

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมที่จังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการผลิต เช่น วัสดุอุปกรณ์ ราคา กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ระยะเวลาคืนทุน เป็นต้น และได้คำนึงถึงประสิทธิภาพความทนทานของวัสดุด้วย อย่างไรก็ตามในอนาคตประเทศไทยน่าจะมีความสนใจในเทคโนโลยีด้านนี้และพัฒนาให้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นเพื่อรองรับการขาดแคลนพลังงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

4.1 ผลการศึกษาด้านวิศวกรรม

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วลม

จากข้อมูลความเร็วลมที่ได้รับจากกรมอุตุนิยมวิทยา สามารถนำความเร็วลมและทิศทางลมที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์ได้ดังตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงความเร็วลมที่เกิดขึ้นและทิศทางลมที่พัดผ่านจังหวัดพิษณุโลก ปี 2001

เดือน	ทิศทาง	ความเร็วลม(m/s)
มกราคม	ทิศระหว่างทิศใต้กับทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW)	4.17
กุมภาพันธ์	ทิศใต้ (S)	4.72
มีนาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันออกกับทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ESE)	10.28
เมษายน	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNE)	8.89
พฤษภาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WNW)	10.83
มิถุนายน	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	9.17
กรกฎาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WNW)	10.28
สิงหาคม	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	10.83
กันยายน	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	10.28
ตุลาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNE)	7.78
พฤศจิกายน	ทิศเหนือ (N)	4.17
ธันวาคม	ทิศเหนือ (N)	6.11

ตารางที่ 4.2 แสดงความเร็วลมที่เกิดขึ้นและทิศทางลมที่พัดผ่านจังหวัดพิษณุโลก ปี 2002

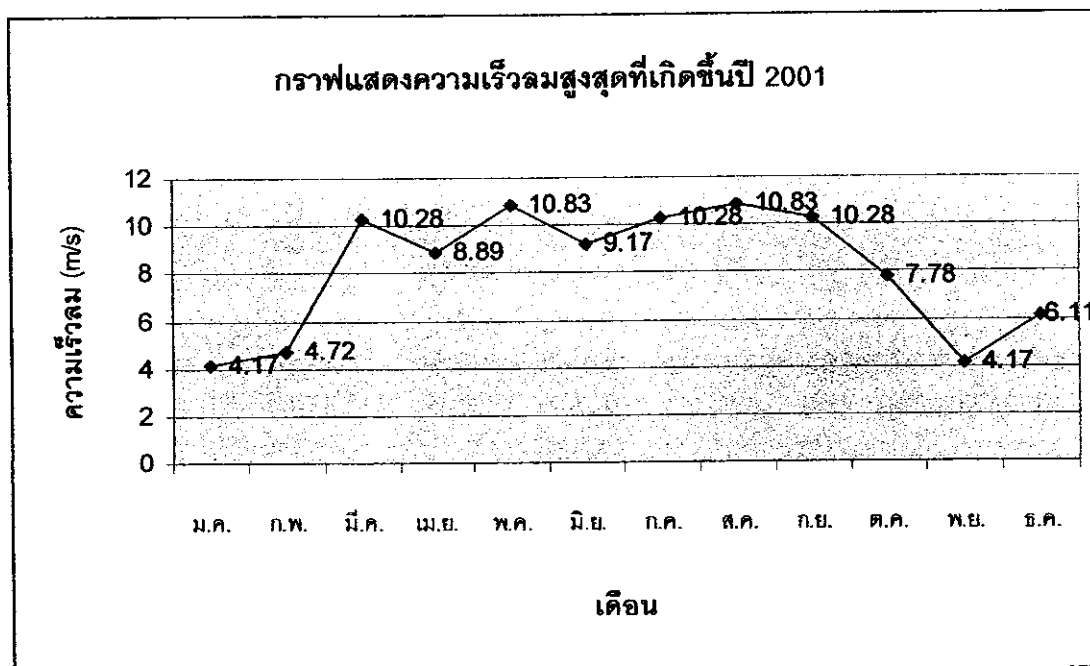
เดือน	ทิศทาง	ความเร็วลม(m/s)
มกราคม	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศตะวันออกเฉียงใต้(ENE)	5.28
กุมภาพันธ์	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้กับทิศใต้ (SSE)	5.28
มีนาคม	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	7.78
เมษายน	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้กับทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ESE)	18.06
พฤษภาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้กับทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ESE)	10.28
มิถุนายน	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	10.28
กรกฎาคม	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	8.33
สิงหาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	7.78
กันยายน	ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	8.33
ตุลาคม	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	10.28
พฤศจิกายน	ทิศระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้กับทิศใต้ (SSE)	6.11
ธันวาคม	ทิศตะวันออก (E)	6.67

ตารางที่ 4.3 แสดงความเร็วลมที่เกิดขึ้นและทิศทางลมที่พัดผ่านจังหวัดพิษณุโลก ปี 2003

