

การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่

Electric Power Generation of Savonius Wind Turbine with Double Wind Tunnels

ฉัตรชัย พรหมดี* ชลธิ์ โพธิ์ทอง

หน่วยวิจัยรังสีอาทิตย์และแหล่งพลังงานสำรอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง
อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150

Chatchai Promdee* Chonlatee Photong

Solar Energy and Energy Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University,
Kham Rieng, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150
E-mail: chonlatee.p@msu.ac.th, Tel: 09-5662-3633

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่ กังหันลมต้นแบบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร ใบพัดที่ทำจากสังกะสีหนา 0.35 มิลลิเมตร และช่องลมคู่มีขนาดความกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 52 เซนติเมตร และสูง 32 เซนติเมตร แกนของกังหันเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 28 วัตต์ 140 โวลต์ ผลการทดลองพบว่า กังหันลมชาโวเนียสที่นำเสนอมีความสามารถในการรับลมในลักษณะลมสวนทางที่มีระยะห่างจากตัวกังหันได้ดีที่สุดในตำแหน่ง 45 เซนติเมตร เมื่อติดตั้งช่องลมคู่ที่มุม 30 องศา ช่วยให้เกิดแรงดันเพิ่มขึ้น 5.65% เมื่อเทียบกับแบบไม่ติดตั้งช่องลม และช่องลมคู่ยังช่วยให้กังหันลมสามารถรับกระแสลมที่มีระยะห่างจากตัวกังหันได้ดีขึ้นในตำแหน่ง 45-60 เซนติเมตร ผลผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นเฉลี่ย 45-68 อีกทั้งช่องลมคู่ยังให้คุณภาพสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยมีระลอกคลื่นที่ต่ำที่สุด 1.32% ซึ่งต่ำกว่ากังหันแบบอื่นๆ ในส่วนของลักษณะลมชั่วขณะที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ที่ระดับความเร็ว 90-100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วมีช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะอยู่ที่ 5.82 วินาที ความเร็วลมชั่วขณะสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.28 เมตรต่อวินาที และเมื่อทำการจำลองลักษณะลมชั่วขณะโดยใช้พัดลม 2 ชุด พบว่าที่ระดับความเร็วลมของพัดลม 4.68 เมตรต่อวินาที มีลักษณะลมชั่วขณะใกล้เคียงกับลมที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด

โดยมีค่าความคาดเคลื่อนของระยะเวลาการเกิดลมและความเร็วลมเพียง 1.74-2.33% และ 2.4 - -3.5% และพบว่ากังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่เมื่อมีการรับลมสวนทางที่ความเร็วลมชั่วขณะ 6.41 เมตรต่อวินาที สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าชั่วขณะได้มากกว่าการรับลมฝั่งซ้ายและฝั่งขวาเฉลี่ย 84% โดยผลิตกำลังไฟฟ้าชั่วขณะสูงสุดเฉลี่ย 324 มิลลิวัตต์

คำหลัก กังหันลมชาโวเนียส ช่องลมคู่ การผลิตพลังงานไฟฟ้า ลมชั่วขณะ

Abstract

This research presents electric power generation of Savonius wind turbine with double wind tunnels. The turbine has diameter of 32 cm and height of 32 cm, blades made of galvanized sheets with thickness of 0.35 mm, and double wind tunnels with width of 45 cm, length of 52 cm and height of 32 cm. The turbine's axis is connected to a 28 W 140 V generator. The experimental results showed that the constructed Savonius wind turbine generated electric voltage of 6.3 – 9.5 V and higher by 5.65% if installed the double tunnels with 30 degrees to the wind flow at wind speed of 4.68-6.41 m/s, as well as, higher by 45-68% compared to one without wind tunnels. In addition, the proposed wind

turbine provided higher quality of voltage signals with lowest ripple of 1.32%. For the test of characteristics of short-time wind due to the movement of cars at speed of 90 – 100 km/hr found that the average existence time of the wind was 5.82 s, average maximum wind speed of 2.28 m/s. When applying and modeling with the wind with 2 electric fans found that the wind speed of 4.68 m/s gave the most similar characteristics to the actual wind with low errors in the existence time and wind speed of 1.74-2.33% and 2.4-3.5% only. Additionally, the modeling short-time wind speed of 6.41 m/s could generate highest electric power with 77% higher than other Savonius wind turbines at maximum power of 138.68 mW.

Keywords: Savonius wind turbines, Double wind tunnels, Electric power generation, Short-time wind

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และ ก๊าซธรรมชาติ มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ปี 2557 พบว่า ประเทศไทยมีการใช้ไฟฟ้า 168,620 กิกะวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งนับเป็นอันดับที่ 24 ของโลก [1] และมีอัตราความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยปีละ 4-5% ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา [2] ในช่วง มกราคม - พฤษภาคม 2558 มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไปคิดเป็นร้อยละ 94.84 ของแหล่งพลังงานทั้งหมดที่ใช้ผลิตไฟฟ้าภายในประเทศ [3] จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าในแต่ละปีมีอัตราความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติในประเทศที่มีปริมาณลดลงและจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อพลังงานเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการนำเข้าจากต่างประเทศให้ได้น้อยประมาณ 25% ภายในปี 2564 [4-5]

ประเทศไทยได้มีการนำพลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล และน้ำ มาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ พลังจากชีวมวล

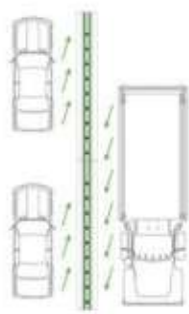
พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานก๊าซชีวภาพ พลังงานลม และ พลังงานน้ำขนาดเล็ก[6] อย่างไรก็ตามพลังงานทดแทนยังมีข้อจำกัดในเรื่องของกระบวนการผลิตที่มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลจำเป็นต้องจัดหาวัตถุดิบจำนวนมากเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และจำเป็นต้องมีการควบคุมกากชีวมวลเพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสภาวะแวดล้อม พลังงานแสงอาทิตย์ ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความคงที่และความต่อเนื่องของปริมาณแสงแดดที่ไม่แน่นอน ซึ่งเป็นผลจากหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิอากาศ ภูมิศาสตร์ เมฆหมอก และ ฝุ่นละออง เป็นต้น อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในด้านการเก็บเกี่ยวพลังงานที่สามารถทำได้เฉพาะเวลากลางวันที่มีแสง ในส่วนของพลังงานน้ำประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำน้อยมาก มีสัดส่วนเพียง 5-6% เท่านั้นประเทศไทยไม่สามารถสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ได้ และมีความจำเป็นจะต้องสร้างอยู่ในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนส่วนมากจะมีการรับซื้อพลังงานน้ำจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ลาว ซึ่งมีกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึงหมื่นเมกะวัตต์ [7-8]

พลังงานลมเป็นรูปแบบพลังงานอย่างหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งข้อดีของพลังงานลมที่ดีกว่าพลังงานทดแทนชนิดอื่นๆ คือ พลังงานลมไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน หรือควบคุมกากเชื้อเพลิง ซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาวะแวดล้อมเหมือนกับพลังงานชีวมวล นอกจากนั้นพลังงานลมยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทั้งกลางวันและกลางคืน เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่มากเมื่อเทียบกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม พลังงานลมในประเทศไทย มีอัตราความเร็วลมเฉลี่ย 5-6 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 50 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นอัตราเร็วลมที่ต่ำเมื่อเทียบกับอัตราเร็วลมในยุโรปที่มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 12-15 เมตรต่อวินาที [9-10]

