พลังงานลม

1. บทนำ

พลังงานลม เป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง ที่มีต้นกำเนิดจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยอ้อม กล่าวคือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบในภาคตัดขวางของโลกประมาณ 178,000 ล้าน ล้าน วัตต์ มีเพียง 0.02 % เท่านั้นที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศที่เรียกว่า พลังงานลม และส่วนนี้ก็ยังผลให้เกิดคลื่นในมหาสมุทรด้วย[1]

การใช้ประโยชน์จากพลังงานลม ในรูปแบบของกังหันลม เริ่มมาตั้งแต่ 1700 ปีก่อนคริสต์ศักราช มีการพัฒนาใช้ประโยชน์กังหันลมแบบแกนตั้ง (Vertical Axis) ในแคว้นเมโสโปเตเมีย และในประเทศจีน ต่อมาราว 400 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์ได้เริ่มพัฒนากังหันลมแบบแกนนอน (Horizontal Axis) และมีการพัฒนาต่อเนื่องแพร่หลายเข้าไปในทวีปยุโรปในราวศตวรรษที่ 7 การใช้ประโยชน์ในระยะแรก ๆ นี้เป็นการประยุกต์ใช้งานกลเป็นส่วนใหญ่ การพัฒนาใช้ประโยชน์ในลักษณะกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Turbine Generator) เพิ่งจะขยายตัวในระหว่างปี ค.ศ.1930 - 1960 [2]

การค้นพบ และการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากน้ำมัน ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้สะดวก และราคาถูก ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาด้านพลังงานลมอย่างสูง กล่าวคือการพัฒนากังหันลมลดน้อยลงทั่วทุกภูมิภาคของโลกในช่วงที่น้ำมันราคายังต่ำอยู่ แต่หลังจากวิกฤตการณ์น้ำมันของโลกในปี พ.ศ. 2516 ศูนย์วิจัยหลายแห่งทั่วโลก ได้หันมาเร่งพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติ ซึ่งก็รวมทั้งการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมด้วย จึงมีการพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ขนาดกำลังผลิตต่าง ๆ กันอาทิเช่น ศูนย์วิจัยขององค์การนาสา (NASA) ของสหรัฐอเมริกามีการสร้างทดสอบ กังหันลมผลิตไฟฟ้าพรอเพลเลอร์ (แบบแกนนอน) รุ่น Mod-0 ขนาดกำลังผลิต 100 กิโลวัตต์ ซึ่งทำการติดตั้งทดสอบ และผลิตไฟฟ้าได้ในปี พ.ศ. 2518 และรุ่น MOD-1 ขนาดกำลังผลิตประมาณ 2000 กิโลวัตต์ ทำการติดตั้งทดสอบผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2521 เป็นต้น

2. พลังงานลม และกังหันลม

การใช้ประโยชน์พลังงานลมโดยทั่ว ๆ ไปเพื่อวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ กล่าวคือ การสูบน้ำ และการผลิตไฟฟ้า การที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จักต้องมีอุปกรณ์ที่เปลี่ยนรูปพลังงานจลน์ของกระแสลมให้อยู่ในรูปของพลังงานกล อุปกรณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่า กังหันลม พิจารณากระแสลมที่มีความหนาแน่น และมีความเร็วลม V พัดผ่านพื้นที่หน้าตัด A ในช่วงหนึ่งหน่วยเวลา จะมีกำลังลม P_1 ที่ได้จากพลังงานจลน์ ดังนี้

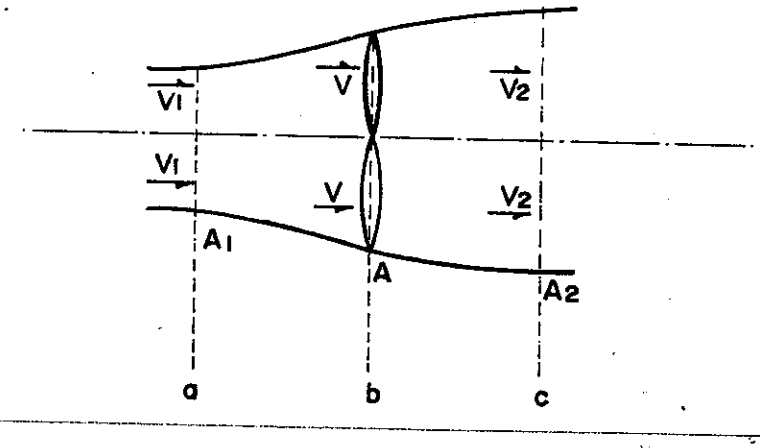
$$P_1 = 1/2.(\rho AV).V^2 = 1/2.\rho AV^3$$

กังหันลมจะทำหน้าที่สกัดกำลังงานที่มีอยู่ในกระแสลม มาใช้ประโยชน์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น กำหนดให้ C_P เป็นสัมประสิทธิ์กำลังงาน (Power Coefficient) ซึ่ง C_P จะเป็นตัวบ่งชี้สัดส่วนของกำลังงานที่กังหันจะสามารถสกัดได้จากกระแสลม ถ้า P แทน

กำลังงานที่ได้จากกังหันลม ดังนั้น

$$P = C_p . P_1 = 1/2 . C_p \rho A V^3$$

พิจารณากังหันลม ที่มีพื้นที่หน้าตัดรับลม A ตั้งรับกระแสลมซึ่งมีความเร็วลม V_1 ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1

