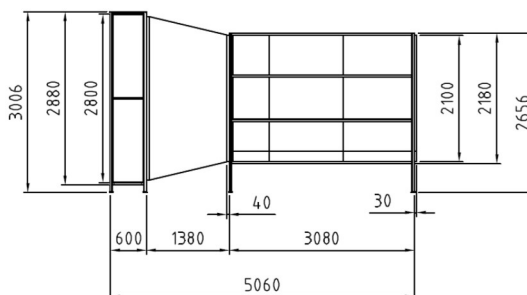
จากงานวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้ว [1 - 5] พบว่ายังไม่มีอุปกรณ์ที่ตรงกับแนวคิดของผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาอุปกรณ์นี้ขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์ให้กังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้มีความสอดคล้องกับความเร็วลม

อุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนขนาดเล็กมีลักษณะเป็นชุดรางสไลด์แนวโค้ง ที่ฐานของรางสไลด์แนวโค้งจะยึดติดกับคานเดิม

ของแกนหมุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ส่วนใบกังหันลมจะยึดอยู่กับรางสไลด์แนวโค้ง จึงทำให้สามารถปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เป็นมุมต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ เพื่อให้สอดคล้องกับความเร็วลมที่มีในพื้นที่ ที่ได้ทำการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์การทดลองประกอบไปด้วย อุปกรณ์การผลิตลมเพื่อใช้ในการทดลอง โดยอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมีมิติดังแสดงในรูปที่ 1 โดยติดตั้งพัดลมไฟฟ้า จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดมี 6 ใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 48 นิ้ว ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า โดยสามารถแปรค่าความเร็วลมที่ทางออกด้วยการควบคุมความถี่ไฟฟ้าของพัดลมไฟฟ้าด้วยชุดอินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Schneider รุ่น ATV312HU75N4 ขนาด 7.5kW 400V



รูปที่ 1 อุปกรณ์ (หน่วย มิลลิเมตร)

อุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนขนาดเล็กมีลักษณะเป็นชุดรางสไลด์แนวโค้ง ที่ฐานของรางสไลด์แนวโค้งจะยึดติดกับคานเดิมของแกนหมุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ส่วนใบกังหันลมจะยึดอยู่กับรางสไลด์แนวโค้ง อุปกรณ์ดังกล่าวมีมวลขึ้นละ 0.5 กิโลกรัม แสดงลักษณะของอุปกรณ์ได้ดังรูปที่ 2 ต่อไปนี้



รูปที่ 2 อุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมที่ติดตั้งกับคัมของกังหันลม

ใบกังหันลมที่ใช้ในการทดลองเป็นใบกังหันลมอะคลิลิกมีความยาวของใบเท่ากับ 70 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร และมีมวลเท่ากับ 1.00 กิโลกรัม สามารถแสดงลักษณะของใบกังหันลม ได้ดังรูปที่ 3 ต่อไปนี้



รูปที่ 3 ใบกังหันลมอะคลิลิก (หน่วย เซนติเมตร)

เมื่อประกอบใบกังหันลมอะคลิลิกและอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมกับชุดกังหันลมผลิตไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4 ต่อไปนี้ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดได้เท่ากับ 1.48 เมตร



รูปที่ 4 ใบกังหันลมที่ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมอะคลิลิก

เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย เครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ DIGICON รุ่น DA - 42 มีช่วงการวัด 0.4 - 30.0 m/s ความละเอียดในการวัด 2% เครื่องวัดความเร็วรอบยี่ห้อ Wachendorff รุ่น Handy-2 มีช่วงการวัด 5 - 99,999 รอบต่อนาที ความละเอียดในการวัด 0.05% และเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า ยี่ห้อ UNI-T รุ่น UT200A เครื่องวัดอุณหภูมิยี่ห้อ TES รุ่น 1312 ช่วงการวัด -50 ถึง 1,350 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด ± 0.1 องศาเซลเซียส

กังหันลมผลิตไฟฟ้าต่อกับชุด charge controller และหลอดไฟขนาด 100 W เพื่อใช้ในการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพื่อนำมาคำนวณหากำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ สามารถแสดงชุด charge controller และหลอดไฟได้ดังรูปที่ 5 ต่อไปนี้