นอกจากจะมีลมที่เกิดขึ้นได้จากธรรมชาติแล้ว ยังมีลมอีกชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นได้โดยมนุษย์หรือผลงานจากมนุษย์ เช่น ลมที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น พัดลมชนิดต่างๆ หรือ การเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เป็นต้น [11] ลมลักษณะดังกล่าว มีความพิเศษคือ เป็นลมที่สามารถระบุแหล่งต้นกำเนิดของลมได้และสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในแหล่งที่ไม่มี

ลมธรรมชาติ ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาลักษณะนี้ โดยเฉพาะลมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ทั้งนี้เพื่อเป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมชนิดนี้

การนำลมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า จะต้องใช้กังหันลมที่มีความเหมาะสมและการติดตั้งควรคำนึงถึงบริเวณที่มีโอกาสเกิดลมได้มากที่สุด [13] ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาลักษณะลมที่เกิดขึ้นบริเวณเกาะกลางถนนหรือถนนที่รถวิ่งสวนทางกัน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดลมมากที่สุดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะการเกิดลมสวนทางบริเวณเกาะกลางถนน[14]

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะลมที่เกิดขึ้นบริเวณเกาะกลางถนนหรือกึ่งกลางถนน หากใช้ทำการติดตั้งกังหันลมในบริเวณนี้ จะต้องมีการเลือกใช้กังหันลมที่สามารถรับลมที่มีลักษณะปั่นป่วน (Turbulence) ลมชั่วขณะ (Impulse) และไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous) ได้เป็นอย่างดีและรองรับการรับลมในหลายทิศทาง นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงการทำงานของกังหันลมเมื่อมีการรับลมสวนทาง เนื่องจากว่าลักษณะลมสวนทางนี้เป็นลมที่มีการเคลื่อนที่เข้าสู่กังหันลมพร้อมกันสองทิศทาง ซึ่งจะต่างจากลมที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติที่มีการเคลื่อนที่เข้าสู่กังหันลมเพียงทิศทางเดียวจึงมีความจำเป็นต้องออกแบบกังหันลมให้มีลักษณะที่เหมาะสมซึ่งผู้วิจัยได้นำประเด็นปัญหานี้มาออกแบบกังหันลมที่มีความเหมาะสมกับลมที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแบบสวนทางกัน โดยจะทำการศึกษาพฤติกรรมการผลิตพลังงานไฟฟ้าของกังหันลมที่ได้จากการออกแบบ เมื่อมีการรับลมสวนทางเปรียบเทียบกับกรับลมทิศทางเดียว และพฤติกรรมการผลิตพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการรับลมในลักษณะเสมือนลมที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

จากการสำรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในปี 2552 วิรัช และคณะ [12] ได้มีการออกแบบและสร้างกังหันลมแบบแรงผสม โดยอาศัยลมจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและลมจากธรรมชาติเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า ได้ประสิทธิภาพของกังหันลมสูงสุดที่ 20.4% อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังเป็นการรับลมในทิศทางเดียวปี 2554 R Sathyanarayanan [15] ได้สร้างโมเดลกังหันลมแกนตั้งแบบแรงผสม สำหรับติดตั้งบริเวณเกาะกลางถนนใช้พัดลมเป็นแหล่งกำเนิดลม สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เพียง 1-1.2 โวลต์เท่านั้นต่อมาในปี 2555 N. H. Mahmoud [16] ได้ทำการศึกษาและทดลองปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของกังหันลมซาโวเนียสด้วยจำนวนใบพัด 2 3 และ 4 ใบ พบว่ากังหันลมแบบ 2 ใบพัด ให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงสุดที่ 0.08 ในปี 2556 A Zarkesh [13] ได้นำเสนอแนวคิดในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมที่ฝังในบล็อกรถคอนกรีตวางบนเกาะกลางถนน 4 ช่องทางที่มีรถวิ่งสวนทางกัน A Zarkesh พบว่า จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 100 วัตต์ต่อบล็อกรถคอนกรีต 2 เมตร อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการจัดสร้างกังหันจริง เป็นเพียงการทดลองและวิเคราะห์ผลเท่านั้นและงานวิจัยของ B D Altan และ M Atilgan [17] พบว่า หากเพิ่มช่องบังคับทิศทางลมให้กังหันลมซาโวเนียส กังหันลมจะมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.38

จากการศึกษาเบื้องต้น กังหันลมที่มีความเหมาะสมสำหรับรับลมสวนทาง สรุปได้ว่า กังหันลมซาโวเนียส มีความเหมาะสมเนื่องจาก ทำงานได้ดีที่ความเร็วลมต่ำ มีแรงบิดเริ่มต้นที่ดี มีการออกแบบและสร้างได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถเริ่มหมุนได้ด้วยตัวเองและหากมีการใช้ช่องลมในการเพิ่มประสิทธิภาพก็ยิ่งน่าสนใจ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ B Altan และ M Atilgan [21] เป็นการศึกษาในส่วนของการรับลมเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษารูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลมสวนทาง ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าโดยละเอียดแล้วพบว่า ยังไม่มีผู้ศึกษาในส่วนนี้ จึงประสงค์ที่จะศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันลมซาโวเนียสแบบช่องลมคู่เพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยในอนาคตที่มีความเกี่ยวข้องกับการนำลมสวนทางกันนี้มาประยุกต์ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์

1) แหล่งกำเนิดลมสวนทางสำหรับงานวิจัยนี้จะใช้พัดลมตั้งพื้นจำนวน 2 เครื่อง (พัดลม A,B) เพื่อสร้างลมสวนทาง แต่ละเครื่องมีความสูงจากพื้น 130 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 40 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์

2) เครื่องวัดความเร็วลมเป็นเครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 3 เซนติเมตร แสดงหน่วยความเร็วเป็น เมตรต่อวินาที

3) ออสซิลโลสโคปใช้วัดสัญญาณและแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงที่ได้จากกังหันลมชาโวเนียสสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ และสรุปผลการทำงานของกังหันลมแกนตั้งชาโวเนียส

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างกังหันลมชาโวเนียสต้นแบบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร ใบพัดที่ทำจากสังกะสีหนา 0.35 มิลลิเมตร ช่องลมคู่แต่ละช่องลมมีความกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 53 เซนติเมตร และสูง 32 เซนติเมตร แกนของกังหันเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 28 วัตต์ 140 โวลต์แสดงดังรูปที่ 2



(ก)



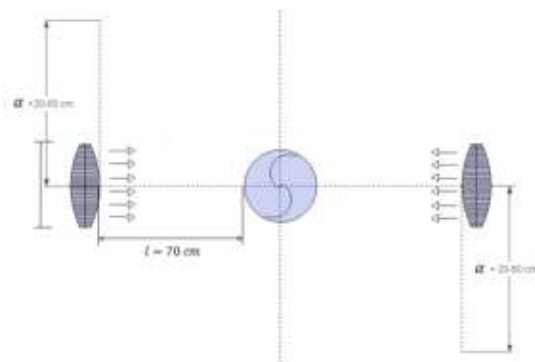
(ข)