ณ พื้นที่หน้าตัด A_1, A และ A_2 ของตำแหน่ง a, b และ c มีค่าความเร็วลม V_1, V และ V_2 ตามลำดับ สามารถเขียนความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ต่อเนื่อง (Continuity Equations) ได้ดังนี้

$$A_1 V_1 = AV = A_2 V_2$$

การเปลี่ยนแปลง พลังงานจลน์ ของกระแสลม ณ หน่วยเวลา t

$$P = 1/2 . \rho AV (V_1^2 - V_2^2) \qquad (1)$$

และปริมาณการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมที่มีต่อกังหัน โดยแรง F

$$F = \rho AV (V_1 - V_2)$$

คิดเป็นกำลังงาน $P = FV = \rho AVPV^2 (V_1 - V_2)$ (2)

ดังนั้น $$\rho AV^2 (V_1 - V_2) = 1/2 . \rho AV (V_1^2 - V_2^2)$$

และ $$V = 1/2 . (V_1 + V_2)$$

Betz Coefficient Betz เสนอแนวทางการหาค่าสูงสุดของการสกัดกำลังงานจากกระแสลมให้ได้สูงสุด โดยพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ ของความเร็วลม V_1 และ V_2

ถ้ากำหนดให้ $V_2 = d.V_1$

แทนค่าลงในสมการที่ (1)

$$P = 1/2.\rho A\{1/2.(V_1 + dV_1)\}(V_1^2 - d^2V_1^2)$$
$$= 1/4.\rho AV_1^3(1 + d)(1 - d^2)$$

ค่า P มีค่าสูงสุดเมื่อ $\partial P/\partial d = 0$ และ ณ จุดนี้พบว่า $d = 1/3$

ดังนั้น $P_{max} = 1/4.\rho AV_1^3(1 + 1/3)(1 - 1/9)$

หรือ $= 1/2.(16/27)\rho AV_1^3$

ค่า 16/27 ก็คือค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานสูงสุด C_{pmax} เรียกว่า Betz Coefficient

3. กังหันลม

กังหันลมอาจแบ่งประเภทของการจำแนกชนิดออกเป็น 2 วิธี [3] กล่าวคือ

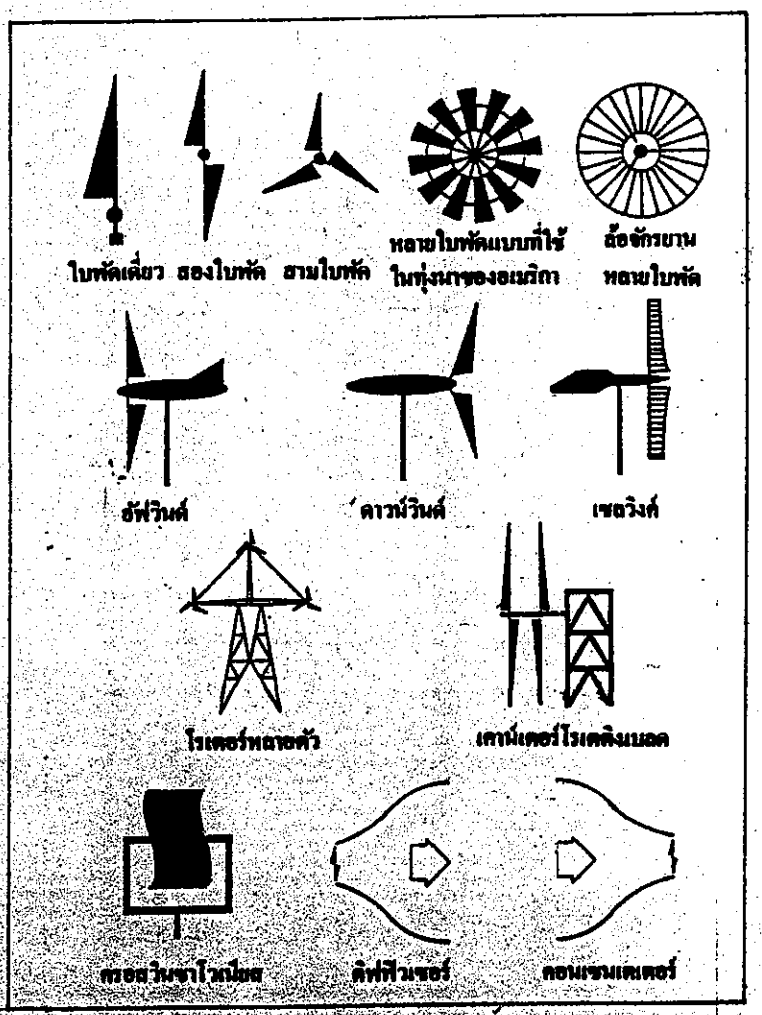
3.1 จำแนกตามลักษณะการวางตัวของแกนหมุน แบบแกนนอน หรือแกนตั้ง

3.1.1 กังหันลมแบบแกนนอน หมายถึงกังหันลมที่มีแกนหมุน ขนานกับทิศทางของกระแสลม อาทิเช่น กังหันลมพรอเพลเลอร์ หรือกังหันลมใบเสื่อลำแพน เป็นต้น

