หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังลม

กล่าวได้ว่า พลังงานลมเป็นพลังงานส่วนหนึ่งที่ได้มาจากดวงอาทิตย์* โดยทางอ้อม เนื่องจากพื้นผิวโลกแต่ละแห่งได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของมวลของอากาศ จากที่อุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เราเรียกว่า ลม นั่นเอง

2.1 พลังของลม

ประโยชน์ของลมจาก Kinetic Energy จะนำไปสู่พลังงาน ซึ่งใช้ประโยชน์มาตั้งแต่โบราณ เช่น ใช้ในการขนส่ง จากเรือใบ หรือใช้ในงานโม่บดเมล็ดพืช ตลอดจนสูบน้ำ เป็นต้น ระบบลมเกิดจากการกระจายตัวของการแผ่รังสีไม่สมดุลย์กัน (Unequal Distribution of Radiation) ระหว่างขั้วโลก และเส้นศูนย์สูตร อุณหภูมิของพื้นที่ที่ไม่เท่ากัน จากทวีป และภาคสมุทร ทะเล หรือผลจากการที่โลกหมุน ซึ่งจะทำให้เกิดลม และลมนี้จะแปรเปลี่ยนความเร็ว และทิศทางด้วยแรงหลัก 3 อย่าง คือ

1. Pressure gradient force จากทิศทางที่มีความดันสูง สู่ความดันที่ต่ำกว่า เช่น การเคลื่อนที่ของอากาศจะไหลสู่ที่สูญญากาศ
2. Coriolis force เป็นอิทธิพลสำคัญที่ทำให้อากาศเคลื่อนที่มีทิศทางไปทางขวา สำหรับทิศทางของอากาศที่เคลื่อนที่ในทางทิศเหนือ Hemisphere และเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ในทิศใต้ของ Hemisphere

---

*พลังงานที่เกิดจากดวงอาทิตย์บนผิวโลกแต่ละปี = 5300 Q (10^{18} Btu) และประมาณ 88 Q (25,800 Kilowatt hours) เป็นพลังงานจากการเคลื่อนไหวของลม

Coriolis force นี้ จะเปลี่ยนทิศทางเท่านั้น แต่ไม่ทำให้ความเร็วลดลง

3. Friction กระทำบนอากาศขณะที่เคลื่อนไหว ลดความเร็วของลมลง จะมีแรงเสียดทานนี้มาก เมื่อลมอยู่ในบรรยากาศใกล้กับพื้นดิน

สำหรับการนำพลังงานของลมมาใช้โดยกังหันลม ตามทฤษฎีกังหันลมจะรับพลังงานมาจากพลังของลมเพียง 59.3% นอกจากนั้นพลังงานที่ได้ยังขึ้นอยู่กับโมเมนตั้ม (Momentum) และใบ ซึ่งปัจจุบันจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเพียง 70% ของประสิทธิภาพกังหันลมทางทฤษฎีเท่านั้น ดังนั้น จาก 59.3% ของพลังงานลมที่ได้รับจะเหลือเท่าไรก็ขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของลม ซึ่งลดลงเมื่ออยู่ใกล้พื้นดินประสิทธิภาพการรับลมของกังหัน การลดลงจากแรงเสียดทานของเฟือง และระบบถ่ายทอดกำลัง ตลอดจนปัจจัยอื่น ๆ การที่จะให้กังหันลมทำงาน ความเร็วลมจะต้องมากกว่า 10 ไมล์/ชั่วโมง (16 กิโลเมตร/ชั่วโมง)

2.2 ความเร็วลมบนพื้นที่

พลังงานที่เกิดขึ้นสำหรับการเคลื่อนไหวของลม จะเป็นสัดส่วนกำลังสามของความเร็วลม ถ้าหากว่าลมมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า กำลังที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่าตัว ถ้ากำหนด

ρ = มวลของอากาศต่อ 1 ปริมาตร

= ความหนาแน่นของอากาศ

V = ความเร็วของลม

A = พื้นที่หน้าตัดที่ลมผ่าน

แรงงานกลที่เกิดขึ้น $P = \frac{1}{2} \rho AV.V^2 = \frac{1}{2} \rho AV^3$

จากที่กล่าวมาแล้ว พลังงานกลที่เกิดขึ้นนี้เป็นพลังงานที่เกิดจากลม ซึ่งเราสามารถนำมาใช้เป็นบางส่วนเท่านั้น ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่นำพลังงานลมมาใช้ หรือกล่าวได้ว่า เพราะประสิทธิภาพของกังหันลมแต่ละแบบ แต่ละชนิด (ดูในบทที่ 3 กังหันลม)