รูปที่ 2 ลักษณะของกังหันลมต้นแบบ (ก) เมื่อไม่ติดตั้งช่องลม (ข) เมื่อติดตั้งช่องลมคู่

วิธีการทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 โครงสร้างการทดลองดังต่อไปนี้

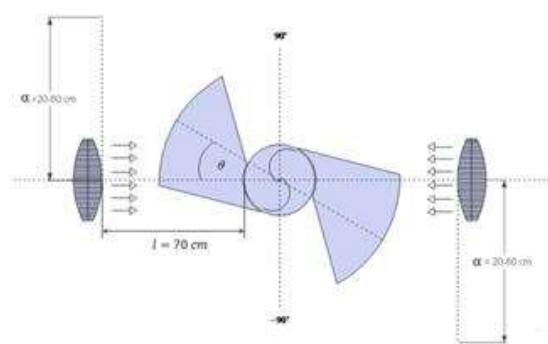
โครงสร้างการทดลองที่ 1 การทดลองหาดำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมและมุมของช่องลมที่ให้แรงดันสูงสุด แบ่งออกเป็น 5 การทดลอง ดังต่อไปนี้

1) การทดลองการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมสวนทาง เป็นการทดลองการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมสวนทาง เมื่อกังหันลมรับลมสวนทางตำแหน่งใดจะให้แรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด แบ่งเป็นตำแหน่ง 20-60 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะการทดลองการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมที่ 20 - 60 เซนติเมตร

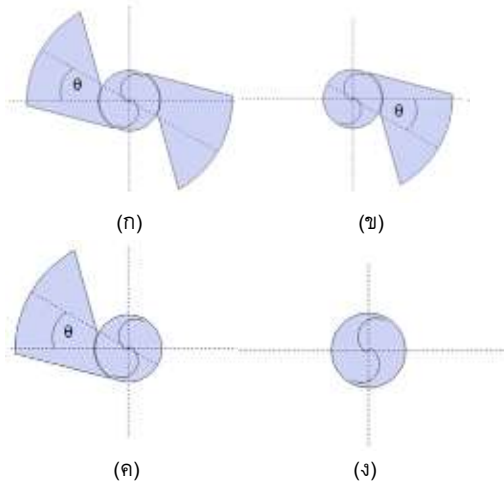
2) การทดลองรับลมสวนทางที่มีช่องลมคู่ที่ตำแหน่งองศาต่างๆ จากการทดลองที่ 1) เมื่อทราบตำแหน่ง ในตำแหน่งที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด จะใช้ตำแหน่งนั้นเป็นหลัก จากนั้นทำการทดลองติดตั้งช่องลมคู่ให้กับกังหันลม และทำการทดลองรับลมสวนทาง โดยเปลี่ยนมุมของช่องลมคู่ไปที่มุม 90 ถึง -90 องศา แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะการทดลองรับลมสวนทางที่มีช่องลมคู่มุม 90 ถึง -90 องศา

3) การทดลองรับลมสวนทางที่มีช่องลมคู่ ในตำแหน่งองศาที่เหมาะสม และมีการเปลี่ยนตำแหน่งแหล่งกำเนิดลมสวนทาง 20-60 เซนติเมตร เป็นการนำมุมของช่องลมคู่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดมายึดเป็นมุมหลัก และเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมสวนทางที่ตำแหน่ง 20-60 เซนติเมตรเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1)

4) การทดลองความสามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมซาโวเนียส 4 แบบหลัก แบ่งเป็น กังหันลมซาโวเนียสที่มีช่องลมคู่ช่องลมเดี่ยว ขวา ช่องลมเดี่ยวซ้าย และไม่มีช่องลม ซึ่งจะนำผลการทดลองที่ 1) และ 2) มายึดเป็นตำแหน่งหลัก โดยจะทำการทดลองรับลมสวนทาง รับลมฝั่งขวา และรับลมฝั่งซ้าย ลักษณะของกังหันลมแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 (ก) กังหันลมที่มีช่องลมคู่ (ข) กังหันลมช่องลมเดี่ยวขวา (ค) กังหันลมช่องลมเดี่ยวซ้าย (ง) กังหันลมไม่มีช่องลม

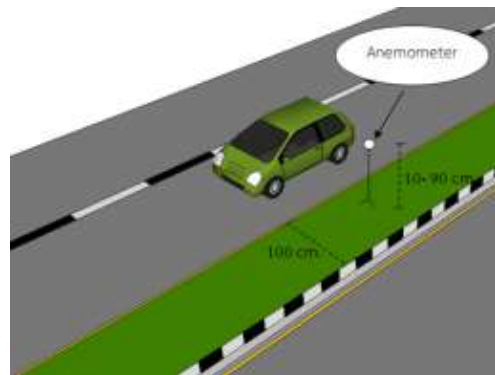
5) การวัดคุณภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากกังหันลมซาโวเนียสแบบช่องลมคู่ เปรียบเทียบกับกังหันลมช่องลมเดี่ยวขวา ช่องลมเดี่ยวซ้าย และไม่มีช่องลม เมื่อมีการรับลมสวนทาง รับลมฝั่งขวา และรับลมฝั่งซ้าย โดยจะใช้ระลอกคลื่น (Ripple) ในการพิจารณาถึงคุณภาพของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตามสมการที่ 1

$$\%R = \frac{\Delta V}{V_{DC}} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ ΔV ระลอกคลื่นแรงดันไฟฟ้า
 V_{DC} แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเฉลี่ย

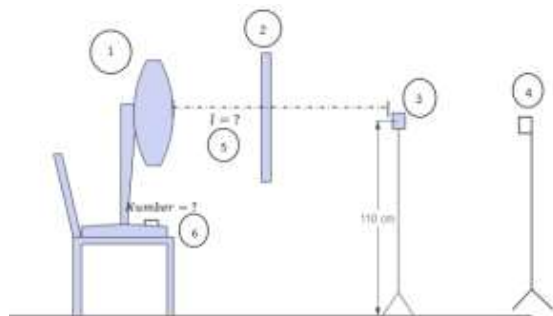
โครงสร้างการทดลองที่ 2 การเก็บลักษณะลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะและการจำลองลมชั่วขณะโดยใช้พัดลมแบ่งลักษณะการเก็บผลการทดลองออกเป็น 2 การทดลองดังต่อไปนี้

1) การเก็บลักษณะความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะจำลองลักษณะความกว้างของเกาะกลางถนนที่ 100 เซนติเมตร ติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมบริเวณเกาะกลางถนน เก็บลักษณะลมชั่วขณะที่ระดับความสูง 10-90 เซนติเมตร ยานพาหนะที่ใช้ทดลองคือ Benz รุ่น E220 ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่อยู่ระหว่าง 90-100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงลักษณะการเก็บผลการทดลองตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 การเก็บลักษณะความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะ

2) การจำลองลักษณะลมชั่วขณะโดยใช้พัดลมจะทำการจำลองลักษณะลมชั่วขณะโดยใช้พัดลมให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลมที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด ลักษณะการเก็บผลการทดลองตามรูปที่ 7 โดยมีคำบรรยายประกอบในตารางที่ 1



