

การตรวจเอกสาร

ในการนำพลังงานลมมาใช้ นั้น สามารถกระทำได้ทุกสถานที่ แต่มีข้อพิจารณาที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 2 ประการ คือ ความไม่สม่ำเสมอของลมที่อาจแปรปรวนได้ตลอดปี โดยพลังงานที่ได้รับจากลมจะขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วของลม ณ ที่นั้น อีกประการหนึ่งคือ ความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของกังหันลมที่สร้างขึ้น จะสามารถเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานอื่น ๆ ที่ต้องการได้มากน้อยเพียงไร

พลังงานลม

สมการที่ใช้ประมาณค่าของพลังงานลมได้รับการคิดขึ้นโดย Wood ในปี 1970 โดยมีนิยามว่า "พลังงานใน wind stream จะแปรผันโดยตรงกับพื้นที่ของกระแสลม wind stream, A และกำลังที่ 3 ของความเร็วลม, V" ดังสมการที่ 1

	$P$	$=$	$0.00502 \times A \times V^3$	.....	$l$
เมื่อ	$P$	$=$	พลังงานที่ได้รับ		มีหน่วยเป็น วัตต์
	$A$	$=$	พื้นที่ของ wind stream ที่พิจารณา	---	(ฟุต) <sup>2</sup>
	$V$	$=$	ความเร็วลมเฉลี่ย	---	ไมล์ต่อชั่วโมง

สำหรับค่าคงที่ของสมการที่ 1 จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามความหนาแน่นของอากาศ ซึ่งแปรเปลี่ยนตามลักษณะภูมิอากาศ และระดับความสูง

ในการนำพลังงานลมมาใช้ปัญหาที่สำคัญคือ ความสามารถในการรับพลังงานของกังหันลม ในทางทฤษฎีมีเพียง 59.3% และในทางปฏิบัติมีประสิทธิภาพเพียง 40% ซึ่งนับว่าสูงมากแล้ว ดังตารางที่ 1

ลักษณะของลม

ถ้าพิจารณาความเร็วของลมที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ จะพบว่า ความเร็วลมจะมากขึ้นเมื่อระดับสูงขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระดับความสูงของลม แสดงได้จากสมการของ Sellers ในปี 1965

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\log h_1}{\log h_2}$$

เมื่อ  $v_1$  เป็นความเร็วของลมที่ระดับ  $h_1$   
 $v_2$  เป็นความเร็วของลมที่ระดับ  $h_2$

แบบของกังหันลม

กังหันลมได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นหลายแบบด้วยกัน แต่ทั้งนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบแกนหมุนในแนวนอน (Horizontal axis) และแบบแกนหมุนในแนวตั้ง (Vertical axis) จากการเปรียบเทียบของ Wood พบว่าแบบแกนหมุนในแนวนอน จะมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแกนหมุนในแนวตั้ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพของกังหันลมแบบต่าง ๆ

ประเภท	แบบ	ประสิทธิภาพ %
Horizontal axis	High-speed propeller	45
	Multiblade turbine	30
Vertical axis	Darrius rotor	32
	Savonius rotor	16
	Modified savonius rotor	18

ข้อพิจารณาในการก่อสร้างกังหันลม

ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น ในการก่อสร้างกังหันลมนั้นต้องพิจารณาถึงความเร็วลมและความสม่ำเสมอของลมก่อน เพื่อจะได้ทราบถึง Power duration curve ในการพิจารณาถึงความพอเพียงของพลังงานที่ต้องการใช้ จากการวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูลลมจากสถานี