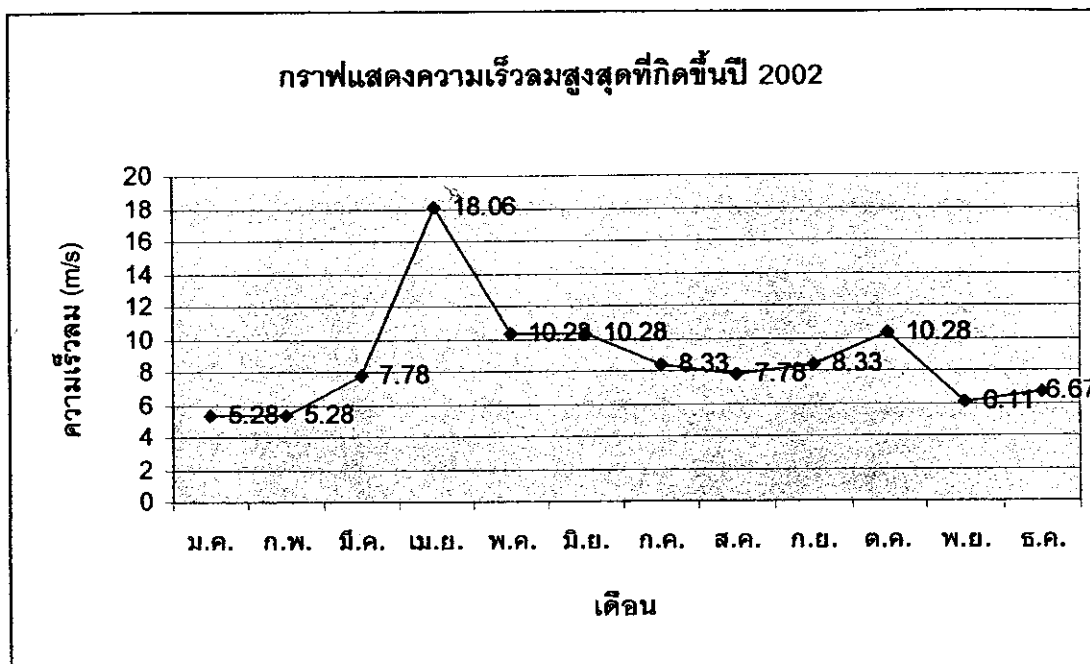
เดือน	ทิศทาง	ความเร็วลม(m/s)
มกราคม	ทิศใต้ (S)	4.17
กุมภาพันธ์	ทิศใต้ (S)	4.72
มีนาคม	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	5
เมษายน	ทิศเหนือ (N)	5.56
พฤษภาคม	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	10.28
มิถุนายน	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNW)	11.39
กรกฎาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	13.89
สิงหาคม	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	5.56
กันยายน	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	7.78
ตุลาคม	ทิศเหนือ (N)	4.72
พฤศจิกายน	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	4.17
ธันวาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNW)	2.5

ตารางที่ 4.4 แสดงความเร็วลมที่เกิดขึ้นและทิศทางลมที่พัดผ่านจังหวัดพิษณุโลก ปี 2004

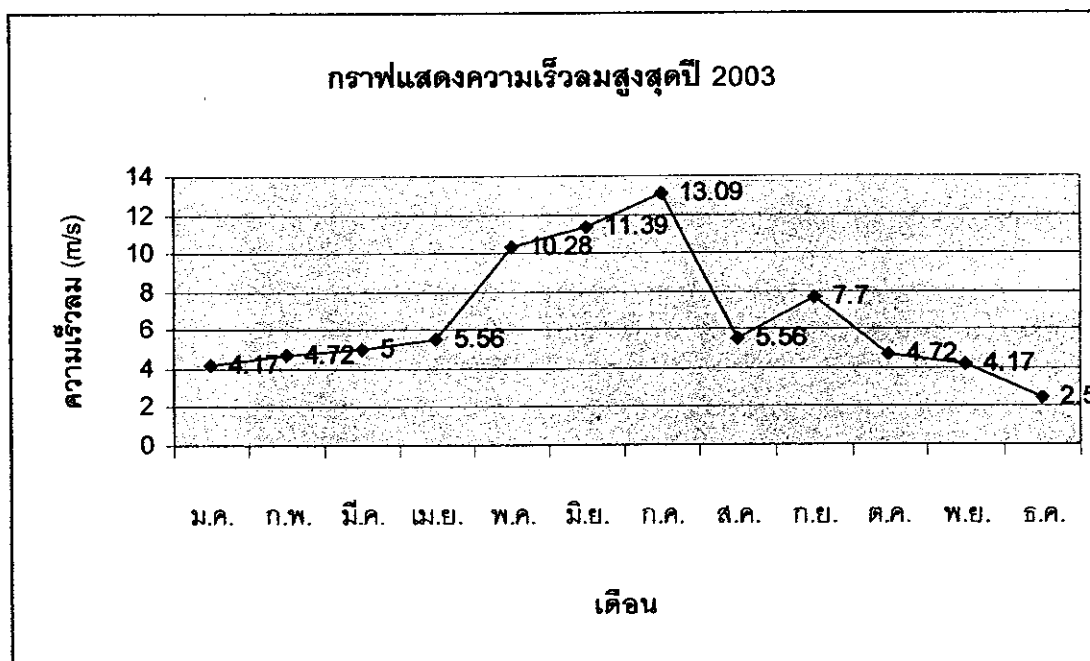
เดือน	ทิศทาง	ความเร็วลม(m/s)
มกราคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNW)	4.17
กุมภาพันธ์	ทิศใต้ (S)	5.28
มีนาคม	ทิศใต้ (S)	6.11
เมษายน	ทิศใต้ (S)	5.56
พฤษภาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	8.89
มิถุนายน	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WSW)	7.78
กรกฎาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WNW)	9.17
สิงหาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้กับทิศตะวันตก (WNW)	8.33
กันยายน	ทิศตะวันออก (E)	7.78
ตุลาคม	ทิศตะวันออก (E)	10.28
พฤศจิกายน	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNW)	6.11
ธันวาคม	ทิศระหว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับทิศเหนือ (NNW)	4.17



