# การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมความเร็วต่ำเพื่อใช้ในบ้านสำหรับชุมชนไร้สายส่ง
# A Design of Electricity Generation System from Low Speed Wind Turbine for Household in Non-Grid Community

**ศรายุทธ วัยวุฒิ***
วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

## บทคัดย่อ

ได้ทำการออกแบบและสร้างกังหันลมเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับชุมชนไร้สายส่ง โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจความเร็วลมของประเทศไทย โดยออกแบบกังหันลมให้สามารถผลิตไฟฟ้าใช้ในบ้าน 1 หลัง ซึ่งต้องการกำลังไฟฟ้าประมาณ 320 วัตต์ นำกังหันลมที่สร้างขึ้นนี้ไปทดลองใช้บริเวณทุ่งทะเลแก้ว จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยใกล้เคียงกับความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย กังหันลมดังกล่าวสร้างจากวัสดุที่หาง่ายในชุมชนมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.4 เมตร ผลิตไฟฟ้าโดยให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ ประมาณ 14.3 วัตต์ที่ความเร็วลมประมาณ 2.9 เมตร/วินาที และชาร์จไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสู่แบตเตอรี โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างเองจากขดลวดและแม่เหล็กถาวร พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมในเวลา 1 วัน มีค่า 343.14 วัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเมื่อนำมาชาร์จแบตเตอรี่จะสามารถสำรองไฟฟ้าให้กับบ้านได้ประมาณ 1 ชั่วโมง

**คำสำคัญ:** กังหันลมความเร็วต่ำ ชุมชนขาดแคลนไฟฟ้า

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: sarayooth__v@yahoo.com

## Abstract

An electricity generation wind turbine was designed and fabricated for electricity generation and supply to a non-grid community house. The electricity of 320 W was consumed by a sample house that was the first requirement of the design. An experiment for collecting data was set up at Tung Talaygaew, Phitsanulok that there was nearly average wind speed to the average wind speed of Thailand. The wind turbine was made from available materials in the community with the diameter of 2.4 m, and generated the electricity around 14.3 W at wind speed of 2.9 m/s. A battery was charged by the wind turbine electric generator that made from simple electric coils and permanent magnets. The experimental result was found that the electricity wind turbine energy output in one day was about 343.14 Wh, and was charged to the battery for supply electricity to the house for 1h approximately.


**Keywords:** Low speed wind turbine, Non-grid community

## บทนำ

การผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมเป็นวิธีการที่ประหยัดไฟฟ้าอย่างหนึ่ง และยังเป็นการพัฒนาชุมชนในชนบทของประเทศที่ยังขาดแคลนไฟฟ้าเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากระบบสายส่ง การพึ่งพาตนเองโดยอาศัยพลังงานสะอาดจากธรรมชาติมาช่วยในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานในชุมชนเป็นการพัฒนาชุมชนอย่างหนึ่งเพื่อให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่สะดวกสบายและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่างซึ่งในปัจจุบันมีการสร้างและผลิตกังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าออกมาขายเป็นกังหันลมที่สร้างสำเร็จรูปซึ่งมีราคาแพงและอาจไม่เหมาะกับศักยภาพของลม การออกแบบกังหันลมและระบบผลิตไฟฟ้าจากข้อมูลที่มีอยู่จริงจึงเป็นวิธีการที่ถูกต้องในการนำพลังงานจากธรรมชาติที่มีมาใช้งานจริงได้อย่างเกิดผลตรงตามความต้องการ ข้อดีประการหนึ่งของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมโดยใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลม คือ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไม่มีการเผาไหม้ให้เกิดปัญหามลพิษด้านอากาศ นอกนั้นการผลิตกังหันลมยังสามารถสร้างได้เองโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีในท้องถิ่นบางส่วนทำให้สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมท้องถิ่นได้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายของประชาชนในชุมชนที่มีการใช้พลังงานลมในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ กังหันลมในอดีตที่ผ่านมาได้มีการนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น สีข้าว โม่แป้งและวิดน้ำ ซึ่งแนวความคิดในการสร้างกังหันลมดังกล่าวก็มีความคล้ายคลึงกับกังหันลมที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า จากการสำรวจข้อมูลของพลังงานลมในประเทศไทยพบว่าศักยภาพของความเร็วลมมีค่าต่ำ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศยกเว้นภาคใต้บางพื้นที่ มีศักยภาพลมในระดับ 1.1 - 1.3 ตามข้อมูลการสำรวจของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กรมพัฒนา