รูปที่ 7 วิธีการจำลองลมชั่วขณะโดยใช้พัดลม

ตารางที่ 1 คำอธิบายประกอบรูปที่ 7

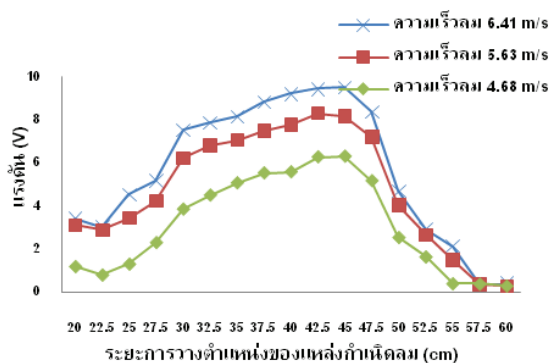
วิธีการจำลองลมชั่วขณะโดยใช้พัดลม	
หมายเลข 1 แหล่งกำเนิดลม	ทำหน้าที่กำเนิดลม
หมายเลข 2 แผ่นฉากบังลม	ทำหน้าที่เปิดปิดเพื่อจำลองเป็นลักษณะลมชั่วขณะตามเวลาที่กำหนด
หมายเลข 3 เครื่องวัดความเร็วลม	ทำหน้าที่วัดความเร็วลมชั่วขณะ
หมายเลข 4 กล้องบันทึกวีดิโอ	ทำหน้าที่บันทึกวีดิโอที่หน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดความเร็วลม เพื่อบันทึกผลการทดลองความเร็วลมเทียบกับเวลา
หมายเลข 5 ระยะห่างระหว่างพัดลมกับเครื่องวัดความเร็วลม	ตำแหน่งของพัดลมจะถูกเลื่อนห่างออกจากเครื่องวัดความเร็วลมเรื่อยๆ เพื่อให้หาตำแหน่งที่ให้ลักษณะลมชั่วขณะใกล้เคียงกับลมที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด
หมายเลข 6 ระดับความเร็วลมของพัดลม (4.86, 5.63 และ 6.41 เมตรต่อวินาที)	สำหรับพัดลม A และ B จะสามารถปรับระดับความเร็วลมได้ 3 ระดับ ดังนั้นจะต้องปรับระดับความเร็วลมให้เหมาะสม เพื่อหาระดับความเร็วลมที่ให้ลักษณะลมชั่วขณะใกล้เคียงกับลมที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด

โครงสร้างการทดลองที่ 3 การศึกษาลักษณะสัญญาณแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะและการผลิตกำลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากกังหันลมชาโวนีเยสที่มีช่องลมคู่ ช่องลมเดี่ยวชาโวนีเยส และไม่มีช่องลมเมื่อมีการรับลมชั่วขณะเสมือนลมที่เกิดขึ้นจริงโดยการจำลองขึ้นจากพัดลม

3. ผลการวิจัย

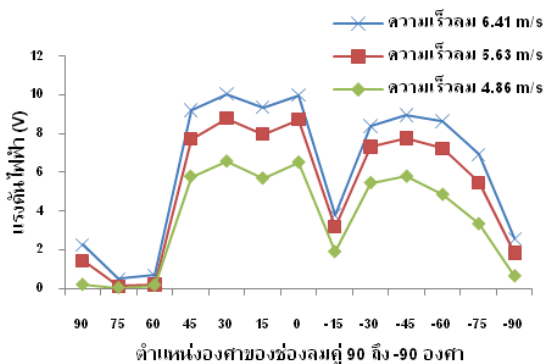
ผลโครงสร้างการทดลองที่ 1

1) ผลการทดลองวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมสวนทางจากรูปที่ 8 กังหันลมชาโวนีเยสสามารถรับลมสวนทางได้ดีที่สุดที่ตำแหน่ง 45 เซนติเมตร สามารถผลิตแรงดันได้สูงสุดอยู่ในช่วง 6.332 – 9.516 โวลต์ ที่ความเร็วลม 4.68 - 6.41 เมตรต่อวินาที หลังจากตำแหน่ง 45 แรงดันจะค่อยๆ ลดลงเนื่องจาก เนื่องจากพื้นที่รับลมของใบกังหันจะสามารถรับลมได้น้อย เมื่อมีระยะห่างระหว่างกระแสลมสวนทางกับกังหันลมเพิ่มขึ้น



รูปที่ 8 ผลการทดลองการวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมสวนทาง

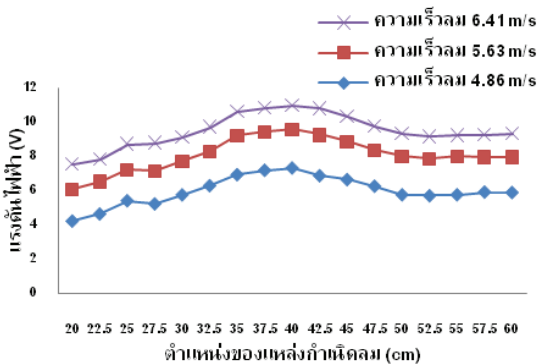
2) ผลการทดลองรับลมสวนทางที่มีช่องลมคู่ในตำแหน่งองศาที่ให้แรงดันสูงสุด ณ ตำแหน่ง 45 เซนติเมตร จากรูปที่ 9 เมื่อติดตั้งช่องลมคู่ที่มุม 30 องศา กังหันลมชาโวนีเยสสามารถผลิตแรงดันได้สูงสุด 6.594 - 10.054 โวลต์ ที่ความเร็วลม 4.68 - 6.41 เมตรต่อวินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงมุม -15 องศา ถึง -90 องศา จะเป็นช่วงที่ช่องลมคู่ไม่รับกระแสลมโดยตรง เนื่องจากตำแหน่งรับลมของช่องลมคู่หมุนหนีทิศทางลมทำให้ได้สามารถรับลมได้ลดลง แต่กังหันลมยังสามารถรับลมได้ เนื่องจากยังมีพื้นที่รับลมอื่นๆ ที่สามารถรับลมได้นอกจากพื้นที่รับลมที่ได้จากการติดตั้งช่องลมคู่



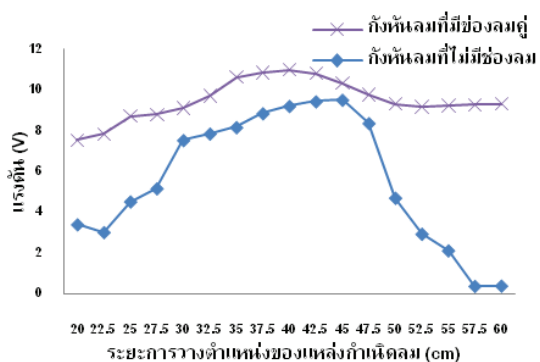
รูปที่ 9 ผลการทดลองรับลมสวนทางที่ตำแหน่งองศา 90 ถึง -90 องศา

3) ผลการทดลองเปลี่ยนตำแหน่งแหล่งกำเนิดลมสวนทาง 20-60 เซนติเมตร ณ ตำแหน่งมุมช่องลม 30 องศา จากรูปที่ 10 ที่ตำแหน่ง 40 เซนติเมตร กังหันลมชาโวนีเยสสามารถผลิตแรงดันได้สูงสุดในช่วง 7.31 -