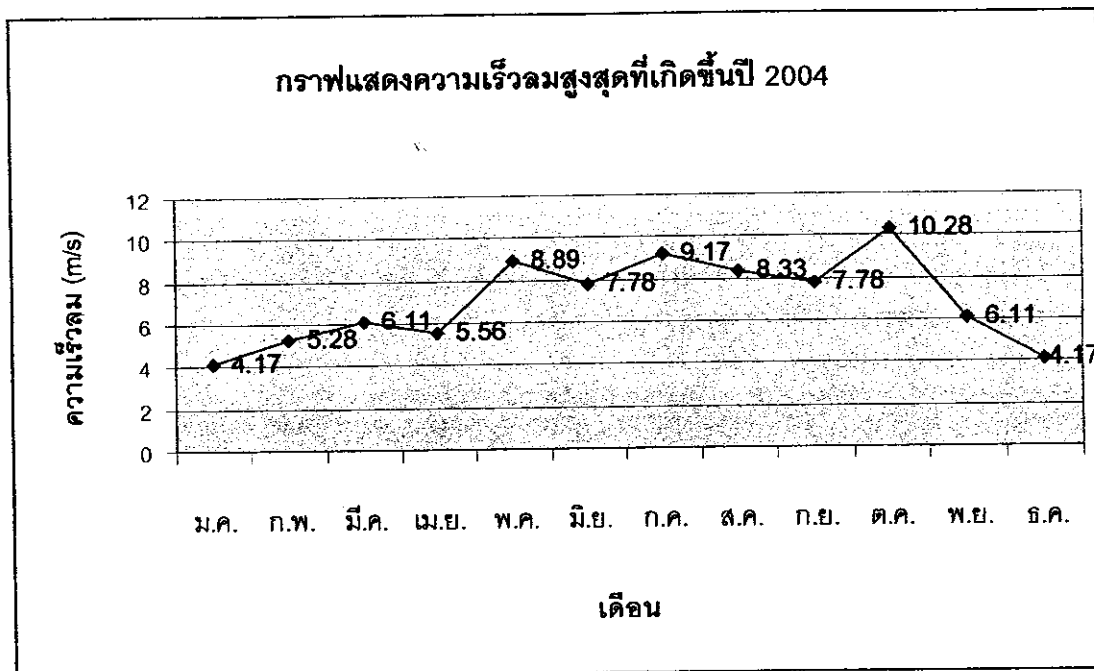
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นปี 2001



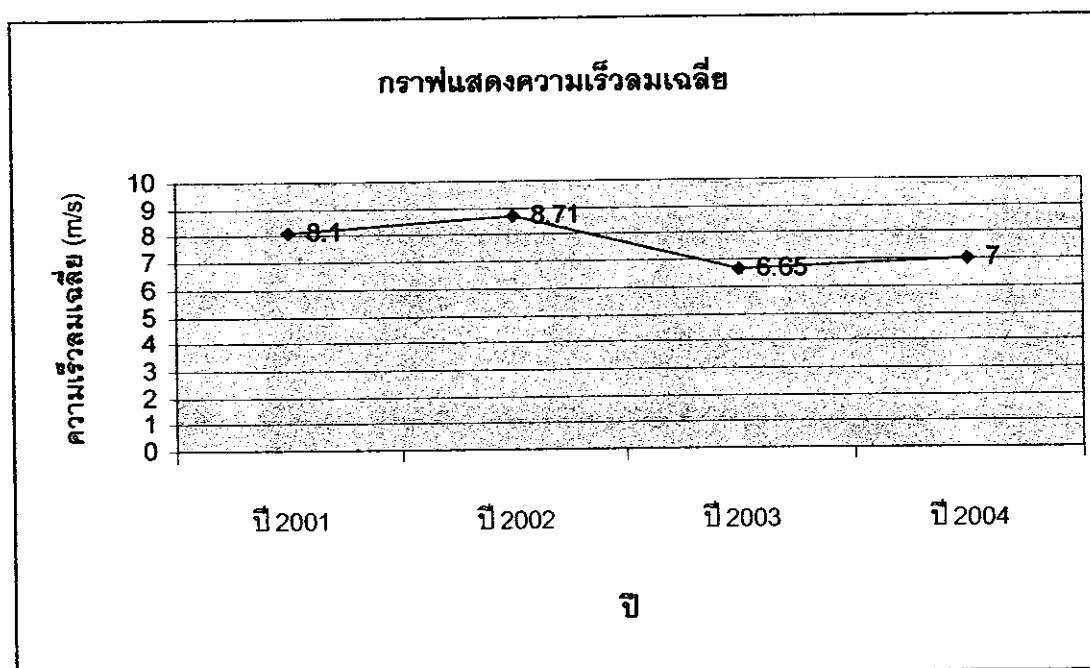
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นปี 2002