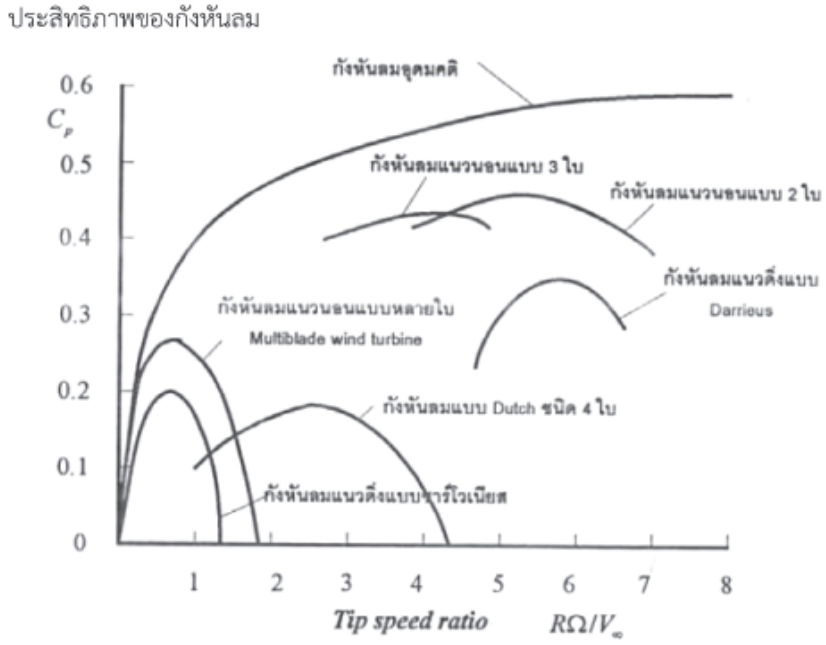
พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546) หมายถึงมีความเร็วลมเฉลี่ย 1-4 m/s เกือบทั้งประเทศยกเว้นภาคใต้ ทำให้การนำกังหันลมมาผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในชุมชนบางแห่งที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าจากกังหันลมจึงต้องมีการสำรวจความเร็วลมโดยเฉลี่ยอีกครั้งในช่วงระยะเวลาตลอดทั้งปีเพื่อให้ได้ข้อมูลในการสร้างกังหันลมที่สอดคล้องกับความเร็วลมที่สำรวจได้มากที่สุด

## วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและพัฒนากังหันลมความเร็วต่ำเพื่อใช้ในชุมชนไร้สายส่ง
2. ทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานของกังหันลมที่สร้างขึ้นเองเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าตามศักยภาพความเร็วลม

## หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

กังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถแบ่งออกตามการจัดวางแกนของใบพัดได้เป็น 2 รูปแบบ คือ กังหันลมแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine, HAWT) และกังหันลมแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine, VWAT) ทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน การพิจารณาเลือกแบบของกังหันลมที่เหมาะสมในการวิจัยนี้ คือ แบบที่มีประสิทธิภาพสูงเพราะศักยภาพของพลังงานลมโดยทั่วไปของประเทศไทยมีค่าต่ำ กังหันลมที่ใช้งานกันโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นกังหันลมแกนนอนแบบ 3 ใบ ซึ่งมีข้อดี คือ ค่าประสิทธิภาพของกังหันลมหรือสัมประสิทธิ์กำลังของกังหันลมจะมีค่ามากเมื่อเทียบกับกังหันลมแบบแกนตั้ง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่ผ่านกังหันลมด้วย ในการวิจัยนี้ได้เลือกกังหันลมแบบแกนนอนแบบ 3 ใบเนื่องจากเป็นกังหันลมที่มีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้งานในบริเวณที่มีลมความเร็วต่ำ ดังภาพที่ 1 (ไพรัช กิจวรวุธ และ หรรษา วัฒนานุกิจ, 2553)




**ภาพที่ 1** ประสิทธิภาพของกังหันลมชนิดต่างๆ เทียบกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ
(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, มปป)

ส่วนประกอบหลักของกังหันลมผลิตไฟฟ้ามี 3 ส่วนคือ ชุดใบพัดและแกนหมุน ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดเสากังหันลม

**1. ชุดใบพัดและแกนหมุนใบพัด**

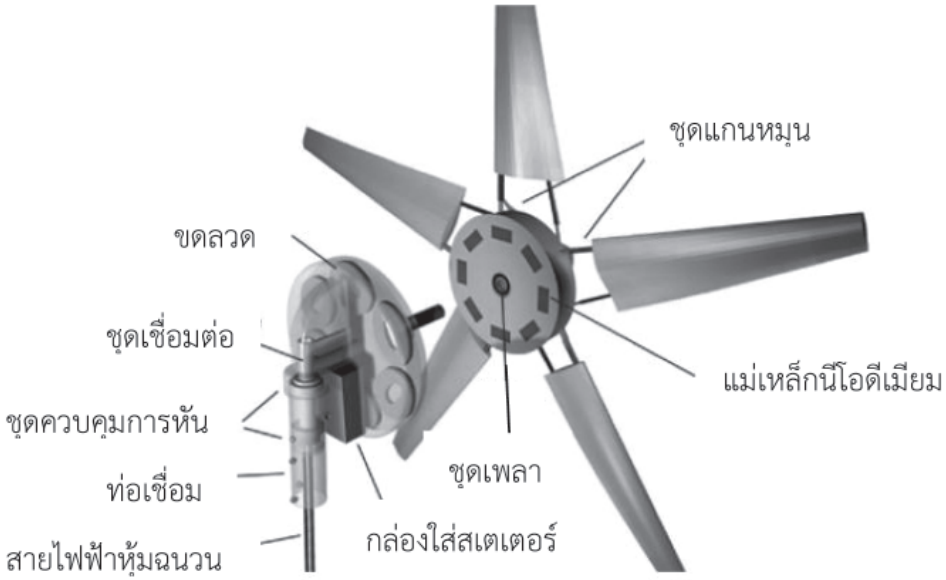
ใบพัดเป็นส่วนแรกของกังหันลมที่ทำหน้าที่รับแรงปะทะจากลมและเปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานจลน์ในรูปแบบของการหมุนเพื่อนำไปใช้ในการหมุนขดลวดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ตัดกับสนามแม่เหล็กโดยใช้แกนหมุนเป็นตัวถ่ายทอดพลังงานต่อจากใบกังหัน

**2. ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในที่นี้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างเองจากวัสดุหาง่าย คือ ขดลวดและแม่เหล็กที่มีขายในท้องตลาด การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้หลักการของฟาราเดย์ ที่กล่าวว่า เมื่อขดลวดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กจะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นซึ่งเป็นหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยทั่วไป

**3. ชุดเสากังหันลม**

ทำหน้าที่รับส่วนที่เป็นใบพัดและแกนหมุนใบพัดรวมทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นอกจากนี้อาจมีส่วนประกอบเพิ่มเติม เช่น แกนคอหมุนและหางเสือเพื่อให้กังหันลมหันเข้าหาลมตามทิศทางที่ลมพัดมาปะทะเพื่อให้สามารถรับพลังงานจากลมได้สูงสุด (อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ วัยวุฒิ, 2552) นอกจากนี้มีส่วนประกอบสำคัญคือชุดควบคุมการหันเพื่อหลบลมในกรณีที่ลมมีความเร็วมากกว่าที่กังหันจะรับได้ ดังภาพที่ 2




***ภาพที่ 2*** ชุดใบพัดและแกนหมุนใบพัดกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

## การเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานกล

การทำงานของกังหันลมเป็นการรับพลังงานจากกระแสลมที่พัดเข้าปะทะกับใบกังหันลม โดยพลังงานลมมีค่าตามสมการของพลังงานจลน์ซึ่งสามารถคำนวณหากำลังของลมได้ตามสมการ (JP-Lyons Novus Energy Partner, 2008)