10.98 โวลต์ ที่ความเร็วลม 4.68 – 6.41 เมตรต่อวินาที จากนั้นนำผลการทดลองเปรียบเทียบกับกังหันลมที่ไม่ติดตั้งช่องลม แสดงดังรูปที่ 11 กังหันลมชาโวเนียสที่มีช่องลมคู่ ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นเฉลี่ย 45-68% ทุกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดลมเมื่อเทียบกับกังหันลมชาโวเนียสที่ไม่มีช่องลม เหตุผลเนื่องจากกระแสลมที่ไหลเข้าช่องลมคู่มีพื้นที่หน้าตัดกว้างกว่าและไหลออกสู่ช่องทางที่แคบลงจึงทำให้กระแสลมที่ไหลออกมีความเร็วลมที่สูงขึ้น ส่งผลทำให้กังหันลมชาโวเนียสหมุนเร็วขึ้น อีกทั้งจะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่ง 45-60 เซนติเมตร ช่องลมคู่สามารถผลิตแรงดันได้เพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดลมสวนทางกับกังหันลมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากลักษณะของช่องลมที่ออกแบบมีส่วนช่วยให้กังหันลมมีโอกาสรับลมดีขึ้น



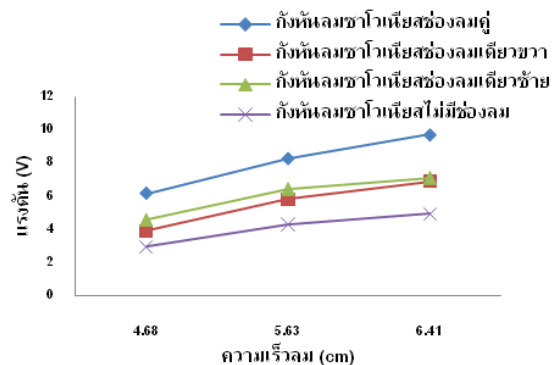
รูปที่ 10 ผลการทดลองการผลิตแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่ง 20-60 เซนติเมตร ณ มุมช่องลม 30 องศา



รูปที่ 11 เปรียบเทียบกังหันลมชาโวเนียสที่มีช่องลมคู่ กับกังหันลมชาโวเนียสที่ไม่มีช่องลม ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที

4) ผลการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบหลัก

รูปที่ 12 กังหันลมชาโวเนียสช่องลมคู่ ช่องลมเดี่ยวชาโวเนียส และไม่มีช่องลม เมื่อรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้าย สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดเฉลี่ย 6.15 - 9.71 , 3.89 - 6.88, 4.58 - 7.08, และ 2.93 - 4.91 โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งกังหันลมชาโวเนียสช่องลมคู่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดคิดเป็น 54.61% เทียบกับกังหันลมแบบอื่นๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อกังหันลมที่มีช่องลมคู่รับลมลักษณะต่างๆ จะสามารถผลิตแรงได้มากกว่ากังหันลมแบบอื่นๆ เนื่องจากช่องลมคู่นั้นจะบังคับทิศทางลมให้ไหลเข้าสู่ใบด้านขวาของกังหันลมชาโวเนียส เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงแรงต้านการหมุนที่เกิดจากใบด้านหน้าเนื่องจากลมสวนทาง [17] ซึ่งจะช่วยให้กังหันลมทำงานได้ดีขึ้นเมื่อมีการรับลมสวนทาง



รูปที่ 12 เปรียบเทียบการผลิตแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบหลัก เมื่อมีการรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้าย

5) ผลการวัดคุณภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบหลักเมื่อมีการรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้ายแสดงดังตารางที่ 2

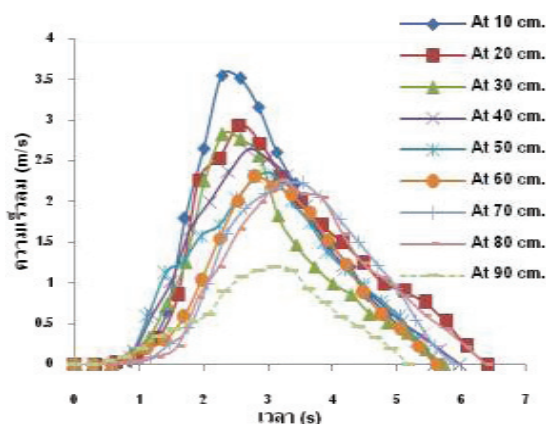
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณภาพแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบหลักเมื่อมีการรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้ายที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที

กังหันลม 4 แบบหลัก	ระลอกคลื่น
กังหันลมชาโวเนียสช่องลมคู่	0.126 (1.32%)
กังหันลมชาโวเนียสช่องลมเดี่ยวชาโวเนียส	0.254 (3.75%)
กังหันลมชาโวเนียสช่องลมเดี่ยวซ้าย	0.257 (3.53%)
กังหันลมชาโวเนียสไม่มีช่องลม	0.369 (7.02%)

จากตารางที่ 2 กังหันลมชาโวเนียสของลมคู่ให้คุณภาพสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในส่วนของการมีระลอกคลื่นดีที่สุด 0.126 (1.32%) ซึ่งต่ำกว่ากังหันแบบอื่นๆ เหตุนี้เนื่องจากว่าช่องลมคู่จะช่วยลดแรงต้านการหมุนที่เกิดจากกระแสลมไหลเข้าสู่ใบด้านหน้าของกังหันลม [17] ซึ่งจะทำให้กังหันลมมีความเร็วรอบที่สม่ำเสมอส่งผลต่อลักษณะของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความคงที่มากขึ้นและมีค่าระลอกคลื่นที่ต่ำ

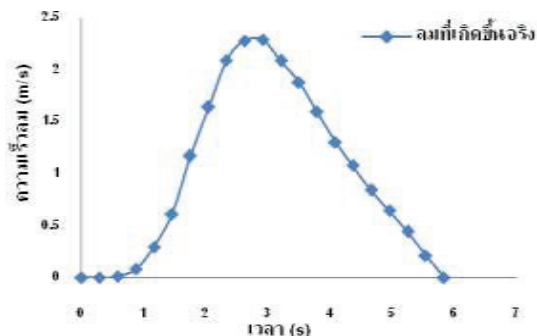
ผลโครงสร้างการทดลองที่ 2

1) ผลการเก็บลักษณะความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะ



รูปที่ 13 ผลการเก็บลักษณะความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะที่ระดับความสูง 10-90 เซนติเมตร

จากรูปที่ 13 จะเห็นว่าลักษณะของลมชั่วขณะที่เกิดจากการเคลื่อนที่จากยานพาหนะนั้น จะมีช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะเฉลี่ยที่ระดับ 10 - 90 เซนติเมตร ประมาณ 5 - 6 วินาที และที่ระดับ 10 เซนติเมตร ให้ความเร็วลมสูงสุด 3.55 เมตรต่อวินาที ที่เวลา 2.30 วินาที และมีช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะ 5.69 วินาที เมื่อได้ข้อมูลนี้แล้วผู้วิจัยจึงได้เฉลี่ยรวมลักษณะของความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะที่ระดับความสูง 10 - 90 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 14