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นปี 2003



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นปี 2004



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความเร็วลมเฉลี่ย

ตารางที่ 4.5 แสดงความเร็วลม (m/s) ที่เกิดขึ้นในทิศทางต่างๆ ในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา

ทิศ	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
	4.17	8.89	10.28	5.28	6.67	10.28		4.17
	6.11	7.78	10.28		7.78	18.06		5.28
	5.56		7.78		10.28	10.28		6.11
	4.72							
	6.11							
เฉลี่ย	5.33	8.34	9.45	5.28	8.24	12.87	0	5.19

ทิศ	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	4.72		9.17	10.28	10.28	9.17	10.83	11.39
	4.17		7.78	10.28	7.78	8.33	10.83	2.5
	4.72		8.33	8.89	11.89		5	4.17
	5.28		8.33		7.78		5.56	
	6.11						4.17	
	5.56							
เฉลี่ย	5.09	0	8.4	9.82	9.43	8.75	7.28	6.02

จากการวิเคราะห์ความเร็วลมสูงสุดที่พัดผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา พร้อมทั้งนำไปเปรียบเทียบกับแผนที่จังหวัดพิษณุโลกแล้วทำให้สามารถวิเคราะห์หาที่ตั้งที่จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยพิจารณาจากบริเวณที่มีความเร็วลมเกิดขึ้นตลอดปี ซึ่งนั่นก็คือ อำเภอบางระกำ อำเภอนครไทย อำเภอพรหมพิราม อำเภอชาติตระการ อำเภอวัดโบสถ์ อำเภอเนินมะปรางและอำเภอวังทอง สาเหตุที่ไม่เลือกตั้งที่อำเภอเมือง เนื่องจากอำเภอนั้นเป็นพื้นที่ค่อนข้างแออัดเมื่อติดตั้งแล้วอาจจะสร้างความรบกวนแก่ผู้คนบริเวณนั้นเป็นอย่างมาก ส่วนที่บริเวณอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าเนื่องจากบริเวณนั้นเป็นบริเวณพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติ การที่จะติดตั้งกังหันลมบริเวณนั้นจำเป็นจะต้องขออนุญาตจากกรมป่าไม้เสียก่อน

4.1.2 ผลการศึกษาขนาดของกังหันลม

4.1.2.1 ชนิดของกังหันลม

จากการศึกษากังหันลมที่วางขายในท้องตลาดต่างประเทศเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับศักยภาพของลมและความเหมาะสมสำหรับผลิตไฟฟ้าในเขตจังหวัดพิษณุโลกได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบกังหันลมชนิดต่าง ๆ ในท้องตลาดต่างประเทศ

ยี่ห้อ	ความเร็วลมเริ่มต้น(m/s)	เส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลม(เมตร)	กำลังไฟที่ผลิตได้(วัตต์)	ความเร็วลมที่ทำให้เกิดเสียงรบกวน
Aeromax	2.7	2.090	900	-
African windpower	3	3.6	1000	-
Bergey	3	2.5	1000	75.8dB@15m/s
Proven	2.5	2.55	900	35dB@5m/s
Southwest	3.1	3	1000	81.3dB@16m/s

จากข้อมูลในตารางสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่ากังหันลมที่เหมาะสมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าในจังหวัดพิษณุโลกคือ กังหันลมที่ผลิตจากประเทศอเมริกา ยี่ห้อ Aeromax รุ่น Lokata S ขนาด 3 ใบพัด ความสูงของเสา 21 เมตร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คุณสมบัติของใบพัด

- มีความกระต๊ัด ออกแบบโดยใช้ computer เพื่อให้กังหันมีความเฉื่อยน้อย
- การทำงานของใบพัดปราศจากคลื่นรบกวนจากเรดาร์ ทวี วิทยุด้วยเทคโนโลยีของ Stealth – Acoustic
- การหมุนดีกว่าไม้และพลาสติก
- สามารถปรับสภาพให้ทำงานได้ทั้งความเร็วลมสูงและความเร็วลมต่ำ
- สามารถรับแรงลมได้มากกว่า 60 m/h
- มีระบบล๊อคเพื่อป้องกันการบิดเมื่อเจอลมแรงหรือมีพายุ
- มีอคูมิเนี่ยมพร้อมกับสแตนเลสเป็นตัวหมุนขึ้นของ hard
- จานโลหะและ hardnac wave ถูกควบคุมโดยตัวควบคุมซึ่งผลิตจากสแตนเลส
- ออกแบบมาเพื่อควบคุมการหมุนของเครื่องยนต์เอง