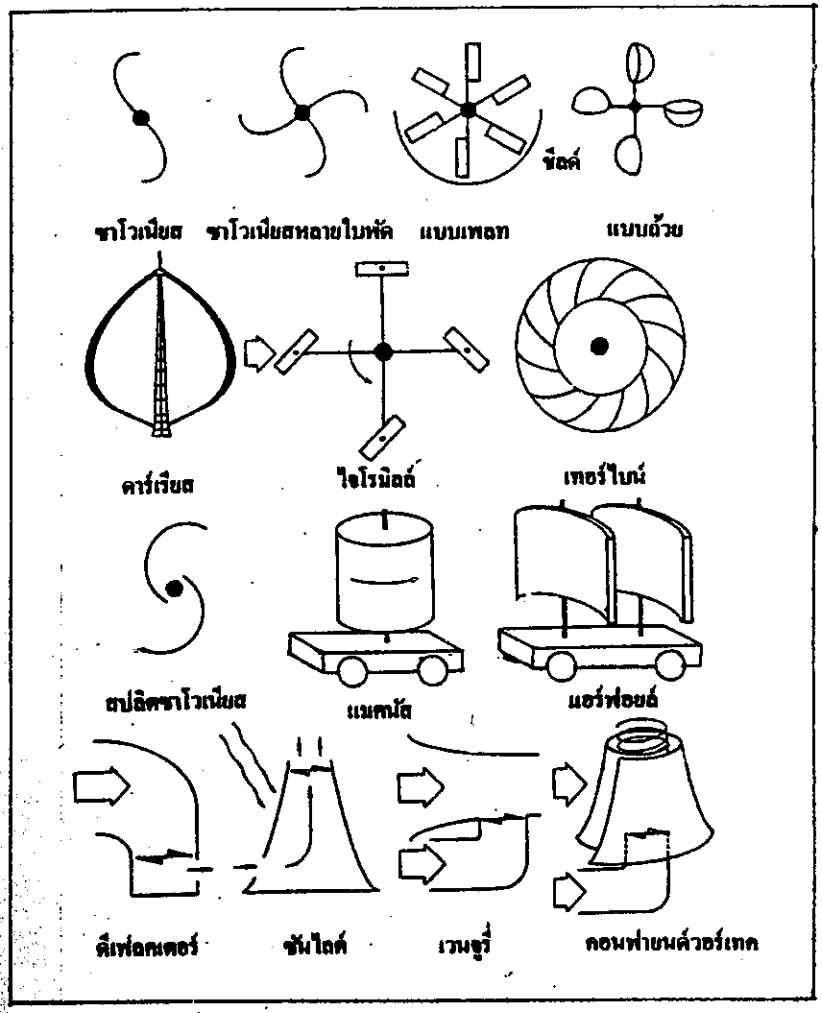
3.1.2 กังหันลมแบบแกนตั้ง หมายถึงกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลม และตั้งฉากกับพื้นผิวโลก อาทิเช่น กังหันลมแดร์เรียส (darrius) หรือกังหันลมซาโวเนียส (Savonius) เป็นต้น

3.2 จำแนกตามลักษณะของแรงขับที่กระแสลมกระทำต่อใบกังหัน กล่าวคือ การขับด้วยแรงยก (Lift Force) และการขับด้วยแรงฉุด หรือแรงหน่วง (Drag Force)

การจำแนกในข้อที่ 3.1 เป็นวิธีที่เด่นชัด สามารถเข้าใจได้ง่าย จึงนิยมมากกว่าแบบข้อ 3.2 ซึ่งต้องพิจารณาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ Aerodynamics ประกอบด้วย นอกจากนี้ ก็ยังมีกังหันลมที่ไม่เข้าประเภททั้ง 2 ชนิดดังกล่าว อาทิเช่น กังหันลมทอร์นาโด หรือกังหันลมที่เพิ่มดิฟฟิวเซอร์ หรือคอนเซนเทรเตอร์ (Diffuser or Concentrator)



รูปที่ 3 ชื่อกังหันลมแบบต่าง ๆ ในประเภทแกนนอน



รูปที่ 4 ชื่อกังหันลมแบบต่าง ๆ ในประเภทแกนตั้ง

กังหันลมแบบแกนนอนเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากออกแบบให้เป็นชนิดที่ยับใบกังหันด้วยแรงยก เช่น กังหันลมพรอเพลเลอร์ (Propeller) กังหันลมหลายใบ (Multi - bladed) กังหันลมวงล้อจักรยาน (Bicycle wheel) และกังหันลมที่ใช้ตามนาเกลือในประเทศไทย คือ แบบใบพัดเป็นรูปใบลำแพน(Sail rotor) กังหันลมแบบใบกังหันไม้ที่ใช้กันมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา จัดอยู่ในชนิดพรอเพลเลอร์

อย่างไรก็ตามกังหันลมแบบแกนตั้งซึ่งได้รับการพัฒนามาในระยะหลังนี้ก็ได้รับความสนใจมากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เพราะกังหันลมแบบนี้มีข้อดีอยู่อย่างน้อย 2 ข้อ เมื่อเทียบกับแบบแกนนอนกล่าวคือ

ก. ปกติแล้วกังหันลมแบบแกนนอน ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมให้กังหันหันหน้าเข้าหาลม เพื่อจะได้รับพลังงานมากที่สุด แต่กังหันลมแบบแกนตั้งไม่ต้องมีอุปกรณ์ชนิดนี้

ข. ระบบการส่งกำลังและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถติดตั้งอยู่บนระดับพื้นดินได้ ซึ่งปกติแล้วกังหันลมแบบแกนนอนจะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบการส่งกำลังติดกับกังหันซึ่งอยู่บนหอคอยสูง