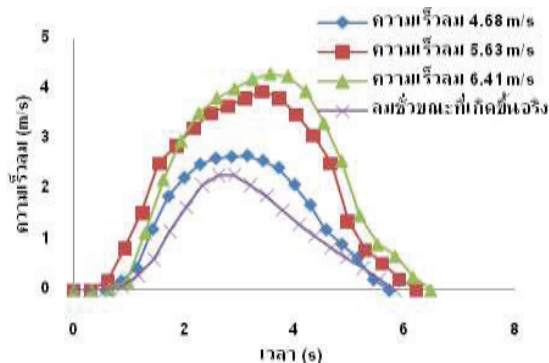


รูปที่ 14 ลักษณะของความเร็วลมชั่วขณะที่เกิดจากยานพาหนะเฉลี่ยรวมระดับความสูง 10 - 90 เซนติเมตร

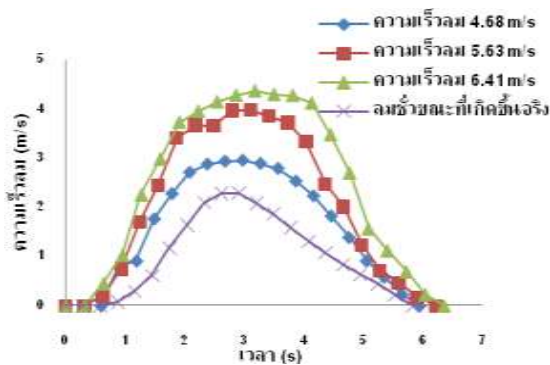
จากรูปที่ 14 เมื่อเฉลี่ยลักษณะของความเร็วลมชั่วขณะที่ระดับความสูง 10 - 90 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะจะอยู่ในช่วง 5.82 วินาที และความเร็วลมชั่วขณะสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.28 เมตรต่อวินาที ที่เวลา 2.91 วินาที ดังนั้นจากรูปที่ 14 ลักษณะการเกิดลมชั่วขณะที่เกิดขึ้นจริงนี้ จะถูกนำมาจำลองขึ้นโดยใช้พัลลัม

2) ผลการจำลองลักษณะลมชั่วขณะโดยใช้พัลลัม

จากผลการจำลองลม รูปที่ 15 และ 16 พัลลัม A และ B จำลองเป็นลักษณะลมฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ที่ความเร็วลม 4.68 เมตรต่อวินาที มีค่าใกล้เคียงกับลักษณะลมชั่วขณะที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด มีช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะแตกต่างจากลมที่เกิดขึ้นจริงคิดเป็น 1.74% และ 2.23% ความเร็วลมแตกต่างจากลมที่เกิดขึ้นจริง 24% และ 35% ตามลำดับ

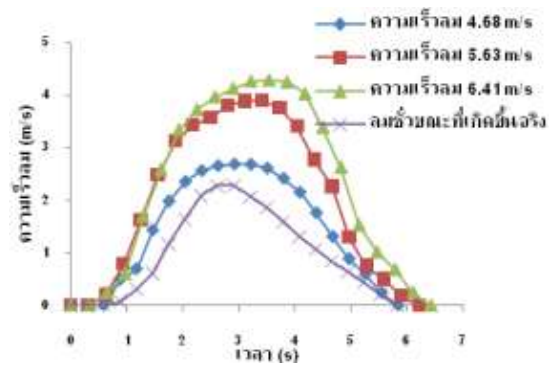


รูปที่ 15 ผลการจำลองลมชั่วขณะของพัลลัม A ที่ความเร็วลม 4.68, 5.63, และ 6.41 เมตรต่อวินาที ที่ระยะ l = 180 เซนติเมตร



รูปที่ 16 ผลการจำลองลมชั่วขณะของพัดลม B ที่ความเร็วลม 4.68, 5.63, และ 6.41 เมตรต่อวินาที ที่ระยะ $l = 180$ เซนติเมตร

เมื่อเฉลี่ยลักษณะลมที่เกิดขึ้นจากพัดลม A และ B เพื่อจำลองเป็นลักษณะลมสวนทาง แสดงดังรูปที่ 17 ที่ความเร็วลม 4.68 เมตรต่อวินาที มีค่าใกล้เคียงกับลักษณะลมที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด ช่วงระยะเวลาและความเร็วลมชั่วขณะแตกต่างจากลมที่เกิดขึ้นจริงคิดเป็น 0.34% และ 27% ตามลำดับ

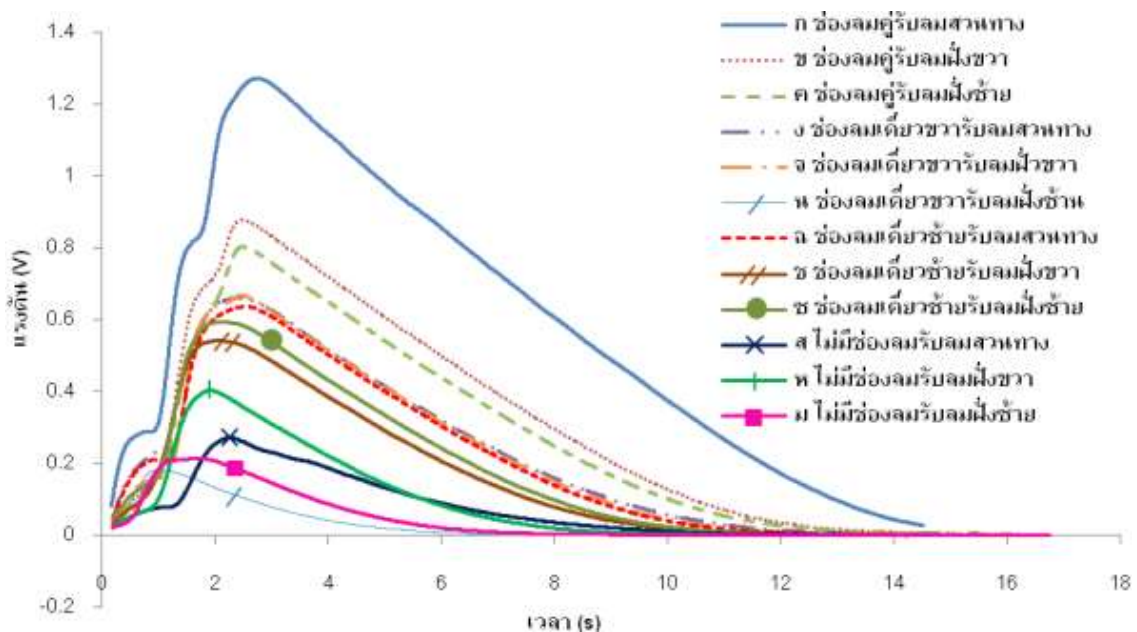


รูปที่ 17 ผลการจำลองลมชั่วขณะของพัดลม A และ B เฉลี่ยรวมที่ระดับความเร็วลม 4.68, 5.63, และ 6.41 เมตรต่อวินาที ที่ระยะ $l = 180$ เซนติเมตร