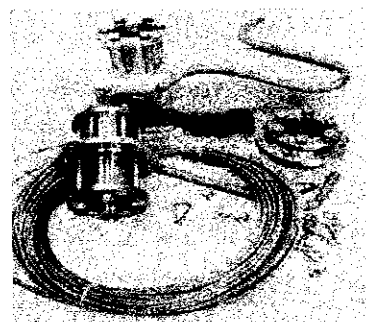
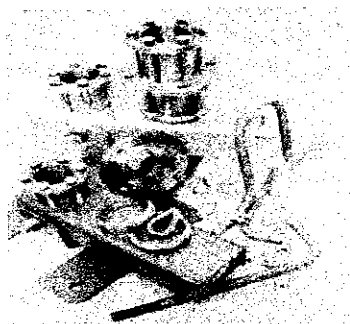
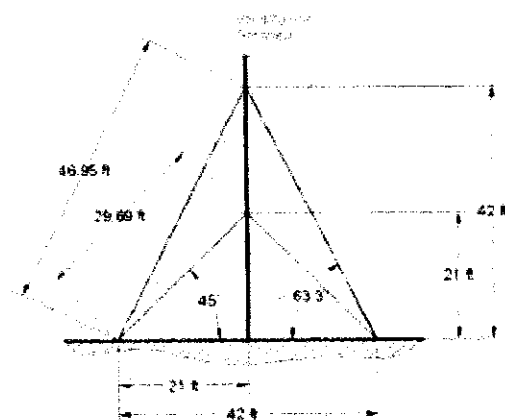
รูปที่ 4.6 แสดงรูปร่างลักษณะของตัวกังหันลม

ส่วนประกอบ

- แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์
- มีน้ำหนักเบา น้อยกว่า 16 kg
- เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 2.090 m
- พื้นที่หน้าตัดของใบพัด 3.43 m²
- ความเร็วลมเริ่มต้น 2.7 m/s
- หม้อแปลง 3 เฟส AC Brushless Permanent Magnet
- รับประกัน Generator 5 ปี ใบพัด 7 ปี
- ผลิตไฟฟ้าเริ่มต้นได้ที่ 900 watt หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่ได้รับ

ส่วนประกอบของเสา

- ห่วงบีบ
- Compression Coupler Ring
- Spacer Hub
- ฝาครอบห่วงบีบ
- ฐานรองห่วงบีบ
- ฐานรองห่วงบีบแบบเฉียง
- ที่รองรับแบบเฉียง
- ฐานของเสา
- ฝาป้องกันลมแบบเฉียงสำหรับควบคุมการไหลของอากาศ
- สลักยึดเดือยเสาเพื่อป้องกันการหมุน
- Conduit Plate ¼ " x 106 x 106
- Gin Pole Stabilizer ¼ " x 106 x 106



รูปที่ 4.7 แสดงส่วนประกอบของเสาและโครงสร้างเสา

สาเหตุที่เสาต้องสูงถึง 21 เมตรนั้น เนื่องจากความเร็วลมที่วัดนั้นวัดที่ความสูง 12-15 เมตร ถ้าตั้งเสาสูงกว่านี้กระแสลมจะลมแรงเนื่องจากลมเคลื่อนที่ได้อิสระ ไม่มีสิ่งกีดขวาง แต่ลมผิวดินจะมีการเคลื่อนไหวที่ช้าเนื่องจากมีสิ่งกีดขวางคอยชะลอความเร็วลม ไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือน อาคาร หรือต้นไม้

4.1.2.2 จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากการศึกษาความเร็วลมสูงสุดและความเร็วลมเฉลี่ยดังรูปที่ 4.6 ทำให้ทราบความเร็วลมเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณได้เท่ากับ 7.615 m/s

$$\text{จากสูตร } P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times \rho_a \times A \times v_1^3$$

โดยที่ 16/27 คือค่าสัมประสิทธิ์โดยรวมของกังหันหาได้จากสูตร

$$\eta_{tot} = C_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{ma}$$

ρ_a คือความหนาแน่นของอากาศ ณ. อุณหภูมิ 29 C มีค่าเท่ากับ 1.15 kg/m³

A คือพื้นที่หน้าตัดของกังหันลมเท่ากับ $\pi \cdot D^2/4$

V ความเร็วลมเฉลี่ยของแต่ละอำเภอ

สามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าโดยนำค่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ไปแทนในสูตรดังนี้

$$\text{อำเภอขาคะการ } P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (8.34 \text{ m/s})^3 = 667.98 \text{ watt}$$

$$\text{ใน 1 ปี ผลิตได้} = 667.98 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 5,939 \text{ kw.hr/year}$$

$$\text{อำเภอนครไทย } P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (8.24 \text{ m/s})^3 = 653.88 \text{ watt}$$

$$\text{ใน 1 ปี ผลิตได้} = 653.88 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 5,728.01 \text{ kw.hr/year}$$

$$\text{อำเภอเนินมะปราง } P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (5.29 \text{ m/s})^3 = 173.02 \text{ watt}$$

$$\text{ใน 1 ปี ผลิตได้} = 173.02 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 1,515.62 \text{ kw.hr/year}$$

$$\text{อำเภอวังทอง } P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (5.09 \text{ m/s})^3 = 154.12 \text{ watt}$$

$$\text{ใน 1 ปี ผลิตได้} = 154.12 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 1,350.13 \text{ kw.hr/year}$$