4. ส่วนประกอบของระบบกังหันลม

ส่วนประกอบสำคัญ ๆ ของระบบกังหันลมทั่ว ๆ ไปอาจแบ่งได้ดังนี้

4.1. ใบกังหัน

ใบกังหันนับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดพลังงานกลที่เพลาของกังหัน จำนวนใบกังหันอาจมีตั้งแต่หนึ่งถึงหลายสิบใบ กังหันลมที่มีจำนวนใบมากส่วนใหญ่จะใช้กับงานที่ต้องการแรงบิด (Torque) สูง ในทางตรงข้ามกังหันที่มีจำนวนใบน้อยส่วนใหญ่ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วรอบสูง เช่น การผลิตไฟฟ้า รูปหน้าตัดของใบกังหันอาจมีตั้งแต่ลักษณะแพนอากาศ (Airfoil) หรือลักษณะคล้ายปีกเครื่องบิน เป็นแผ่นโค้ง และเป็นแผ่นราบตรง วัสดุที่ใช้ทำใบกังหันควรจะเป็นวัสดุเบาและแข็งแรงซึ่งอาจเป็นอลูมิเนียมอัลลอยด์ แผ่นเหล็ก ไม้ และไฟเบอร์กลาส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความต้องการของผู้ออกแบบ

4.2. ระบบควบคุม

ระบบควบคุมในชุดกังหันลมส่วนใหญ่จะมี 2 ชนิด โดยเฉพาะแบบแกนนอน คือควบคุมให้ตัวกังหันหันหน้าเข้าหาทิศทางลมตลอดเวลา และควบคุมเพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากความเร็วลมแรงจัด ๆ

ระบบควบคุมให้กังหันหันหน้าเข้าหาทิศทางลม ส่วนมากระบบนี้จะใช้ระบบหางเสือ โดยเฉพาะกังหันลมชนิดเล็กเพราะระบบนี้เป็นแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนมาก ส่วนระบบควบคุมเพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากความเร็วลมแรงจัด ๆ ปกติเมื่อลมพัดแรงจัด ๆ จะมีแรงกระทำกับใบกังหันอย่างมาก ดังนั้นการออกแบบจะออกแบบระบบควบคุมให้ทำงานที่ความเร็วสูงสุดที่กังหันจะรับได้ค่าหนึ่ง การควบคุมจะมีลักษณะการทำงานอยู่ 2 แบบคือ

ก. ทำให้กังหันลมหันหน้าเหจากกระแสลมโดยการหันไปข้าง ๆ หรือหันเงยหน้าขึ้น หรือทำให้ใบกังหันหุบตัวเพื่อให้มีพื้นที่ของกังหันที่รับกระแสลมน้อยลง

ข. ทำให้เกิดการหน่วงต่อการหมุนของกังหันลม ซึ่งอาจทำได้โดยการปิดมุมของใบกังหันให้เกิดการหน่วงมากกว่าการขับ หรือเพิ่มชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดแรงหน่วงขึ้นอย่างสูงเมื่อความเร็วถึงจุดที่กำหนดไว้

4.3. ระบบส่งกำลัง

การส่งกำลังจากตัวกังหัน เพื่อไปใช้งาน อาจต่อกับเพลาได้โดยตรงหรือผ่านระบบส่งกำลัง เช่น เฟือง สายพาน และไฮดรอลิคส์ ซึ่งจะมีการทดรอบให้สอดคล้องกันระหว่างความเร็วรอบของแกนของกังหันกับการใช้งาน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.4. หอคอย

หอคอยทำหน้าที่ยึดตัวกังหันลมให้อยู่ในระดับสูงเพื่อรับกระแสลมได้มากขึ้นทุกทิศทาง หอคอยอาจเป็นท่อตรงที่มีสายยึดหรืออาจเป็นโครงสร้างเหล็ก(หรือไม้) ที่สามารถรับน้ำหนัก และการสั่นสะเทือนเนื่องจากตัวกังหันได้

5. กังหันลมกับการใช้งาน

เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอ ของความเร็วลมที่แปรผันตามธรรมชาติ และความต้องการพลังงานที่สม่ำเสมอให้เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว จะต้องมีตัวกักเก็บพลังงาน และใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เชื่อถือได้เป็นแหล่งสำรอง (Backup) หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น

ก. ตัวกักเก็บพลังงานมีอยู่หลายชนิด ส่วนมากขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ เช่น ถ้าเป็นกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมักนิยมใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บ การสูบน้ำไปกักเก็บไว้ในลักษณะของพลังงานศักย์และการเก็บในรูปของพลังงานกล (อาศัยแรงเฉื่อยมวล) ฯลฯ

ข. การใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เป็นตัวหมุน ระบบนี้ปกติกังหันลมจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้ตลอดเวลาที่มีความเร็วลมเพียงพอ หากความเร็วลมต่ำ หรือลมสงบ แหล่งพลังงานชนิดอื่นจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานแทน

ค. การใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น ระบบนี้ปกติมีแหล่งพลังงานชนิดอื่นจ่ายพลังงานอยู่แล้ว กังหันลมจะจ่ายพลังงานเมื่อมีความเร็วลมเพียงพอซึ่งในขณะเดียวกันก็ลดการจ่ายพลังงานจากแหล่งอื่น (เช่น ลดการใช้น้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซล) ระบบนี้ต่างกับระบบที่กล่าวถึงในข้อ ข. ตรงที่ว่า ข้อ ข. กังหันลมจ่ายพลังงานเป็นตัวหลักและแหล่งพลังงานส่วนอื่นเป็นแหล่งสำรอง แต่ในระบบข้อ ค. นี้ แหล่งพลังงานอื่นจ่ายพลังงานเป็นหลัก ส่วนกังหันลมทำหน้าที่เสริมพลังงาน ของต้นพลังงานหลัก พลังงานอย่างอื่นที่กล่าวถึงนี้อาจเป็นเครื่องจักรดีเซลหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน ฯลฯ