$$P_a = \frac{1}{2}\rho A V_0^3 \qquad (1)$$

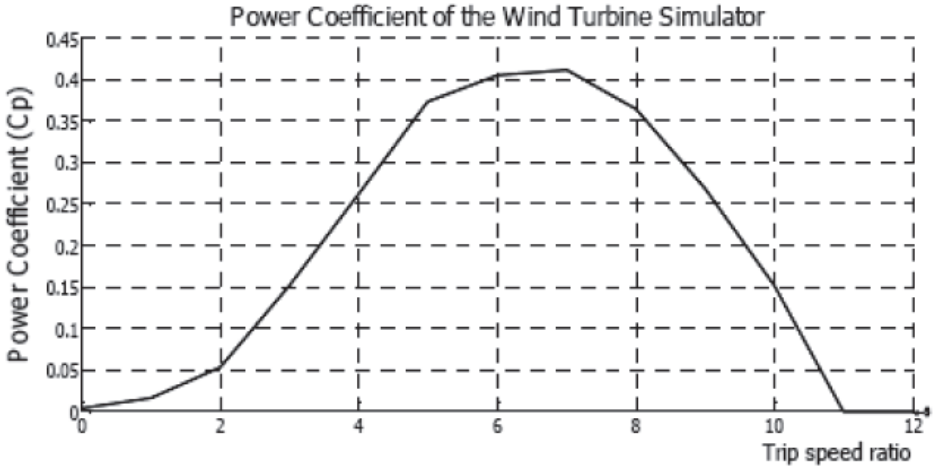
เมื่อ $P_a$ หมายถึง กำลังจากลมที่ถ่ายทอดให้กับใบกังหัน, Watt
$\rho$ หมายถึง ความหนาแน่นของอากาศที่ไหล, 1.225 kg/m$^3$
$V_0$ หมายถึง ความเร็วลมทางด้านหน้าของใบกังหันลม, m/s
$A$ หมายถึง พื้นที่หน้าตัดของใบกังหัน, m$^2$

เมื่อกังหันลมได้เปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานกลเพื่อทำการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่กังหันลมไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานลมที่ผ่านเข้ามาได้ทั้งหมดเพราะมีลมผ่านออกไปทางด้านหลังของกังหันลม ดังนั้น พลังงานที่กังหันลมได้รับจึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพลังงานลมทั้งหมดซึ่งเป็นหลักในการหาค่าประสิทธิภาพของกังหันลมตามสมการ

$$C_p = \frac{P_w}{P_a} = \frac{\frac{1}{2}\rho A V_0^3 \, 4a(1-a)^2}{\frac{1}{2}\rho A V_0^3} = 4a(1-a)^2 \qquad (2)$$

เมื่อ $C_p$ หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกังหันลมหรือสัมประสิทธิ์กำลังของกังหันลม
$P_W$ หมายถึง กำลังจากลมที่ถ่ายทอดให้กับใบกังหัน, Watt
a หมายถึง ค่า Axial Interference Factor หรือสัดส่วนการลดลงของพลังงานลม

จากสมการ (2) ค่าประสิทธิภาพของกังหันลมจะมีค่าสูงสุดที่ Cp = 0.593 เมื่อ a = 1/3 ซึ่งเป็นไปตามหลักของเบตซ์ (Betz) และในความเป็นจริงพบว่า กังหันลมโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 30-35% การหมุนของใบพัดกังหันลมจะทำให้แกนของกังหันลมหมุนด้วยอัตราเร็วเดียวกัน เรียกว่า อัตราเร็วรอบของกังหันลม ซึ่งเมื่อทำการต่อแกนเข้ากับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวดขึ้น ความเร็วของแกนหมุนจะมีผลต่อค่าประสิทธิภาพของกังหันลม โดยประสิทธิภาพของกังหันลมจะมีค่าสูงสุดที่บางค่าของอัตราส่วนความเร็วปลายใบ (Tip Speed Ratio, TSR) อัตราส่วนความเร็วปลายใบนี้มีค่าเท่ากับอัตราส่วนความเร็วของแกนกังหันต่อความเร็วของลมที่มากระทบ การจำลองค่าของประสิทธิภาพกังหันลมเทียบกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในภาพที่ 3




**ภาพที่ 3** ประสิทธิภาพของกังหันลมที่ค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ต่างๆ
(สว่าง ชาติทอง และ วิรชัย โรยนรินทร์, 2554)

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพของกังหันลมมีค่าสูงสุดที่ค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบประมาณ 7 แสดงว่ากังหันลมสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานลมมาเป็นพลังงานกลได้ดี และค่ากำลังของกังหันลมยังมีค่าขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของกังหันลมด้วย การสร้างกังหันลมจึงต้องมีความยาวของใบกังหันที่เหมาะสมกับค่าของกำลังที่ได้จากกังหันลม โดยนำค่าความเร็วลมในพื้นที่มากำหนดขนาดของรัศมีกังหันลมให้ได้กำลังเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าได้ตรงตามความต้องการ