อำเภอบางระกำ $P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (8.40 \text{ m/s})^3 = 692.72 \text{ watt}$

ใน 1 ปี ผลิตได้ $= 692.72 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 6,068.20 \text{ kw.hr/year}$

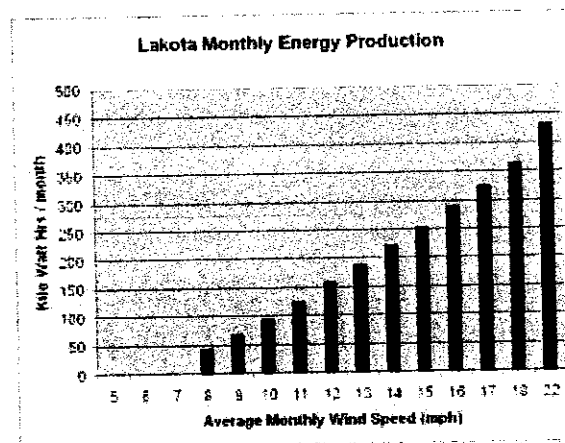
อำเภอพรหมพิราม $P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (9.43 \text{ m/s})^3 = 980.06 \text{ watt}$

ใน 1 ปี ผลิตได้ $= 980.06 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 8,585.34 \text{ kw.hr/year}$

อำเภอวัดโบสถ์ $P_{out} = \frac{16}{27} \times \frac{1}{2} \times 1.15 \text{ kg/m}^3 \times \pi \cdot 2.090^2/4 \times (6.76 \text{ m/s})^3 = 361.04 \text{ watt}$

ใน 1 ปี ผลิตได้ $= 361.04 \times (365 \text{ วัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}) = 3,162.73 \text{ kw.hr/year}$

รวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดใน 1 ปี เท่ากับ 30,660 kw.hr/year



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงพลังงานที่ได้ ณ.ความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ

4.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

ไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานลมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพ สามารถป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนได้โดยตรง โดยไม่ต้องเสียค่าเดินสายไฟฟ้าจากแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกลออกไป ซึ่งล้วนแต่เป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถทดแทนโรงไฟฟ้าฟอสซิล และลดค่านำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศได้

ตารางที่ 4.6 แสดงการประมาณราคาการลงทุนของระบบกังหันลม

รายการ	ขนาด	จำนวน	หน่วย	ราคา(บาท)
ชุดกังหัน	-	1	ชุด	53,259.00
ประกอบด้วย				
1.กังหัน	2.090	1	เมตร	
2.แบตเตอรี่	24	1	โวลต์	
3.หม้อแปลง	3		เฟส	
ชุดของเสา	21	1	เมตร	36,695.00
รวม		7	ชุด	92,9678.00

การบำรุงรักษาระบบกังหันลมประกอบด้วย

1. การล้างทำความสะอาดกังหันลมทุกๆ 1ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและที่ตั้งด้วย
2. การบำรุงรักษากลไกปีละ 1 ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อปีสามารถประมาณได้โดยคิดจาก 4 % ของราคาค่าติดตั้งระบบซึ่งเท่ากับ 25,187.12 บาท/ปี

4.2.1 การพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบกังหันลมมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้

4.2.1.1 ระบบกังหันลมนี้มีช่วงชีวิตการทำงานเท่ากับ 20 ปี มีค่าใช้จ่ายแปรผันหรืออัตราส่วนลด (Discount Rate) เท่ากับ 4 %

4.2.1.2 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ประจำปีคือ 30,660 กิโลวัตต์

4.2.1.3 อายุการใช้งานของระบบกังหันลม 20 ปี หมายความว่า 20 ปีจะต้องมีการบำรุงรักษาครั้งใหญ่หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงบางอย่าง เช่น ระบบกลไก โครงสร้าง แต่อย่างไรก็ตามทุกปีต้องมีการทำความสะอาดกังหันและตรวจสอบความผิดปกติของระบบกลไกต่างๆประจำปี ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการรับลมของกังหันลม

4.2.2 การคำนวณราคาต่อหน่วยไฟฟ้า

4.2.2.1 ค่าปัจจุบันของการซ่อมบำรุง (Ca)

ค่าซ่อมบำรุงทุกๆปีคิดเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี

$$A_1 = 25,187.12(A/F, 4\%, 1)$$

$$= 25,187.12(1)$$

$$= 25,187.12 \text{ บาท}$$

ย้ายค่า A_1 ให้เป็นมูลค่าปัจจุบันในปีที่ 0

$$P = 25,187.12 (0.01)(P/F, 4\%, 20)$$

$$= 25,187.12 (0.01)(0.4564)$$

$$= 114.95 \text{ บาท}$$

จะได้ค่าปัจจุบันของการซ่อมบำรุงเท่ากับ 114.95 บาท

4.2.2.2 การคำนวณราคาตลอดช่วงชีวิตของระบบ (The Life Cycle Cost)