อากาศเกษตรคองงษ์ จ.สงขลา ในการพิจารณา Power duration curve

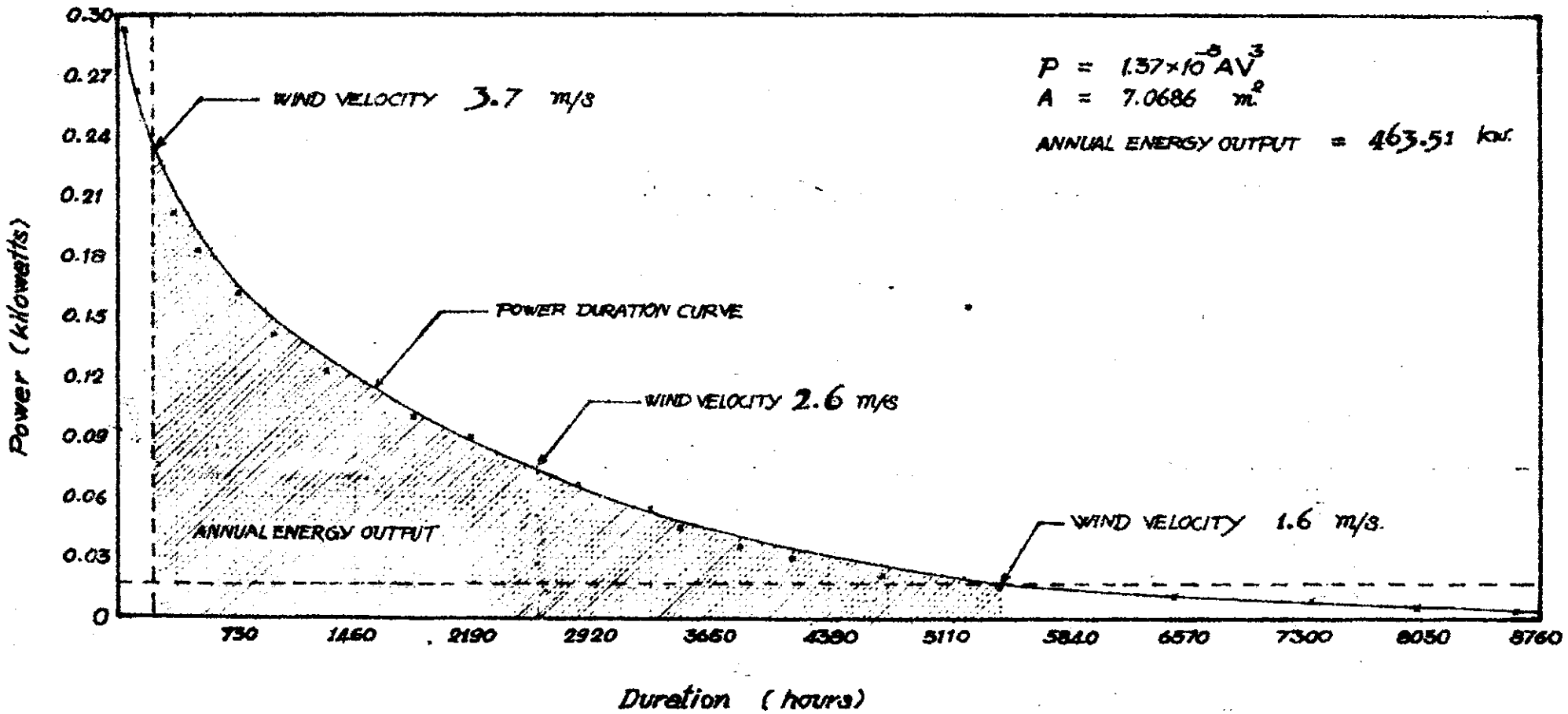
ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าพลังงานและช่วงเวลา ข้อมูลลมจากสถานีอากาศเกษตรคองงษ์