## การออกแบบขนาดกังหันลมจากผลการสำรวจความเร็วลมและความต้องการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสม

จากข้อมูลของพลังงานลมในประเทศไทยซึ่งศักยภาพของความเร็วลมมีค่าน้อย ทำให้การนำกังหันลมมาผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในชุมชนจะได้พลังงานออกมาไม่มากนัก ชุมชนที่ต้องการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมควรเลือกชุมชนที่ไร้สายส่งหรือการติดตั้งระบบสายส่งไฟฟ้าทำได้ยาก และบ้านแต่ละหลังของชุมชนดังกล่าวควรเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นในชีวิตประจำวันเพื่อให้สอดคล้องกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม การออกแบบกังหันลมที่ดีควรสำรวจความเร็วลมโดยเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่ต้องการใช้งานตลอดทั้งปีเพื่อให้ได้ข้อมูลในการสร้างกังหันลมที่สามารถผลิตไฟฟ้าให้ได้ใกล้เคียงกับความต้องการไฟฟ้าให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้กังหันลมมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

ผลการสำรวจความต้องการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของบ้านตัวอย่าง 1 หลัง เพื่อนำมาทดลองใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม เมื่อได้ทำการสำรวจและบันทึกข้อมูลการใช้แล้วพบว่า บ้านที่ควรใช้พลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมควรเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นดังตารางที่ 1 ซึ่งมีรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ต้องการใช้ดังนี้

**ตารางที่ 1** ความต้องการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของบ้าน 1 หลัง

| รายการ | กำลังไฟฟ้า | จำนวน | กำลังไฟฟ้ารวม |
|---|---|---|---|
| หลอดไฟฟ้า | 20 Watt | 5 | 100 Watt |
| พัดลม | 60 Watt | 1 | 60 Watt |
| โทรทัศน์ | 160 Watt | 1 | 160 Watt |
| **รวมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน** | | | **320 Watt** |

จากข้อมูลในตารางที่ 1 จะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าที่บ้านหลังนี้ต้องการใช้คือ 320 Watt ในช่วงเวลาที่มีผู้พักอาศัยในบ้านประมาณ 3 ชั่วโมง (ตั้งแต่ 18.00-21.00 น) การออกแบบกังหันลมเริ่มจากการนำข้อมูลนี้มาใช้คำนวณหาค่ารัศมีของใบกังหัน โดยกำหนดพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมรวมตลอดวันต้องมีค่า 960 วัตต์-ชั่วโมง ซึ่งแสดงว่ากังหันลมต้องผลิตกำลังไฟฟ้า 40 Watt ได้ที่ความเร็วลมเฉลี่ย 4.00 m/s ซึ่งเป็นความเร็วลมสูงสุดของข้อมูลที่มี ผลการออกแบบสร้างกังหันลมตามสมการที่ (2) โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังที่สูญเสียจากการส่งผ่านพลังงานประมาณ 0.8 และการสูญเสียที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณ 0.85 ค่ารัศมีหรือความยาวของใบกังหันคำนวณได้ 1.26 m และมีมุมบิดโคนใบ 8 องศาและปลายใบบิด 2 องศา (สว่าง ชาติทอง และ วิรชัย โรยนรินทร์, 2554) โดยกำหนดให้ประสิทธิภาพของกังหันลมเฉลี่ยประมาณ 0.3 จากข้อมูลของกังหันลมแบบเดียวกันนี้ที่สร้างกันโดยทั่วไปและกังหันลมนี้จะทำงานโดยมีอุปกรณ์ร่วมคือแบตเตอรี่เพื่อเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในช่วงเวลาที่ต้องการ