ผลโครงสร้างการทดลองที่ 3

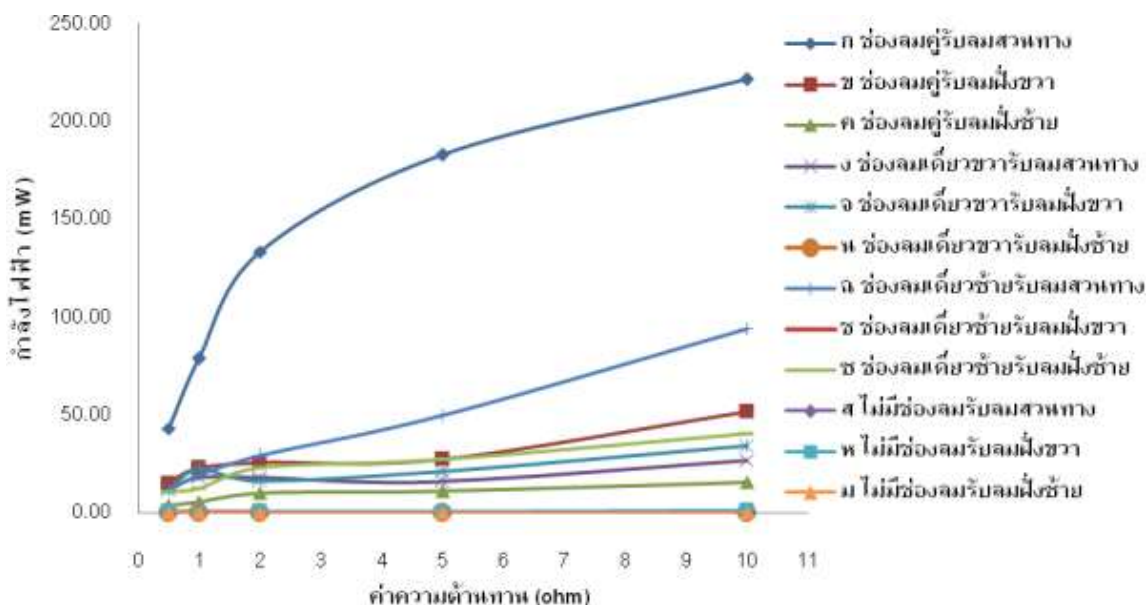
1) แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะของกังหันลมซาโคโนเนิส 4 แบบ

จากรูปที่ 18 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะของกังหันลมซาโคโนเนิส 4 แบบ 12 กรณี แต่ละแบบเมื่อมีการรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้าย ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที กังหันลมซาโคโนเนิสแบบ ก ช่องลมคู่รับลมสวนทาง สามารถผลิตแรงได้สูงสุด 1.30 โวลต์ ที่ระยะเวลา 2.61 วินาที มีช่วงระยะเวลาที่เกิดแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ 14.51 วินาที ผลิตแรงดันได้สูงกว่ากังหันลมซาโคโนเนิสแบบอื่นๆเฉลี่ยคิดเป็น 58.13%



รูปที่ 18 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะของกังหันลมซาโคโนเนิส 4 แบบ 12 กรณี ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที

2) กำลังไฟฟ้าชั่วขณะของกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบ 12 กรณี

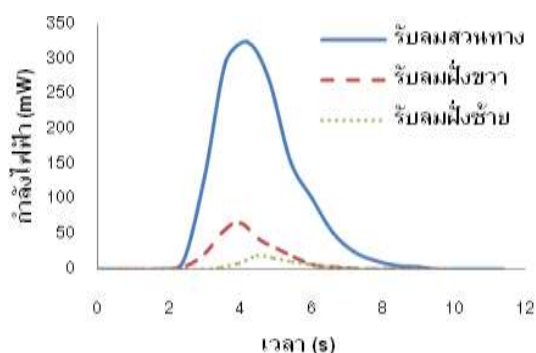


รูปที่ 19 ลักษณะกำลังไฟฟ้าของกังหันลมชาโวเนียส 4 แบบ 12 กรณี ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที

จากรูปที่ 19 ลักษณะกำลังไฟฟ้าของกังหันลมชาโวเนียสแบบเมื่อมีการรับลมสวนทาง ลมฝั่งขวา และลมฝั่งซ้าย ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที กังหันลมชาโวเนียสแบบ ก ช่องลมคู่รับลมสวนทาง สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้มากกว่ากังหันลมชาโวเนียสแบบอื่นๆ อยู่ในช่วง 43.02 - 221.28 มิลลิวัตต์ ที่ค่าความต้านทาน 0.5 - 10 โอห์ม ช่องลมคู่ช่วยให้กังหันลมผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการรับลมในลักษณะต่างๆ เนื่องจากกระแสลมที่ไหลเข้าเข้าสู่พื้นที่รับลมที่มีขนาดแตกต่างกันตามทฤษฎีการไหลภายในท่อทางออกที่มีขนาดเล็กลงเช่นเดียวกันกับรูปที่ 18

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองผลิตกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่ในแสดงในลักษณะกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ ดังรูปที่ 20 ลักษณะกำลังไฟฟ้าชั่วขณะของกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่เมื่อมีการรับชั่วขณะ ที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด 324 มิลลิวัตต์ ที่ระยะเวลา 4.19 วินาที มากกว่ากรณีที่รับลมฝั่งขวาและฝั่งซ้ายเฉลี่ยอยู่ที่ 84% ที่สามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเพียง 66.56 และ 19.13 มิลลิวัตต์ ที่ระยะเวลา 4.00 และ 4.46

วินาที จากรูปแสดงให้เห็นว่ากังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่เมื่อมีการรับลมสวนทางสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเนื่องจากการรับลมสองทิศทางจึงทำให้ได้กำลังลมมากกว่าการรับลมทิศทางเดียวฝั่งซ้ายและฝั่งขวา



รูปที่ 20 ลักษณะกำลังไฟฟ้าชั่วขณะที่ได้จากกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่ เมื่อมีการรับลมชั่วขณะที่ความเร็วลม 6.41 เมตรต่อวินาที

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการผลิตกำลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่ เมื่อมีการรับลมสวนทางที่เกิดขึ้นจากการจำลองโดยใช้พัดลม ผลการทดลองพบว่ากังหันลมชาโวเนียสที่นำเสนอ มีความสามารถในการรับลมในลักษณะลมสวนทางที่มีระยะห่างจากตัวกังหันได้ดีที่สุดที่ตำแหน่ง 45 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ 6.332 – 9.516 โวลต์ และเมื่อติดตั้งช่องลมคู่ผลการทดลองพบว่าที่มุม 30 องศา เป็นตำแหน่งที่กังหันสามารถผลิตแรงดันได้สูงสุด 7.31 – 10.98 โวลต์ ที่ความเร็วลม 4.68 – 6.41 เมตรต่อวินาที ผลิตแรงดันเพิ่มขึ้น 5.65% เมื่อเทียบกับแบบไม่ติดตั้งช่องลม เนื่องจากกระแสลมที่ไหลเข้าช่องลมคู่มีพื้นที่หน้าตัดกว้างกว่าและไหลออกสู่ช่องทางที่แคบลง จึงทำให้กระแสลมที่ไหลออกมีความเร็วลมที่สูงขึ้นเคลื่อนที่เข้าปะทะใบกังหัน และจากการทดลองพบว่าช่องลมคู่ยังสามารถช่วยให้กังหันลมรับกระแสลมที่มีระยะห่างจากตัวกังหันได้ดีขึ้นในตำแหน่งตำแหน่ง 45 - 60 เซนติเมตร ผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นเฉลี่ย 45-68% เนื่องจากลักษณะของช่องลมที่ออกแบบมีพื้นที่รับลมมากกว่าพื้นที่รับลมของกังหันลมชาโวเนียสจึงทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการรับลมได้มากขึ้น อีกทั้งช่องลมคู่ยังให้คุณภาพสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยมีระลอกคลื่นดีที่สุด 1.32% ซึ่งต่ำกว่ากังหันแบบอื่นๆ เนื่องจากว่าช่องลมคู่จะช่วยลดแรงต้านการหมุนที่เกิดจากกระแสลมไหลเข้าสู่ใบกังหันของกังหันลม ซึ่งจะทำให้กังหันลมมีความเร็วรอบที่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อลักษณะของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความคงที่มากขึ้นและมีค่าระลอกคลื่นที่ต่ำ