รูปที่ 5 ชุด Charge Controller

การทดลองจะประกอบไปด้วย 2 การทดลอง
ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่าง
ความถี่ของไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ของพัดลมไฟฟ้ากับ
ความเร็วลมที่ปากทางออกของอุโมงค์ลม โดยจะทำการ
ปรับค่าความถี่ของไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าของพัด
ลมด้วยชุดอินเวอร์เตอร์ ตั้งแต่ 0 – 60 Hz และทำการวัด
ความเร็วลมที่ปากทางออกของอุโมงค์ลมจำนวน 4
ตำแหน่ง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของไฟฟ้า
กระแสสลับที่จ่ายให้กับมอเตอร์ของพัดลมไฟฟ้ากับ
ความเร็วลมที่ปากทางออกของอุโมงค์ลม

การทดลองที่ 2 ทดลองชุดกังหันลมที่มีใบกังหันลม
เป็นใบอะคลิลิคพร้อมติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์
ของใบกังหันลม โดยจะทำการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับ
มุมพิทช์ของใบกังหันลมกับใบกังหันลมอะคลิลิคและ
ประกอบชุดกังหันลมผลิตไฟฟ้าดังกล่าวเข้ากับปาก
ทางออกของอุโมงค์ลม หลังจากนั้นทำการทดลองด้วยค่า
มุมพิทช์ของใบกังหันลมจำนวน 5 ค่า คือ 10°, 20°, 30°,
40° และ 50° ในการทดลองที่แต่ละมุมพิทช์ของใบกังหัน
ลมจะแปรค่าความเร็วลมที่ทางออกตั้งแต่ 0 – 9.0 เมตร
ต่อวินาที โดยในแต่ละค่าความเร็วลมจะทำการวัดและ
บันทึกค่าความเร็วรอบ ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าที่
ผลิตได้จากกังหันลม

ขณะทำการปรับมุมพิทช์ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า
ขนาดเล็กแบบแกนนอนด้วยอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์
แสดงได้ดังรูปที่ 6 ต่อไปนี้



ก. มุมพิทช์ 10°



ข. มุมพิทช์ 20°

รูปที่ 6 ตัวอย่างการปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมที่มุม 10°
และ 20°

การพิจารณาเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของ
กังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถหาได้จากค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

- กำลังงานไฟฟ้า (P_T)

$$P_T = vi \quad (1)$$

เมื่อ

P_T = กำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม (วัตต์)

v = ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)

i = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

- อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ (λ)

$$\lambda = \frac{2\pi nr}{V} \quad (2)$$

เมื่อ

n = ความเร็วรอบของใบกังหันลม (รอบต่อวินาที)

V = ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

r = รัศมีของใบกังหันลม (เมตร)

- ค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด (C_P)

$$C_P = \frac{2P_T}{\rho_a A_T V^3} \quad (3)$$

เมื่อ

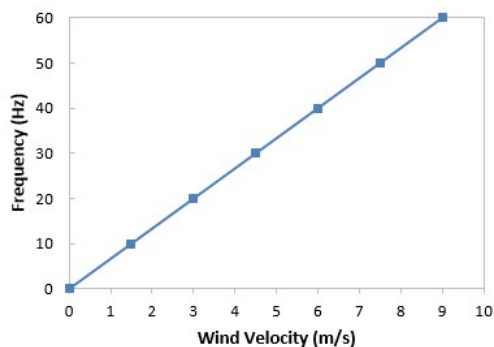
ρ_a = ความหนาแน่นของอากาศ (กิโลกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร)

A_T = พื้นที่หน้าตัดของกังหันลม (ตารางเมตร)

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายให้กับมอเตอร์ของพัดลมไฟฟ้าและความเร็วลมเฉลี่ยที่ปากทางออกของอุโมงค์ลม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการวัดความเร็วลมที่ปากทางออก ณ ตำแหน่งต่างๆ กัน 4 ตำแหน่ง ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 7 ต่อไปนี้

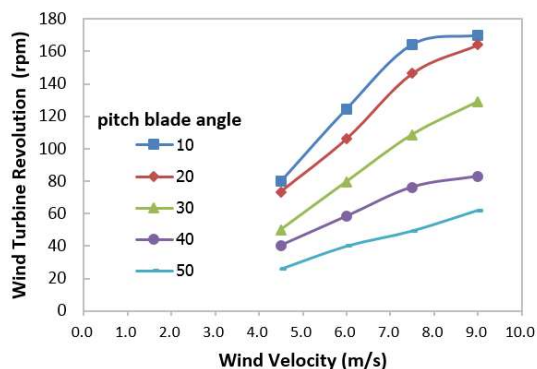


รูปที่ 7 ความเร็วลมที่ปากทางออกของอุโมงค์ลม

จากการทดลองที่ 2 สามารถนำผลการทดลองมาแสดงค่าความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเร็วรอบของใบกังหันลม