## การเลือกใช้ขดลวดและแม่เหล็กเพื่อสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกังหันลม

การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ขดลวดที่พันขึ้นเองใช้ขดลวดเบอร์ 17 ที่มีขายในท้องตลาดพันเป็นวงรูปสี่เหลี่ยมดังภาพที่ 4 ให้เป็นขดลวด 9 ขดแต่ละขดมีจำนวน 70 รอบและนำมาเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้า สำหรับแม่เหล็กที่ใช้ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเช่นเดียวกัน คือ แม่เหล็กชนิดนีโอไดเมียมขนาด 40x25x10 mm จำนวน 12 แท่ง เมื่อนำมาต่อเข้ากับแกนกังหันและทดลองหมุนด้วยความเร็วรอบ 132 รอบต่อนาทีจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ยขดละประมาณ 1.4 V ซึ่งป็นไปตามการคำนวณตามสมการ (4) (ชาญฤทธิ์ ธาราสันติสุข, 2553)

$$E_{ave} = 2nABf \qquad (4)$$

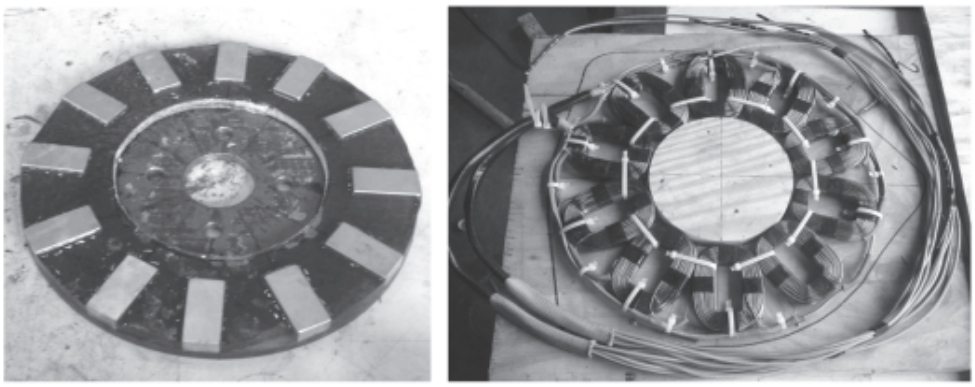
เมื่อ $E_{ave}$ หมายถึง แรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ยจากขดลวดในกรณีที่ไม่มีโหลด, V

$n$ หมายถึง จำนวนรอบของขดลวด

A หมายถึง พื้นที่ทั้งหมดของแม่เหล็ก, $m^2$

$B$ หมายถึง ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก, Tesla

$f$ หมายถึง ความถี่ของการหมุนแกนกังหันลม $s^{-1}$



**ภาพที่ 4** เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างจากแม่เหล็ก 12 แท่งและขดลวดที่พันขึ้นเอง

เมื่อแทนค่าตามสมการนี้ พบว่าค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดลวดแต่ละขดมีค่า 1.48 โวลต์ ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงในกรณีที่ต้องการเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้มากขึ้นก็นำขดลวดทั้งหมดมาต่อกันแบบอนุกรม จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็น 13.31 โวลต์ เพื่อใช้ในการประจุหรือชาร์จลงสู่แบตเตอรี่ ซึ่งเป็นการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่คงที่เนื่องจากความเร็วลมมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และเมื่อพิจารณาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่กังหันลมผลิตได้ดังกล่าวมีค่าสูงกว่า 12 โวลต์ ขึ้นไปก็สามารถนำมาชาร์จไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมในแบตเตอรี่ได้

การเลือกแบตเตอรีเพื่อใช้เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลม เป็นการกำหนดขนาดความจุของแบตเตอรี่จากข้อมูลการใช้พลังงานและระยะเวลาที่ต้องการใช้งานจากแบตเตอรีโดยพิจารณาพลังงานที่สูญเสียจากระบบเนื่องจากค่าความลึกของการคายประจุ (Deep of Discharge, DOD = 0.6)) และค่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (Inverter Efficiency = 0.85) จึงคำนวณค่าความจุของแบตเตอรี่ได้ตามสมการ (บรรจบ สุขประภาภรณ์, มปป)