ราคาตลอดช่วงชีวิตของระบบ = เงินลงทุนเริ่มแรก + ค่าปัจจุบันของการซ่อมบำรุง

$$= 929,678 + 114.95$$

$$= 929,792.95 \text{ บาท}$$

จะได้ราคาตลอดช่วงชีวิตของระบบเท่ากับ 929,792.95 บาท

4.2.2.3 การคำนวณค่าสมมูลประจำปีของราคาของระบบตลอดช่วงชีวิตของระบบ

(Annual Equivalent of the Life Cycle Cost)

ค่าสมมูลประจำปีของราคาของระบบตลอดช่วงชีวิตของระบบ (ALCC)

$$= 929,678(A/P, 6\%, 20) + 114.95$$

$$= 929,678(0.08718) + 114.95$$

$$= 81,164.28 \text{ บาท/ปี}$$

จะได้ค่าสมมูลประจำปีของราคาของระบบตลอดช่วงชีวิตของระบบเท่ากับ

81,164.28 บาท/ปี

4.2.2.4 การคำนวณราคาต่อหน่วยไฟฟ้าของระบบโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ใน 1

ปี

$$\text{ราคาต่อหน่วยไฟฟ้าของระบบ} = \frac{\text{ค่าสมมูลประจำปีของราคาของระบบตลอดช่วงชีวิตของระบบ(ALCC)}}{\text{กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละปี}}$$

$$= 81,164.28 / 30,660$$

$$= 2.64 \text{ บาท/กิโลวัตต์}$$

จะได้ราคาต่อหน่วยไฟฟ้าของระบบเท่ากับ 2.64 บาท/กิโลวัตต์

4.2.3 การคำนวณรายได้ประจำปี

$$\begin{aligned} \text{รายได้ประจำปี} &= \text{จำนวนไฟฟ้าที่ผลิตได้ประจำปี} \times \text{ราคาต่อหน่วยของไฟฟ้า} \\ &= 30,660 \times 2.64 \\ &= 80,942.40 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ในปี พ.ศ. 2547 จังหวัดพิษณุโลกใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 654.207 ล้านกิโลวัตต์/ปี

ในขณะที่ระบบกังหันลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 30,660 กิโลวัตต์/ปี

แสดงว่าระบบกังหันลมสามารถช่วย จังหวัดพิษณุโลก ประหยัดค่าไฟฟ้าได้เป็นเงินทั้งสิ้น 80,942.40 บาท/ปี นั้นหมายความว่าสามารถคืนต้นทุนการผลิตได้ภายใน 42 ปี

การคำนวณระยะเวลาคืนทุน

เงินทุน 929,678 บาท

รายได้ 80,942.40 บาท

อายุการใช้งาน 20 ปี

อัตราดอกเบี้ย 6 %

เมื่อ P = เงินลงทุนเริ่มต้น
 A = รายได้ประจำปี
 $i\%$ = อัตราดอกเบี้ย
 n = อายุการใช้งาน

$$\text{จากสูตร} \quad 0 = -P + A(P/A, i\%, n)$$

$$\text{แทนค่า} \quad 929,678 = -80,942.40 (P/A, 6\%, n)$$

$$\text{หรือ} \quad -11.49 = \frac{[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

$$n = 41.73 \text{ ปี หรือ } 42 \text{ ปี}$$

แสดงว่าระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 42 ปี

การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 9 ปี

ตารางที่ 4.7 แสดงการสรุปข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัย

รายการ	จำนวน
ต้นทุนตลอดอายุการใช้งาน	929,678 บาท
ต้นทุนราคาต่อหน่วยไฟฟ้า	2.64 บาท/กิโลวัตต์
กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้	30,660 กิโลวัตต์/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	42 ปี

4.2.4 การเปรียบเทียบกับระบบทางเลือกอื่นๆ

จากการคำนวณที่ได้ของค่าใช้จ่าย ต้นทุน รายได้และระยะเวลาคืนทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทางเลือกอื่นๆ ในที่นี้ผู้ดำเนินงานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานลม ต้นทุนถูกกว่าพลังงานแสงอาทิตย์ 8-10 เท่า มีโครงการไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่แม่ฮ่องสอน ซึ่งมีมติ ครม.อนุมัติเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2545 ใช้เงินทั้งสิ้น 195 ล้านบาท เพื่อติดตั้ง 500 กิโลวัตต์ ถ้าเทียบเป็นพลังงานลมแล้ว พลังงานแสงอาทิตย์ลงทุนต่อกิโลวัตต์ 8,600 ดอลลาร์ พลังงานลมในอเมริกา 1,000 ดอลลาร์ ทำในไทยเชื่อว่าจะถูกกว่าถึง 10 เท่า เพราะไทยเหมือนอินเดียที่สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ (http://www.khonnaruk.com/html/means/wind_power.html)

4.3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาด

4.3.1 ตลาดของวัสดุที่ใช้ผลิตกังหันลมเปรียบเทียบกับข้อดีข้อเสียดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการใช้วัสดุ