6. สถานภาพการวิจัยกังหันลมผลิตไฟฟ้า

6.1 สหรัฐอเมริกา

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การศึกษาความเหมาะสมทางเทคนิค และเศรษฐศาสตร์
- การทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่วางขายในท้องตลาด
- การทดสอบกังหันลมแบบ แดร์เรียส ขนาดกำลังผลิต 2 – 32 กิโลวัตต์

- การทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ 100 kW Mod 0 ขนาด 200 kW Mod OA จำนวน 3 ชุด และขนาด 2,000 kW
- การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าในลักษณะ Wind Farm รวมกำลังผลิตมากกว่า 600,000 kW

6.2 คานาดา

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การติดตั้งทดสอบกังหันลมแดร์เรียส ขนาดกำลังผลิต 200 kW
- การศึกษาระบบกังหันลมพรอเพลเลอร์ ขนาดกำลังผลิต 2,000 kW

6.3 สวีเดน

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การทดสอบกังหันลมพรอเพลเลอร์ ขนาดกำลังผลิต 65 kW

6.4 เดนมาร์ค

- การปรับปรุงทดสอบกังหันลม ขนาดกำลังผลิต 200 kW
- การติดตั้งทดสอบกังหันลมพรอเพลเลอร์ ขนาดกำลังผลิต 2,000 kW

6.5 ฮอลแลนด์

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การศึกษาการใช้ประโยชน์กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่
- การทดสอบติดตั้งกังหันลมแดร์เรียสขนาดผ่าศูนย์กลาง 25 เมตร

6.6 เยอรมัน

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าพรอเพลเลอร์ ขนาดผ่าศูนย์กลาง 52 เมตร
- การทดสอบกังหันลมแกนตั้ง ขนาดกำลังผลิต 20 kW.

6.7 ฝรั่งเศส

- การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลม
- การติดตั้งทดสอบกังหันลมพรอเพลเลอร์ ขนาดกำลังผลิต 100-1000 kW
- การติดตั้งทดสอบกังหันลมแบบแกนตั้ง

7. พลังงานลมในประเทศไทย

จากสมการที่กล่าวถึงข้างต้น จะเห็นว่ากำลังงานที่ได้จากกังหันลม แปรผันตามกำลังสามของความเร็วลมที่พัดผ่าน ดังนั้นความเร็วลมเฉลี่ยจึงเป็นตัวบ่งบอกศักยภาพของการใช้กังหันลมได้เป็นอย่างดีในขั้นแรก หน่วยงานในประเทศไทยที่ทำการบันทึกข้อมูลไว้ก็คือ กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้บันทึกข้อมูลทั่วประเทศไทยมานานไม่น้อยกว่า 25 ปี การบันทึกข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยานั้นส่วนใหญ่จะบันทึกค่าทุก ๆ 3 ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลนี้เน้นไปใช้งานทางด้านอุตุนิยมวิทยามากกว่าการใช้ประโยชน์ในแง่พลังงาน กรมอุตุนิยมวิทยาได้ตีพิมพ์เอกสารข้อมูลสถิติลมพร้อมทั้งสถิติภูมิอากาศอื่น ๆ โดยเฉลี่ยข้อมูลเป็นรายเดือน [4] ในคาบ 25 ปี และอีกฉบับหนึ่งเป็นแผนผังลมของประเทศไทยในคาบ 20 ปี [5] นอกจากนี้ยังมีสถาบันการศึกษาอีก 2 แห่ง ที่ได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลลมที่ได้ตีพิมพ์เป็นเอกสารแล้ว โดยอาศัยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาเช่นกัน การวิเคราะห์ข้อมูลลมที่ได้ตีพิมพ์เป็นเอกสารแล้ว โดยอาศัยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น การวิเคราะห์ของสถาบันทั้งสองนี้จะแยก

ช่วงเวลาที่ลมสงบ (ความเร็วลมเป็นศูนย์) ออกต่างหาก ซึ่งต่างจากของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้รวมเวลาที่ลมสงบเข้าไปในการวิเคราะห์ด้วย เช่น การหาความเร็วลมเฉลี่ยเป็นรายเดือน ดังนั้น ผลของข้อมูลที่ได้ใหม่นี้จะมีประโยชน์ในแง่ของพลังงานลมมากกว่าของกรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันทั้งสองดังกล่าว คือ

7.1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเป็นภาคนิพนธ์ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต [6] การแสดงผลการวิเคราะห์นี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของกราฟ เช่น การกระจายความถี่ของความเร็วลม ความยาวนานของความเร็วลม (Duration Curve) การกระจายความถี่ และความยาวนานของพลังงานลม

7.2. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย โดย Dr. R.H.B. Exell [7,8] การแสดงผลงานอยู่ในรูปของ Parameter 2 ตัว ของสมการคณิตศาสตร์ Weibul Distribution ดังนี้

$$f(V) = (k/c)(v/c)^{(k-1)}\exp\{-(v/c)^k\}$$

Parameter ทั้งสองคือ c และ k สมการนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าใกล้เคียงกับการกระจายความถี่ของข้อมูลความเร็วลมมาก และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย Weibul Distribution นี้ เหมาะสำหรับงานวิเคราะห์ทางด้าน Mathematical Model ของการวิเคราะห์ระบบกังหันลม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และสถิติเป็นอย่างมาก