$$Q_{batt} = \frac{P_{load} T_{batt}}{V_{ban}(DOD)n_{inwerter}} \quad (5)$$

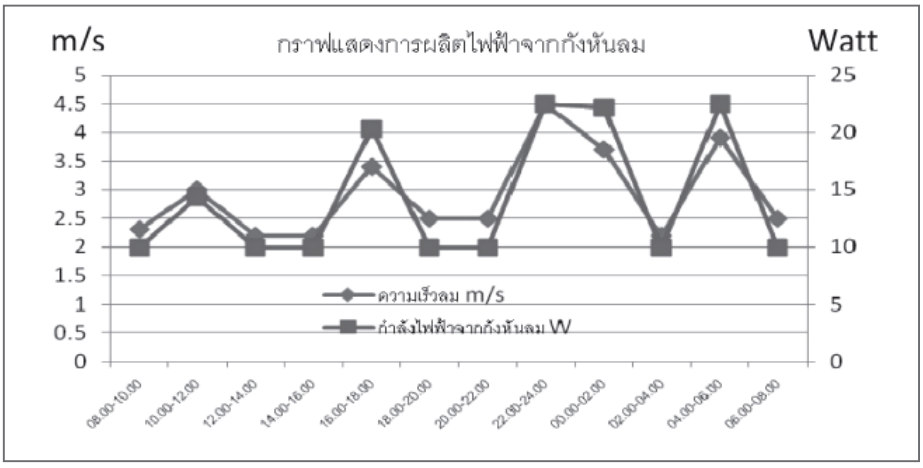
เมื่อ $Q_{batt}$ หมายถึง ค่าความจุของแบตเตอรี่, Ah

$P_{load}$ หมายถึง ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในบ้าน, Watt

ในการวิจัยนี้ได้ทำการประมาณขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้กับความต้องการไฟฟ้าของบ้านหลังหนึ่งของชุมชน 320 W ในช่วงเวลา 3 ชั่วโมงต่อวัน (18.00-21.00 น) จากแบตเตอรี่ที่ชาร์จด้วยกังหันลม คำนวณค่าความจุได้ 156.86 Ah จึงควรเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 Ah จำนวน 1 ลูกและขนาด 100 Ah จำนวน 1 ลูก แต่ในกรณีที่ชุมชนไร้สายส่งมีความเร็วลมในพื้นที่ต่ำการชาร์จแบตเตอรี่อาจทำได้น้อยลง ก็สามารถลดจำนวนแบตเตอรี่ให้มีความจุเหมาะสมกับพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ

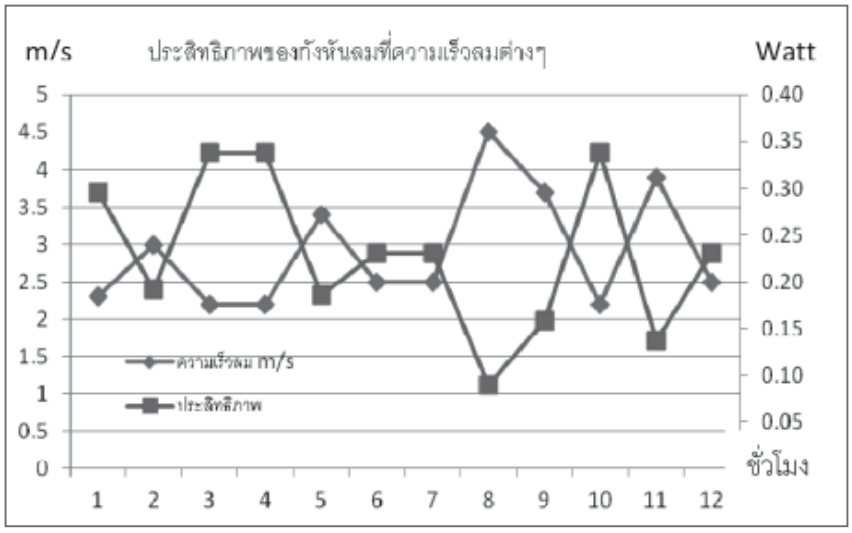
## ผลการทดลองผลิตไฟฟ้าจากกระแสลม

กังหันลมที่สร้างตามการคำนวณได้นำมาทดลองใช้งานจริงในพื้นที่บริเวณทุ่งทะเลแก้ว ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมค่อนข้างดีและไม่ห่างไกลจากชุมชนมาก เมื่อเก็บข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมดังกล่าว ค่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานลมที่ผ่านกังหันลมในเวลา 1 วัน พบว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าต่ำกว่ากำลังไฟฟ้าที่คำนวณไว้ เนื่องจากวันที่เก็บข้อมูลมีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 2.9 m/s ดังภาพที่ 5 โดยค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งวันมีค่ารวม 343.14 Wh ซึ่งไม่เพียงพอต่อการใช้งานตามความต้องการไฟฟ้าของบ้านที่ได้ทำการสำรวจไว้ แต่ก็สามารถชาร์จไฟฟ้าลงสู่แบตเตอรี่ได้ และทำการสำรองไฟฟ้าได้ประมาณ 1 ชั่วโมง