ถ้าเราให้ ρ = 0.08 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต หรือ

= 1,290 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จะได้ P = $K.AV^3$ สำหรับค่า K จะได้จากตาราง[1]

หน่วยของพลังงาน P	หน่วยของพื้นที่ A	หน่วยของความเร็วลม V	ค่าของ K
กิโลวัตต์	ตารางฟุต	ไมล์ต่อชั่วโมง	0.0000053
กิโลวัตต์	ตารางฟุต	น๊อต	0.0000081
แรงม้า	ตารางฟุต	ไมล์ต่อชั่วโมง	0.0000071
วัตต์	ตารางฟุต	ฟุตต่อวินาที	0.00168
กิโลวัตต์	ตารางเมตร	เมตรต่อวินาที	0.00064
กิโลวัตต์	ตารางเมตร	กิโลเมตรต่อชั่วโมง	0.0000137

---

[1] James Sencenbaugh Electrical Engineer, "Wind Driven Generators." Wind/Energy Primer, p. 77.

สำหรับประสิทธิภาพของกังหันลมแบบต่าง ๆ นั้น เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของความเร็วของปลายใบพัดต่อความเร็วลมในทางทฤษฎี ดังตารางต่อไปนี้[1]

แบบของกังหันลม	ประสิทธิภาพ %	อัตราส่วนของความเร็วของปลายใบพัดต่อความเร็วของลม U/V
แบบดัชโบราณ	5 - 10	0.5 - 1.0
แบบฮอลแลนด์ (4 ใบ)	20 - 22	2.3 - 2.5
แบบหลายใบ	15 - 30	1.0 - 2.0
แบบซาโวเนียส	30 - 35	0.7 - 1.7
แบบวินเทอร์ไบน์	35 - 40	5.0 - 10.0

เมื่อพลังงานที่ได้เป็นสัดส่วนตามกำลังสามของความเร็วลม

$$P = K.AV^3$$

จากความสัมพันธ์อันนี้ เราจะต้องเลือกสถานที่ตั้งที่ Optimum ที่สุด การเลือกขึ้นอยู่กับข้อมูล 2 ลักษณะ ซึ่งจะเป็นตัวชี้ของลักษณะของลมตามสถานที่ ประการแรก คือ

1. บันทึกเกี่ยวกับลม ซึ่งใกล้เคียงกับสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา เราจะดูข้อมูลเกี่ยวกับ

- พื้นที่ที่มีความเร็วลมสูงสุด
- ทิศทางของลม

---

[1] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) และ สจธ., สัมมนาวิชาการ เรื่อง Solar Energy and Application. (ธันวาคม 2521).

- ความเร็วลม vs. ความสูง
- ความสม่ำเสมอ และการแปรเปลี่ยนของความเร็วลมในปี
- การชี้ลม (แสดง) ค่าของลมในแต่ละเดือน ในรอบปี
- ความเร็วสูงสุด และระยะเวลาที่ลมสงัด

2. ข้อมูลจากการวัดบนพื้นที่ที่ต้องการวัดโดยตรง เพื่อให้ได้ความละเอียดถูกต้องของความเร็วลมอย่างน้อยจะต้องใช้เวลา 2 ปี ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามความสูง ความเร็วลมจะน้อยลง เนื่องจากแรงเสียดทานภาคพื้นดิน ดังนั้น จะต้องอ่านค่าจากความสูงต่าง ๆ เพื่อจะหาจุดที่ต่ำที่สุดที่จะติดตั้งกังหันลมนี้

การวิเคราะห์จะต้องแสดงหาความเร็วลมที่เกิดขึ้นบนพื้นที่อาจใช้หุ่นจำลอง และอุโมงค์ลมในการวิเคราะห์ปัญหา