จ.สงขลา

ความเร็วลม(Wind Velocity)			Duration	Power	Remark
ที่สถานีอากาศ	ที่จะตั้งกังหันลม		ระยะเวลา	กำลังงาน	หมายเหตุ
m/s	m/s	km./hr.	(hr.)	(Ku)	
0.4	0.57	2.06	8760	$8.5 \times 10^{-4}$	เปลี่ยน Wind Vel.
0.5	0.72	2.58	8736	$1.658 \times 10^{-3}$	จากระดับ 11 เมตร
0.6	0.86	3.09	8712	$2.86 \times 10^{-3}$	ที่สถานีอากาศฯ เป็น
0.7	1.00	3.61	8592	$4.55 \times 10^{-3}$	Wind Vel. ที่ระดับ
0.8	1.16	4.16	8016	$6.98 \times 10^{-3}$	31 เมตร โดยไซตุตร
0.9	1.29	4.64	7344	$9.68 \times 10^{-3}$	$V_1 = \log h_1$
1.0	1.43	5.16	6504	0.013	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\log h_1}{\log h_2}$
1.1	1.58	5.67	5448	0.018	
1.2	1.72	6.19	4728	0.023	Power, $P=1.37 \times 10^{-5} AV^3$
1.3	1.86	6.70	4104	0.029	(Amnuay Sittichareonchai)
1.4	2.01	7.22	3840	0.036	ใช้ $A = \frac{\pi}{4} d^2$ ที่
1.5	2.15	7.73	3432	0.045	
1.6	2.29	8.25	3264	0.054	d= 3 m.
1.7	2.43	8.76	2832	0.065	
1.8	2.58	9.28	2616	0.077	Ratio
1.9	2.72	9.80	2160	0.091	= 1:2.67
2.0	2.86	10.31	1800	0.106	
2.1	3.01	10.83	1296	0.123	
2.2	3.15	11.34	960	0.141	
2.3	3.29	11.86	744	0.161	
2.4	3.44	12.37	504	0.183	
2.5	3.58	12.89	336	0.207	
2.6	3.72	13.40	216	0.233	
2.7	3.87	13.92	120	0.261	
2.8	4.01	14.44	48	0.291	

รูปที่ 1) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานลมกับช่วงเวลาของลมบริเวณที่ตั้งกังหันลมโดยใช้การเปรียบเทียบจากข้อมูลลมสถานีอากาศบางทรายใหญ่ สงขลา



ชนิดของไม้ไผ่

ไม้ไผ่เป็นพันธุ์ไม้จำพวกหญ้า มีต้นเป็นลำ เจริญเติบโตขึ้นมาจาก "เหง้า" ขึ้นอยู่เป็นกอๆ งอกงามแพร่หลายอยู่ทั่วไป ในทวีปเอเชีย ถือเป็นพันธุ์ไม้เมืองร้อน แต่ต้นไผ่ก็สามารถเจริญเติบโตได้ในแถบซึ่งมีอากาศอบอุ่น หรือหนาวจัดมีลมแรงและมีหิมะตกในฤดูหนาว ซึ่งจะทำให้ไม้ไผ่ที่ขึ้นอยู่ในแถบนี้มีลักษณะพิเศษ คือเนื้อไม้แข็งและมีความยืดหยุ่นมากเช่นไม้ไผ่ที่ขึ้นอยู่ในประเทศญี่ปุ่น

ปกติไม้ไผ่จะขึ้นงอกงามได้ดีในดินปนทราย มีกาขยายน้ำที่โคนไม่เป็นที่ที่มีน้ำแช่ขัง สภาพของดินควรมีสภาพเป็นกรด ในประเทศไทยไม้ไผ่มีอยู่คลุมสมบูรณ์ในป่าธรรมชาติและตามครัวเรือนที่ปลูกไว้ใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะป่าไผ่ในจังหวัดกาญจนบุรี จัดเป็นป่าไผ่ที่หนาแน่นที่สุดในประเทศไทย

พันธุ์หรือชนิดของไม้ไผ่เท่าที่มีผู้ศึกษาไว้ปรากฏว่ามีกว่า 1250 ชนิด สำหรับในประเทศไทยไม้ไผ่ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. ไผ่เหลืองหรือพุทท เป็นไม้ไผ่ที่มีสีสวย ปล้องสั้นมีความสูงเต็มที่ 20 ฟุต
2. ไผ่สีสุก เมื่อแก่จัดจะมีสีเหลืองส้ม และมีลวดลายสีเหลืองสลับเป็นไม้ที่เป็นเครื่องมือนิยมนำใช้ในการทำเครื่องมือ เครื่องใช้มากที่สุด มีความยาวสูงสุด 50 ฟุต ไร่รวก เป็นไม้ที่มีลำต้นเล็กๆ

โครงสร้างของไม้ไผ่จะประกอบด้วย fiber เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแยกออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. outer fiber เป็นส่วนบริเวณตอนนอกของลำต้นซึ่งจะประกอบด้วย fiber ประมาณ 40-60% และจะมีสีเหลือง
2. inner layer เป็นส่วนในของลำต้น ซึ่งจะประกอบด้วย fiber ประมาณ 15-30% และจะมีสีขาว ส่วนของ inner layer จะมีความหนาแน่นน้อยกว่า outer layer