ผลิตภัณฑ์จากวัสดุในประเทศ		ผลิตในโรงงานที่นำเข้าหรือผลิตกันที่สำเร็จรูป	
ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
ง่ายต่อการใช้งาน เพราะมีผู้เชี่ยวชาญ ในการผลิตอยู่ใน ประเทศ	มีข้อจำกัดในแง่ของ ความคงทน ประสิทธิภาพและ ความน่าเชื่อถือได้ของ อุปกรณ์	การทำงานของกังหันมี ประสิทธิภาพสูง และมี อายุการใช้งาน ยาวนาน	การติดตั้งจะต้องมี อุปกรณ์พร้อมและ บุคลากรที่มี ความสามารถเฉพาะทาง
ความรู้ทั้งหมดอยู่ ภายในประเทศ	อาจมีปัญหาเรื่องการ บริการและการ บำรุงรักษาอย่าง ต่อเนื่องในประเทศที่ กำลังพัฒนา	มีแนวคิด นวัตกรรม แรงกระตุ้นใหม่ๆ สำหรับบริษัทและ โรงงานที่นำเข้าชิ้นส่วนมา ประกอบ	ต้องนำเข้าเทคโนโลยี และชิ้นส่วนจาก ต่างประเทศ
ประหยัด งบประมาณเพราะ ใช้วัสดุในประเทศ ซึ่งสามารถหาได้ ง่าย		มีความเป็นไปได้ใน การถ่ายทอดทาง เทคโนโลยีไปสู่ชุมชน	ในการซ่อมแซมต้องใช้ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ซึ่ง อาจเป็นปัญหากับพื้นที่ๆ ห่างไกล(ดังนั้นการ บริการที่ยืดเยื้อเป็นสิ่ง ที่จำเป็น)
ราคาไม่แพง	วัสดุที่ใช้อาจมี คุณภาพที่ค่อนข้างไม่ดี		ราคาแพงกว่าวิธีแรก
ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ หาได้ในประเทศ			

4.3.2 ความเป็นไปได้ในการตลาดของโครงการในเรื่องของอุปทาน

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการในปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งประเทศประมาณ 220 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับการเผาน้ำมัน 63 ล้านลิตร และมีแนวโน้มว่าภายในปี ค.ศ. 2000 จะมีความต้องการมากขึ้นเป็น 2 เท่า กว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณไฟฟ้าได้มาจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน จากปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเตรียมการเพื่อให้แหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศมีใช้เพียงพอ ทำให้การศึกษาวิจัยหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ๆ ที่เหมาะสมกับประเทศ จึงเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ต้องคำนึงถึงการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศที่มีความไม่แน่นอนเรื่องปริมาณสำรอง และนำประเทศไปสู่การพึ่งตนเองในด้านพลังงานได้ พลังงานลมจึงเป็นพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้ประเทศไทยไม่ต้องนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในเรื่องของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลม

4.4 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม

การศึกษาความเป็นไปได้ด้านผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางผู้ดำเนินงานวิจัยมองการศึกษาออกเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อบุคคลดังนี้

4.4.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

เนื่องจากพลังงานลมเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จึงมีอยู่ทั่วทุกพื้นที่ของประเทศไทย เราสามารถนำพลังงานลมนี้มาประยุกต์ใช้งานได้ต่างๆ มากมาย เช่น ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมนั้นจำเป็นต้องมีขนาดเสาที่ใหญ่และสูงเพียงพอกับปริมาณลมที่จะนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นความสูงของเสาอาจจะบดบังทัศนียภาพต่างๆ ของพื้นที่นั้นหรืออาจจะกีดขวางทางจราจรทางอากาศ ในบางครั้งหากมีพายุเข้าถ้าผู้ผลิตติดตั้งอุปกรณ์ไม่ดี อาจล้มลงมาทับบ้านเรือนที่อยู่อาศัยละแวกนั้นได้ ดังนั้นการติดตั้งควรใช้สายยึดที่มีความแข็งแรงพอที่จะต้านลมพายุที่พัดมากระทบได้ และควรติดตั้งเสาให้อยู่ห่างไกลจากบ้านเรือน จึงควรเป็นที่โล่งกว้าง มีลมพัดผ่านตลอดโดยไม่มีต้นไม้หรือภูเขามาบังทิศทางลม ส่วนเสียงที่อาจเกิดขึ้นจากกังหันลมนั้นสามารถแก้ไขได้โดยการเลือกกังหันลมที่เหมาะสมกับความเร็ว

ลมในพื้นที่ที่จะทำการติดตั้ง โดยรวมแล้วการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4.4.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อตัวบุคคล

ผลการศึกษาด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อตัวบุคคลที่อยู่ในแวดล้อมนั้น หรือบุคคลที่สัญจรผ่านไปมาคือเมื่อกังหันลมทำงานจะเกิดเสียงดังรบกวนซึ่งอาจทำให้มีปัญหาด้านการได้ยินหากบุคคลอยู่ในบริเวณนั้นเป็นเวลานานและอาจทำให้เกิดคลื่นแสงรบกวนประสาทดาวณะแสงอาทิตย์ตัดกับใบพัดดังนั้นในการเลือกที่ตั้งควรเลือกที่อยู่ห่างไกลจากชุมชน