จากผลการทดลอง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเร็วรอบของใบกังหันลม ที่มีมุมพิทช์ของใบกังหันลมค่าต่างๆ ได้ดังรูปที่ 8 ต่อไปนี้

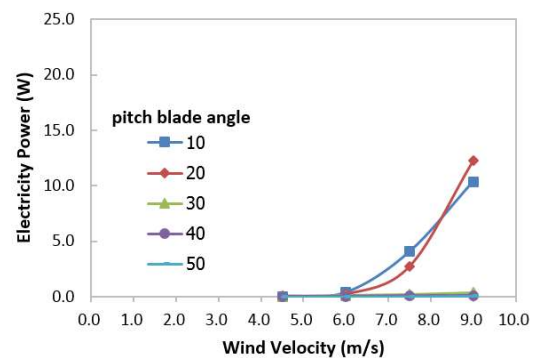


รูปที่ 8 ความเร็วลมและความเร็วรอบของกังหันลม

จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วรอบของกังหันลม ที่ความเร็วลมค่าต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 8 พบว่า กังหันลมจะเริ่มหมุนที่ความเร็วลมเท่ากับ 4.5 เมตรต่อวินาที และเมื่อความเร็วลมมีค่าสูงขึ้นความเร็วรอบของกังหันลมก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยมีค่าสูงที่สุดเมื่อใบกังหันลมมีค่ามุมพิทช์เท่ากับ 10 องศา และต่ำสุดเมื่อใบกังหันลมมีค่ามุมพิทช์เท่ากับ 50 องศา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากผลการทดลอง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่มุมพิทช์ของใบกังหันลมค่าต่างๆ ได้ดังรูปที่ 9 ต่อไปนี้



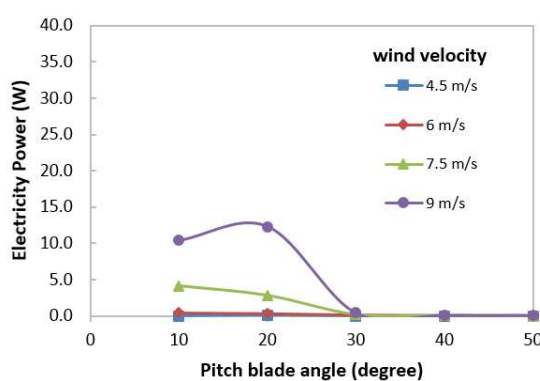
รูปที่ 9 ความเร็วลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลมที่มีใบกังหันลมทำด้วยวัสดุอะคริลิก

จากรูปที่ 9 ซึ่งแสดงค่าความเร็วลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลมที่มีใบกังหันลมทำด้วยวัสดุอะคริลิก พบว่ากังหันลมจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้เมื่อใบกังหันลมมีมุมพิทช์เท่ากับ 10 และ 20 องศา ส่วนมุมพิทช์ที่เหลือคือ 30, 40 และ 50 องศา จะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ อีกทั้งยังพบว่าเมื่อความเร็วลมมีค่าต่ำกว่า 8.5 เมตรต่อวินาที ควรปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้มีค่าเท่ากับ 10 องศา เพราะจะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด แต่หากความเร็วลมมีค่าสูงกว่า 8.5 เมตรต่อวินาที ควรปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้มีค่าเท่ากับ 20 องศา เพราะจะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด โดยที่ความเร็วลมเท่ากับ 9.0 เมตรต่อวินาที กังหันลมที่มีใบกังหันลมที่ปรับ

มุมพิทช์ไว้เท่ากับ 10 และ 20 องศา จะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 10.4 วัตต์ และ 12.3 วัตต์ตามลำดับ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างมุมพิทช์ของใบกังหันลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากผลการทดลอง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมพิทช์ของใบกังหันลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่ความเร็วลมค่าต่างๆ ได้ดังรูปที่ 10 ต่อไปนี้



รูปที่ 10 มุมพิทช์ของใบกังหันลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลม

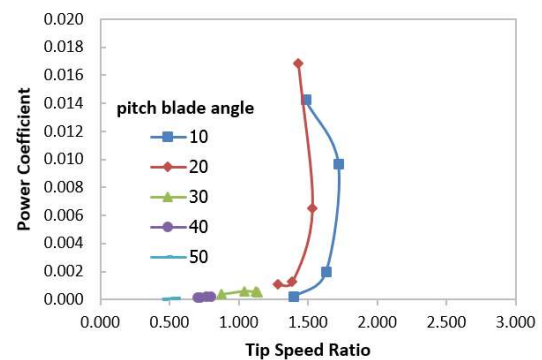
จากรูปที่ 10 ซึ่งแสดงค่ามุมพิทช์ของใบกังหันลมและกำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลม พบว่าที่ความเร็วลม 7.5 เมตรต่อวินาที กำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลมที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 10 องศาจะมีค่าสูงกว่าที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 20 องศา แต่เมื่อความเร็วลมมีค่าเท่ากับ 9.0 เมตรต่อวินาที กำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของกังหันลมที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 20 องศาจะมีค่าสูงกว่าที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 10 องศา ส่วนกังหันลมที่ปรับมุมพิทช์ไว้ที่ 30, 40 และ 50 องศา จะไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด และ อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ

จากผลการทดลอง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด และ อัตราส่วน

ความเร็วลมปลายใบ ที่มุมพิทช์ของใบกังหันลมค่าต่างๆ ได้ดังรูปที่ 11

จากรูปที่ 11 ซึ่งแสดงค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด และ อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ ของใบกังหันลมอะคลิลิค พบว่ากังหันลมที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 10 องศาจะมีค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.014 เมื่อ อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบมีค่าเท่ากับ 1.483 และกังหันลมที่ปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเท่ากับ 20 องศาจะมีค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุดเท่ากับ 0.017 เมื่อ อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบมีค่าเท่ากับ 1.430



รูปที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด และ อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ ของใบกังหันลมอะคลิลิค

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ว่า อุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าบบแกนนอนขนาดเล็กสามารถนำมาใช้งานร่วมกับใบกังหันลมที่สร้างขึ้นจากวัสดุอะคลิลิค หรือใบกังหันลมที่มีลักษณะเป็นใบเรียบ โดยทำให้เมื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์ดังกล่าวกับกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะทำให้สามารถปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมเพื่อให้กังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ สำหรับความเร็วลมค่าต่างๆ

จากผลการทดลองพบว่ากังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีใบกังหันลมอะคลิลิคและได้ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลม เมื่อปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เท่ากับ 10° ที่ความเร็วลม 9.0 เมตรต่อวินาที จะ

สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 10.4 วัตต์ และ เมื่อปรับมุมพิทช์ของใบกังหันลมให้เท่ากับ 20° ที่ความเร็วลม 9.0 เมตรต่อวินาที จะสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 12.3 วัตต์ ส่วนที่มุมพิทช์ 30° , 40° และ 50° ตลอดช่วงความเร็วลมที่ใช้ในการทดลองคือ 0 – 9 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะไม่สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้า

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ เครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ยุทธชัย เกียวิสันเทียะ. “จำนวนใบพัดและมุมติดตั้งที่เหมาะสมของชุดใบกังหันลม กรณีศึกษาใบพัดแบบแผ่นเรียบ”. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23*. 4 – 7 พฤศจิกายน 2552. จังหวัดเชียงใหม่, (2552).
- [2] W. Xei, P. Zeng and L. Lei, “Wind tunnel experiment for innovative pitch regulated blade of horizontal axis wind turbine,” *Energy*, vol. 91, pp. 1070–1080, 2009.
- [3] A. F. A. Gawad, “New, Simple Blade-Pitch Control mechanism for Small-Size, Horizontal-Axis Wind Turbines,” *Journal of Energy and Power Engineering*, vol. 7, pp. 2237–2248, 2013.
- [4] R.N. Sharma and U. Madawala, “The Concept of a Smart Wind Turbine System,” *16th Australasian Fluid Mechanics Conference*. 2-7 December 2007. Crown Plaza, Gold Coast, Australia: 481-486, 2013).
- [5] Y.J. Chen, Y.F. Tsai, C.C. Huang, M.H. Li and F. B. Hsiao, “The Design and Analysis of

Passive Pitch Control for Horizontal Axis Wind Turbine,” *Energy Procedia*, vol. 61, pp. 683–686, 2014.