คุณสมบัติของไม้ไผ่

คุณสมบัติของไม้ไผ่จะแปรผันตามอายุและชนิดของไม้ไผ่ และไม้ไผ่จากส่วน

ต่างกันของลำต้น ( ยอด, โคน หรือบริเวณกลางลำต้น ) ก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป คุณสมบัติที่สำคัญของไม้ไผ่ สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณของ fiber ไม้ไผ่ที่มีอายุมากจะมีปริมาณของ fiber มากขึ้นน้อย และไม้ไผ่ที่บริเวณโคนลำต้นจะมีปริมาณ fiber มากกว่าบริเวณส่วนกลางหรือส่วนยอดของลำต้น

2. การดูดซึมน้ำ ไม้ไผ่มีการดูดซึมน้ำ ได้ค่อนข้างสูงและส่วนในของไม้ไผ่จะดูดซึมน้ำได้มากกว่าบริเวณผิวด้านนอก การดูดซึมน้ำของไม้ไผ่นอกจากจะแปรผันตามชนิดของไม้ไผ่แล้วยังแปรผันตามอายุและระยะเวลาการบ่มไม้ไผ่ด้วย ถ้าต้องการจะลดความชื้นในไม้ไผ่ ก็ควรที่จะทำการตัดไม้ไผ่ในช่วงเวลาที่ฤดูแล้งใกล้จะสิ้นสุดเพราะค่าความชื้นของไม้ไผ่ในขณะนั้นจะมีค่าต่ำกว่าปกติ และจะมีผลทำให้สามารถลดการพองตัวหรือหดตัวของไม้ไผ่ได้มาก

3. ความแข็งแรง ส่วนที่เป็น outer layer จะมีความแข็งแรงมากกว่าส่วน inner layer โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณผิวของไม้ไผ่จะเป็นส่วนที่มี tensile strength สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ เท่าที่ได้มีการทดสอบพบว่า tensile strength สูงสุดของไม้ไผ่มีค่าประมาณ  $1,800 \text{ กก./ซม}^2$  ค่า Modulus of Elasticity ประมาณ  $1.94 \times 10^5 \text{ กก./ซม}^2$  และมีค่า Specific gravity ประมาณ 0.3-0.8

ไม้ไผ่ที่แห้งโดยธรรมชาติจะมีค่า tensile strength สูงมากกว่าไม้ไผ่ที่ทำให้แห้งโดยผ่านการอบ ไม้ไผ่ที่ผ่านการอบจะมีความเปราะมากกว่าและจะมีลักษณะโค้งเมื่อรับแรงดึงจะเกิดการแตกหักได้ง่าย

การป้องกันไม้ไผ่ไม่ให้ตัวแมลงทำลาย

ไม้ไผ่เมื่อเก็บไว้นานๆจะเกิดมีตัวแมลงมาทำลาย ผลของการศึกษาปรากฏว่า ตัวแมลงที่ทำลายไม้ไผ่นั้นเท่าที่พบมีอยู่ 2 ชนิด คือ *Dinoderus minutus* กับ *Conartheus minutus* แมลงเหล่านี้ทำอันตรายแก่ไม้ไผ่โดยเจาะเป็นรูเข้าไปแล้วไปกินเนื้อไม้ภายในทำให้ไม้ไผ่ผุ ไม้ไผ่ที่มีอายุน้อยและเนื้ออ่อนจะถูกทำลายโดยแมลงได้ง่ายกว่าไม้ไผ่ที่มีอายุมากและเนื้อแข็ง อาหารที่ตัวแมลงชอบกินคือ การโบไฮเดรตที่มีอยู่ในเนื้อไม้ไผ่  
วิธีธรรมชาติที่ชาวบ้านใช้ป้องกันตัวแมลงและเพื่อให้เก็บไม้ไผ่ได้นานคือ