เป็นที่น่าสังเกตว่าการวิเคราะห์นี้ ได้อาศัยข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีสถานีตรวจอากาศหลายแห่ง ในตอนแรกตั้งสถานีใหม่ ๆ นั้น ก็อาจถูกต้องตามหลักการของกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งต้องการพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ แต่ปัจจุบันบริเวณนั้น ส่วนมากกลายเป็นชุมชนที่มีอาคาร หรือต้นไม้สูงอยู่ล้อมรอบ ทำให้ข้อมูลที่วัดได้เกิดความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้อุปกรณ์การวัดความเร็วลมควรมีการตรวจสอบเทียบมาตรฐานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้ว มักจะไม่มีการตรวจสอบหลังการติดตั้งเลย

ปัจจุบัน กรมอุตุนิยมวิทยาได้รับความช่วยเหลือทางด้านการเก็บข้อมูลพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์และลม จาก USIAD ทำให้ได้รับอุปกรณ์ที่ทันสมัยหลายชนิดพร้อมทั้งอุปกรณ์สอบเทียบมาตรฐานของเครื่องวัดด้วย กรมอุตุนิยมวิทยาได้ร่วมมือกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีในการวิเคราะห์ข้อมูลลมใหม่พร้อมกันนี้ Dr.Exell ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำปรึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าอีกไม่นานนัก ก็คงจะได้ข้อมูลลม และศักยภาพของพลังงานลมที่ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

Meier และ Merson [9] ได้จำแนกระดับความเร็วเฉลี่ยที่ความสูง 10 เมตร จากพื้นดินที่เหมาะสม สำหรับการใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- ระดับต่ำ 4 - 5 เมตรต่อวินาที
- ระดับปานกลาง 5 - 7 เมตรต่อวินาที
- ระดับสูง ตั้งแต่ 7 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป

ส่วนกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ เช่น กังหันลมแบบหลายใบพัดที่จำหน่ายในประเทศสามารถใช้งานได้กับความเร็วลมเฉลี่ยต่ำถึง 3 เมตรต่อวินาที หากความเร็ว

เฉลี่ยต่ำกว่านี้พลังงานที่ได้จะน้อยจนไม่น่านำมาใช้ประโยชน์ได้

หากพิจารณาถึงสถิติข้อมูลลม เท่าที่กรมอุตุนิยมวิทยาได้บันทึกไว้ในสถิติภูมิอากาศของประเทศและใช้ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปี 3 เมตรต่อวินาที เป็นเกณฑ์ จะมีจำนวนสถานีตรวจอากาศประมาณร้อยละ 80 ที่มีความเร็วลมต่ำกว่า 3 เมตรต่อวินาที สำหรับประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไป จัดได้ว่ามีศักยภาพต่ำ แต่บริเวณตามชายฝั่งอ่าวไทย และทางภาคใต้ของประเทศ รวมทั้งบริเวณที่ราบใกล้ปากแม่น้ำเจ้าพระยาจัดได้ว่าพอมีความหวังอยู่บ้างดังแสดงรายละเอียดในตารางที่1 อย่างไรก็ตาม การศึกษาและวิเคราะห์ ข้อมูลลมที่กรมอุตุนิยมวิทยาจะจัดทำขึ้นใหม่อาจให้ข้อสรุปที่ดีกว่านี้

กังหันลมที่ใช้กันมากในประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ได้แก่ กังหันลมแบบใบกังหันไม้ ใช้วิดน้ำเข้านาข้าวบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา กังหันใบเสื่อลำแพนใช้วิดน้ำเค็มเข้านาเกลือบริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม และกังหันลมแบบใบกังหันหลายใบทำด้วยแผ่นเหล็กใช้สำหรับสูบน้ำลึก เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อ ขึ้นไปเก็บในถังหักเก็บ

กังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในเมืองไทย ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาและทดสอบ และยังไม่ถึงขั้นจำหน่ายในท้องตลาด เช่นเดียวกับกังหันลมที่ใช้ในการสูบน้ำ อย่างไรก็ตาม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาในประเทศ ได้ทำการศึกษา ทดลองสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับสภาพพลังงานลมของประเทศไทยกล่าวคือ ทำการศึกษาระบบกังหันลมแบบแดร์เรียส ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระบบกังหันลมพรอเพลเลอร์ กับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นอกจากนี้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยก็ทำการทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบพรอเพลเลอร์ ที่จัดหาจากต่างประเทศ โดยติดตั้งทดสอบบริเวณแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ประกอบด้วย กังหันลม Aerowatt ขนาด 1 กิโลวัตต์ จากฝรั่งเศส กังหันลม Dunlite ขนาด 2 กิโลวัตต์ จากออสเตรเลีย และกังหันลม ASEA ขนาด 0.875 และ 18.5 กิโลวัตต์ จากสวีเดน ซึ่งกังหันลม ASEA 18.5 กิโลวัตต์นี้ จะทำการทดสอบระบบจ่ายไฟฟ้าร่วม (Hybrid) กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 5 กิโลวัตต์ เพื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต่อไป

8. การศึกษาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

8.1 ต้นทุนกังหันลมผลิตไฟฟ้า กรณีผลิตกังหันลมในเชิงพาณิชย์ราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 600,000 บาท/kW(ขนาดกำลังผลิตประมาณ 30 วัตต์) ถึง 30,000บาท/kW (ขนาดกำลังผลิต 10 - 15 kW)

กรณีกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่จะเป็นกังหันลมทดลองต้นแบบในขนาดกำลังผลิต 100 - 1000 kW ซึ่งราคาอยู่ระหว่าง 20,000 - 30,000 บาท/kW ราคาที่ลดลงตามขนาดของกังหันลมที่โตขึ้นก็ยังไม่สามารถจะกำหนดได้แน่นอน

8.2 ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา กังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยทั่วไปจะออกแบบให้มีการควบคุม การทำงานโดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามนักวิชาการที่ทำการติดตั้งทดสอบระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า กำหนดให้ ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาปีละ 4% ของราคากังหันลม

8.3 ราคากระแสไฟฟ้า ตัวประกอบหลักของราคากระแสไฟฟ้าขึ้นกับคุณลักษณะของกังหนลม และสถานที่ติดตั้ง อย่างไรก็ตามตัวประกอบอื่น ๆ อาทิ เช่น อัตราดอกเบี้ย ก็มี

ผลการเปลี่ยนแปลงราคากระแสไฟฟ้าเช่นกัน

ตัวอย่างการศึกษา

o ราคากังหันลม	50,000 บาท/kW
o ค่าบำรุงรักษา/ดำเนินการ	2,000 บาท/ปี
o อายุการใช้งาน	20 ปี
o อัตราดอกเบี้ย	10 %
o ช่วงเวลาการใช้งานเต็มกำลังผลิต	3000 - 4500 ชม/ปี
o ราคาเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า	2.6 - 2 บาท/kWh

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาที่ราคากังหันลมตั้งแต่ 30,000 - 200,000 บาทต่อกิโลวัตต์ และที่ เวลาการใช้งานเต็มกำลังผลิต (Capacity Factor) ต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 1 - 51 %

9. สรุป

กังหันลมขนาดเล็กเพื่อการสูบน้ำ และการผลิตไฟฟ้ามีจำหน่ายแล้วในต่างประเทศ แต่กังหันลมขนาดใหญ่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ายังอยู่ในระหว่างการพัฒนา พลังงานลมในเมืองไทยโดยทั่ว ๆ ไปแล้วยังไม่ดึงดูดใจเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามกังหันลม เพื่อการวิดน้ำก็ได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในบางจังหวัดบริเวณอ่าวไทย การศึกษาและสำรวจในรายละเอียดอย่างถูกต้องจะทำให้ได้ผลและข้อสรุปที่ดีกว่าข้อสรุปในปัจจุบัน

10. เอกสารอ้างอิง

[1]. The Flow of Energy in Industrial Society. Earl Cook, Scientific American, September 1971.

[2]. Modele de Calcul du Rendement Aerodynamique d'un Rotor d'Eolienne, P.Leclere, Direction des Etudes et Recherches, Electricitė de France , France, 1981.

[3]. FRANK R. ELDRIDGE, Wind Machine, The MITRE Corporation, October, 1975.

[4]. สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 25 ปี (พ.ศ.2494- 2518) กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ.2520

[5]. ผังลมของประเทศไทยในคาบ 20 ปี (พ.ศ. 2494-2513) กรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ.2519

[6]. บุญชัย เงินสุวัสดิ์ การวิเคราะห์สภาพลมของประเทศไทย และการออกแบบกังหันลมให้เหมาะสมกับท้องถิ่น หนังสือภาคนิพนธ์ของ ส.จ.พ.,พ.ศ.2524

[7]. EXELL, R.H.B. et al., Availability of Wind Energy in Thailand, RERIC, AIT, June, 1981.

[8]. EXELL, R.H.B. Surface Wind Distributions in Thailand, AIT,1981.

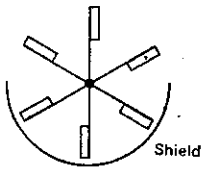
[9]. MEIER, R.W. and MERSON, T.J., Technology Assessment of Wind Energy Conversion Systems U.S. DOE, Washington, D.C.,1980.