ลักษณะลมชั่วขณะที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจริง ที่ความเร็ว 90 – 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เก็บข้อมูลลมชั่วขณะที่ระดับความสูง 10-90 เซนติเมตรพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วจะมีช่วงระยะเวลาที่เกิดลมชั่วขณะ 5.82 วินาที ความเร็วลมชั่วขณะสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.28 เมตรต่อวินาที ที่เวลา 2.91 วินาที และเมื่อได้ทำการจำลองลักษณะลมชั่วขณะโดยใช้พัดลม 2 ชุดพบว่า ระดับความเร็วลมของพัดลม 4.68 เมตรต่อวินาที ให้ลักษณะลมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะลมชั่วขณะ

ที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุดโดยมีความคาบเคลื่อนระยะเวลาเกิดลมและความเร็วลมเพียง 1.74 - 2.33% และ 2.4 - 3.5%

เมื่อนำลักษณะลมที่จำลองขึ้นมาทดลองผลิตกำลังไฟฟ้าจากกังหันลมชาโวเนียสแบบช่องลมคู่พบว่า เมื่อมีการรับลมสวนทางที่ความเร็วลมชั่วขณะ 6.41 เมตรต่อวินาที สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าชั่วขณะได้มากกว่าการรับลมฝั่งซ้ายและฝั่งขวาเฉลี่ย 84% โดยผลิตกำลังไฟฟ้าชั่วขณะสูงสุดเฉลี่ย 324 มิลลิวัตต์ เนื่องจากการรับลมสวนทางเป็นการรับลมสองทิศทางจึงทำให้ได้กำลังลมมากกว่าการรับลมทิศทางเดียวฝั่งซ้ายและฝั่งขวา

4.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยนี้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและอาจจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการนำไปพัฒนาต่อยอด เป็นการนำลมในลักษณะที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

(1) ควรจะมีการทดสอบกับกังหันลมแกนตั้งชนิดอื่นๆ เช่นกังหันลมแบบ Darrieus, Savonius&Darrieus และ Horizontal wind turbine เพื่อหากังหันลมที่ทำงานได้ดีกับลักษณะลมชั่วขณะ

(2) ควรจะมีการจำลองลมที่ได้จากยานพาหนะชนิดต่างๆ เช่น รถกระบะ รถบรรทุก เป็นต้น เพื่อการออกแบบกังหันลมให้เหมาะสมที่สุดสำหรับลมที่เกิดจากยานพาหนะทุกชนิด

(3) วัสดุที่ใช้ในการสร้างกังหันลมควรจะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะลมชั่วขณะ

(4) ควรจะมีการพัฒนากังหันลมชาโวเนียสให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าและมีการรักษาช่วงเวลาการหมุนของให้เหมาะสมกับลมชั่วขณะมากที่สุด

(5) ควรจะมีการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าเมื่อมีการรับลมชั่วขณะเพื่อให้สามารถนำพลังงานไปใช้ได้จริง

(6) กังหันลมชาโวเนียสยังให้ประสิทธิภาพต่ำสำหรับการรับลมในลักษณะลมชั่วขณะ ควรมีการคิดค้นพัฒนา ออกแบบ และสร้างกังหันลมที่สามารถทำงานได้ดีกับลักษณะลมเช่นนี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยรังสีอาทิตย์และแหล่งพลังงาน
สำหรับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่ได้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการสร้างกังหัน
ลมต้นแบบ เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฐรี สิริสุนทร. 2551. การปฏิรูปภาคการไฟฟ้าของไทย. บทวิเคราะห์และความท้าทายในอนาคต.
- [2] ภัทรภรณ์ หิรัญวงศ์. 2558. อนาคตพลังงานไฟฟ้าไทยพอเพียงแต่เสี่ยงภัย. สายนโยบายการเงินธนาคารแห่งประเทศไทย. 30 มิถุนายน 2558. หน้า 2-8.
- [3] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. [อินเทอร์เน็ต]. 2558. สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าในระบบของ กฟผ. ปี 2558. [เข้าถึงเมื่อ 1 สิงหาคม 2558] เข้าถึงได้จาก http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=579&Itemid=116.2.
- [4] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. 2554. การใช้ไฟฟ้าและการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย.
- [5] เอ็กโก. [อินเทอร์เน็ต]. 2558. พลังงานแสงอาทิตย์อีกหนึ่งพลังขับเคลื่อนพลังงานทดแทนไทย. [เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558] เข้าถึงได้จาก http://www.egco.com/th/energy_knowledge_solar1.asp.
- [6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. [อินเทอร์เน็ต]. 2558. สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ปี 2558. [เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558] เข้าถึงได้จาก http://www4.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1841%3A2010-09-22-07-02-07&catid=128&lang=th.
- [7] ประเทศไทยกับการพัฒนาพลังงานทดแทนของ AEC. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558] เข้าถึงได้จาก <http://www.renewableenergy-asia.com/Articles/tabid/462/ID/284/-AEC.aspx>.
- [8] เอ็กโก. [อินเทอร์เน็ต]. 2558. พลังงานน้ำรู้. [เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558] เข้าถึงได้จาก http://www.egco.com/th/energy_knowledge.asp.2
- [9] มณฑาสินี หอมหวาน. 2555. พลังงานทดแทนพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับอนาคต.
- [10] นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานุวัฒน์. 2547. เทคโนโลยีพลังงานลม. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. หน้า 57-73.
- [11] พงษ์พันธ์ ฤกษ์ขุมทรัพย์ และ เพ็ญภัส ยิ้มเสมอจิต 2556. การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแรงดันต่ำด้วยกังหันลมแนวแกนตั้งขนาดกะทัดรัด. วารสารวิชาการปทุมวัน. หน้า 11 – 16.
- [12] วิรัชย์ โรยรินทร์ และคณะ. กังหันลมผลิตไฟฟ้าบนถนน. คณะวิศวกรรมศาสตร์สังกัดภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [13] A. Zarkesh and M. Heidari. 2013. Developing a new application for wind generators in highways. 2013 Fifth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, Jun 2013.
- [14] Voltair Vertical Turbine. [Internet]. 2015. [cited Jun 28 2015]. Available from: <http://www.tuvie.com/voltair-turbine-utilizes-wind-generated-electricity>.
- [15] R. Sathyanarayanan, S. Muthamizh, C. Giriramprasad, and K. T. Gopinath. 2011. Highway windmill. 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks, May 2011.
- [16] N. H. Mahmoud, A. A. El-Haroun, E. Wahba, and M. H. Nasef. 2012. An experimental study on improvement of Savonius rotor performance. Alexandria Engineering Journal. 2012; 51(1): 19-25.
- [17] B. D. Altan and M. Atilgan. 2010. The use of a curtain design to increase the performance level of a Savonius wind rotors. Renewable Energy. 2010; 35(4): 821-829. Apr 2010.