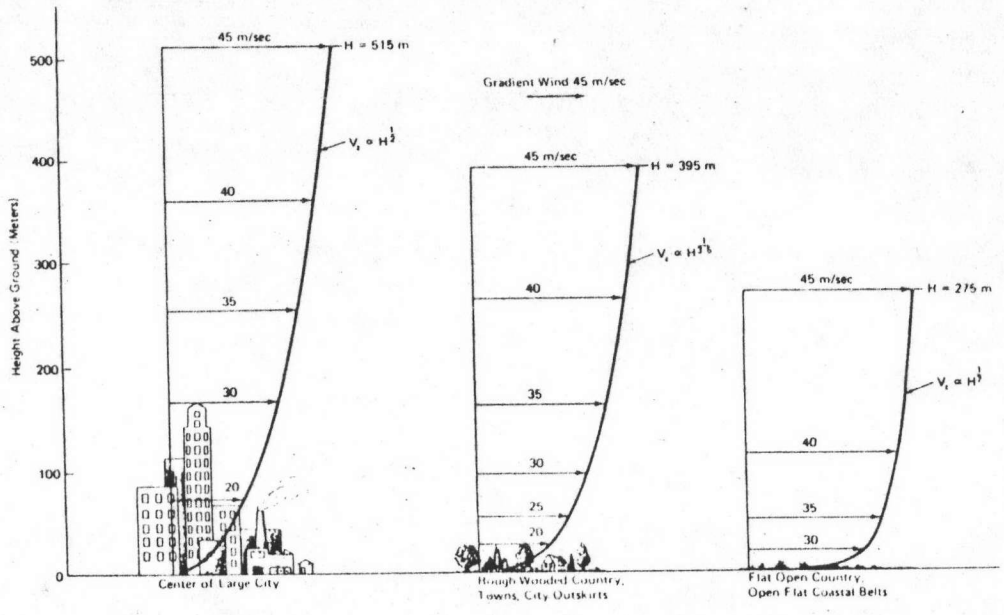
ในการเลือกสถานที่การติดตั้งกังหันลม เพื่อให้ผลลัพธ์ดีที่สุดควรเลือกในลักษณะ Smoothly Shaped Hill พร้อมทั้งคำนึงถึงระดับความสูง

2.3 ลักษณะทั่วไปของลมภายในประเทศ

ตามธรรมชาติลมจะพัดมากน้อยขึ้นอยู่กับสถานที่ ฤดูกาล และความสูงจากพื้นดิน แถบที่ราบ หรือแถบฝั่งทะเล จะมีลมแรง และสม่ำเสมอกว่าแถบที่เป็นภูเขาสูง ความเร็วของลมในแต่ละช่วง เวลาของวันก็เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ในแต่ละแห่ง เช่น แถบฝั่งทะเลบางแห่งจะมีความเร็วของลมในเวลากลางวันแรงกว่าความเร็วของลมในเวลากลางคืน เป็นต้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของทวีปเอเชีย ซึ่งมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือหรือจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้กังหันสำหรับสูบน้ำ เพื่อการเกษตรโดยเฉพาะในภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

ดูภาคผนวก ข. ตัวอย่างผัง, ตารางทิศทาง และความเร็วของลม

รูปที่ 2.1 ผังแสดงความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น vs. ความสูง[1]



ในเมือง ในชนบท ทองทุ่ง

ที่มา : Solar Energy Task Force Report,
Project Independence Blueprint
Federal Energy Administration November 1974.

---

[1]Rober L. Loftness, Energy Handbook. p. 362.

2.4 สรุป

จากพลังงานลม เราสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานได้ โดยทั่วไปแล้วพลังงานที่ได้มีขนาด 200 - 400 วัตต์ต่อตารางเมตร[1] ของพื้นที่ที่รับลม แต่ขอบเขตขึ้นอยู่กับบริเวณพื้นที่ที่มีลมเท่านั้น ความเร็วลมที่จะนำมาใช้เป็นพลังงานจะต้องมีความเร็วไม่ต่ำกว่า 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (2 เมตรต่อวินาที หรือ 4.5 ไมล์ต่อชั่วโมง) ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของการใช้งานด้วย เช่น สูบน้ำ ความเร็วลมที่ต้องการ 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ถ้าใช้สำหรับขับกังหันลม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องไม่ต่ำกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (4 เมตรต่อวินาที หรือ 9 ไมล์ต่อชั่วโมง)

ความเร็วลมที่จะเพิ่มสูงขึ้น เป็นสัดส่วนกับความสูงเหนือพื้นดินด้วย ดังรูปที่ 2.1 ผังแสดงความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นต่อความสูงเหนือพื้นดิน

---

[1] Robert L. Loftness, Energy Hand Book.