เอาไม้ไผ่แท้ไว้ในน้ำเป็นเวลานานๆ ความประสงค์ของการแช่น้ำก็เพื่อให้ส่วนที่เป็นคาร์คาร์โบไฮเดรต เนื้อเยื่อและละลายน้ำไปหมด เมื่อแช่ไว้เป็นเวลานานพอสมควรแล้วจะทองเอาเอาออกมาตากให้แห้งเสียก่อนจึงจะใช้ประโยชน์เป็นสิ่งของต่างๆ ได้

การเอาไม้ไผ่สดมาแช่น้ำตามวิธีดังกล่าวมานั้นต้องเสียเวลานานและไม่จะมีกลิ่นเหม็นเนื่องจากการบูดเน่าของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในไม้ไผ่ วิธีป้องกันอีกวิธีหนึ่งโดยการทายาป้องกันแมลง ยาที่ใช้กันโดยลึคือ คีคี้ที ละลายน้ำมันก๊าด หรือน้ำมันดีเซล วิธีทำคือใช้คีคี้ที ชนิดผง 5 ส่วน ในสารละลายทั้งหมด 100 ส่วน เมื่อทาแล้วปล่อยให้แห้งจึงทาที่อีกครั้งหนึ่ง ไม้ไผ่ที่ใช้สารละลายของคีคี้ที ทาจะไม่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปอย่างใดเลย ข้อสังเกตในการทาคือถ้าเป็นส่วนที่ไม่ใช้ผิว หรือตรงที่เป็นส่วนตัด ควรทาให้มากเพื่อให้ยาซึมเข้าไปในเนื้อไม้ค้ำขึ้น

การเลือกไม้ไผ่เพื่อทำกังหันลม

ไม้ไผ่ที่จะนำมาทำกังหันลมนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกไม้ไผ่ลำที่แก่เต็มที่ (อายุประมาณ 2-3 ปี) ปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อใช้ไม้ไผ่ที่อ่อนมาทำกังหันคือ จะแตกร้าวหรือบิดงอ เมื่อได้รับความชื้นและความร้อน ไม้ไผ่ที่ควรที่จะเลือกใช้คือ ไม้ไผ่สาน ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 4 นิ้ว เพราะไม้ไผ่สานเมื่อรวมเหนียวและทนต่อสภาพภูมิอากาศ

การสังเกตอายุของไม้ไผ่เพื่อให้ได้ลำที่แก่เต็มที่ มีหลักการสังเกตดังนี้

- ลำที่แก่มีสีเขียวจาง ส่วนของลำต้นที่ได้รับแสงแดดจะมีสีใบทองแห้ง กายใบซึ่งห่อหุ้มตาจะร่วงหลุดออกหมดแล้ว
- กิ่งก้านจะมีอยู่น้อยมากโดยเฉพาะบริเวณโคนและกลางต้น จะมีก็เพียงกิ่งเล็กๆ เท่านั้น
- ใบจะมีขนาดเล็กอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับลำที่ยังอ่อนอยู่ ซึ่งจะมีกิ่งก้านมากตลอดลำและมีใบโตสีเขียวเข้ม

ส่วนไม้ไผ่อีกชนิดหนึ่งที่จะต้องเลือกใช้เพื่อนำมาทำกังหันก็คือ ไม้ไผ่รวก ซึ่งมีขนาดลำเล็ก มีความตรงสม่ำเสมอและทนต่อสภาพภูมิอากาศ วิธีการเลือกลำที่แก่ก็อาศัยวิธีการเดียวกับไม้ไผ่สาน

การเตรียมไม้ไผ่ก่อนนำมาทำกังหันลม

เมื่อเลือกได้ไม้ไผ่ที่แก่ตามต้องการแล้ว ให้ตัดแล้วนำมาแช่น้ำทันทีเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยแช่น้ำไว้ประมาณ 10 วันถ้าแช่ในบริเวณที่มีน้ำไหลตลอดเวลาจะเป็นการดีมาก การแช่น้ำนี้เพื่อขจัดคาร์ทีเป็นอาหารของพวกแมลงต่างๆ ทำให้รักษาความทนทานของไม้ไผ่ไม่แตกและบิดได้ง่าย วิธีลัดก็ง่ายง่าย คือ บากที่ตำแหน่งคานล่างของตาแล้ว หักจากคานบนลงมา

จึง