**ภาพที่ 5** กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมแกนนอน 3 ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 m

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าการผลิตไฟฟ้ามีค่าแปรผันตามความเร็วลม โดยเส้นกราฟแสดงกำลังไฟฟ้ามีลักษณะแบบเดียวกับเส้นกราฟพลังงานลม ค่าประสิทธิภาพรวมของกังหันลมหลังจากการผลิตไฟฟ้าจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.23 เมื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพของกังหันลมที่สร้างขึ้นเองพบว่า มีค่าประสิทธิภาพไม่คงที่ โดยที่ความเร็วลมต่ำจะมีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้งานกับพื้นที่ลมความเร็วต่ำในประเทศ ตามภาพที่ 6




**ภาพที่ 6** แสดงความเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพของกังหันลมที่ความเร็วลมต่างๆ

## สรุปผลการทดลอง

การสร้างกังหันลมความเร็วต่ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในชุมชนจากข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทยเพื่อใช้ในชุมชนต่างๆ ที่ไม่มีสายส่งไฟฟ้า เป็นกังหันลมแบบแกนนอน 3 ใบพัดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร จากนั้นนำมาใช้ทดลองรับพลังงานลมและเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 14.3 วัตต์ ที่ความเร็วลมเฉลี่ย 2.9 เมตร/วินาที และระดับความสูงรวม 12 เมตร โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยประมาณ 0.23 ซึ่งค่าความเร็วลมนี้มีค่าแตกต่างจากการคำนวณและออกแบบไว้ ทำให้กังหันลมผลิตไฟฟ้าได้น้อยกว่าที่คำนวณ ซึ่งจะไม่เพียงพอต่อการใช้ไฟฟ้าของบ้าน 1 หลังของชุมชนโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 320 วัตต์ และต้องการใช้ไฟฟ้าวันละ 3 ชั่วโมง แต่ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตรงกับผลการคำนวณที่ออกแบบไว้ แสดงว่ากังหันลมความเร็วต่ำมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าได้ในอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าไม่สูงนัก วิธีการออกแบบกังหันลมนี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้ในชุมชนที่ขาดแคลนไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ควรเลือกบริเวณที่มีลมพัดด้วยความเร็วสูงใกล้เคียงกับที่คำนวณได้ จะทำให้กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการ

## เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2546). *โครงการจัดทำแผนที่แหล่งศักยภาพพลังงานลม* กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพมหานคร.

ชาญฤทธิ์ ธาราสันติสุข (2553). *เครื่องจำลองกังหันลมด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำสำหรับการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม.* การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6. 5-7 พฤษภาคม 2553 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรจบ สุขประภาภรณ์. (มปป). *พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ solar energy Application* คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

ไพรัช กิจวรวุธ และ หรรษา วัฒนานุกิจ. (2553). *พลังงานลม เทคโนโลยีจากอดีต สู่ปัจจุบันและอนาคต.* วิศวกรรมสาร ปีที่ 63 ฉบับที่ 1 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2553

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี. (มปป). *โครงการศึกษา วิจัย พัฒนา สาธิต ต้นแบบเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ* กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน กรุงเทพมหานคร.

สว่าง ชาติทอง และ วิรชัย โรยนรินทร์. (2554). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพรอบการทำงานสูงสุดของใบกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 20 กิโลวัตต์. *การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 3-5 พฤษภาคม 2554.* ภูเก็ต.

อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ วัยวุฒิ. (2552). *การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมความเร็วต่ำสำหรับชุมชนกรณีศึกษาจังหวัด พิษณุโลก. การประชุมเชิงวิชาการ "รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย"ครั้งที่ 2, 22-23 ธันวาคม 2551.* วิทยาลัยพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

JP-Lyons Novus Energy Partner (2008). *Wind Energy Technology.* Presentation in Conference of IEEE, PES, NREL, & Sandia National Labs.

## ผู้เขียน

**ดร. ศรายุทธ วัยวุฒิ**

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

99/9 ถนน พิษณุโลก-นครสวรรค์ ต.ท่าโพธิ์ อ. เมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

e-mail: sarayooth__v@yahoo.com