VERTICAL AXIS

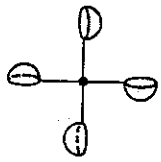
PRIMARILY DRAG-TYPE

Savonius

Multi-Bladed Savonius

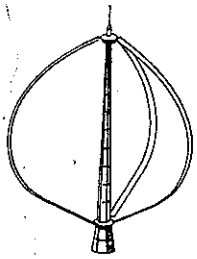


Plates

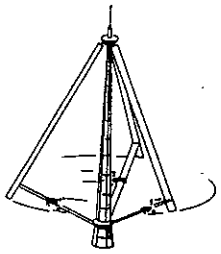


Cupped

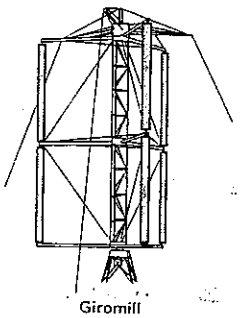
PRIMARILY LIFT-TYPE



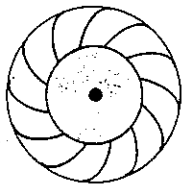
ϕ-Darrieus



Δ-Darrieus

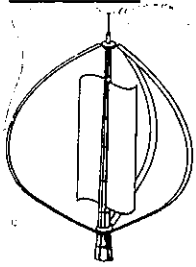


Giromill



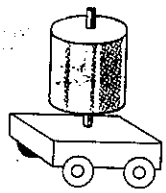
Turbine

COMBINATIONS

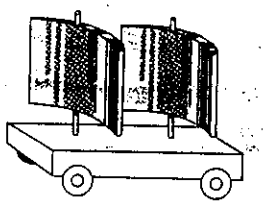


Savonius/ϕ-Darrieus

Split Savonius

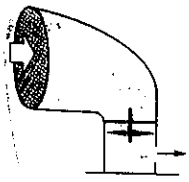


Magnus

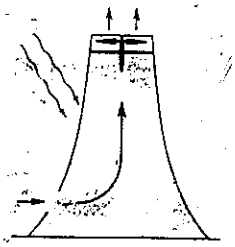


Airfoil

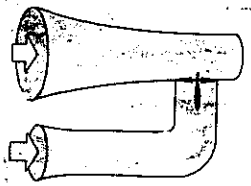
OTHERS



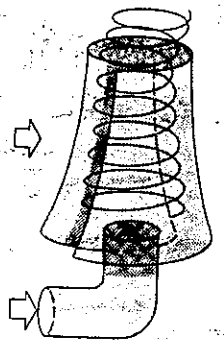
Deflector



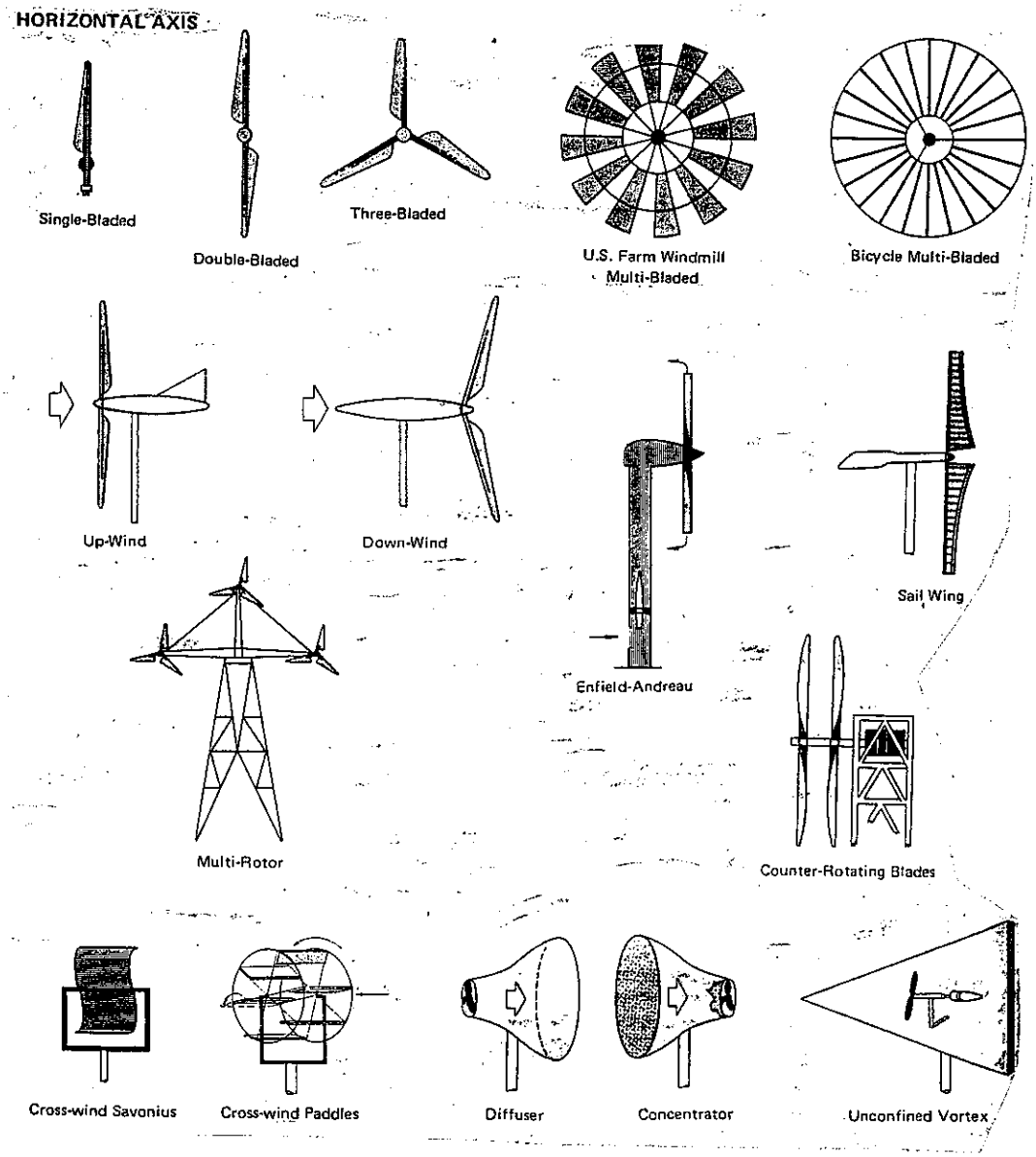
Sunlight



Venturi



Confined Vortex


HORIZONTAL AXIS
Single-Bladed
Double-Bladed
Three-Bladed
U.S. Farm Windmill
Multi-Bladed
Bicycle Multi-Bladed
Up-Wind
Down-Wind
Enfield-Andreau
Sail Wing
Multi-Rotor
Counter-Rotating Blades
Cross-wind Savonius
Cross-wind Paddles
Diffuser
Concentrator
Unconfined Vortex