ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างรายการคำนวณ

1. การคำนวณหาพลังงานที่มีอยู่ในลม

กังหันสามารถวัดพลังงานที่มีอยู่ในลมได้ซึ่งกังหันลมมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมยกกำลังสาม เมื่อความหนาแน่นของอากาศเท่ากับ 1.17 kg/m ณ อุณหภูมิ 27°C พื้นที่หน้าตัดของใบพัดเท่ากับ 4.52 m ถ้าความเร็วลมเท่ากับ 2.0 เมตร/วินาที สามารถคำนวณได้ดังนี้ (Reuss,et al.,1995)

$$P_w = \frac{1}{2}\rho A V^3$$
$$= \frac{1}{2} 1.17 \times 4.52 \times 2.0^3$$
$$= 21.15 \text{ W}$$

2. การคำนวณหาความเร็วลมในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

การคำนวณหาความเร็วลมที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้นในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลจากการตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 10 เมตร ของกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดอุบลราชธานี ในเดือนพฤศจิกายน 2553 ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ย 3.15 เมตร/วินาที นำมาคำนวณหาความเร็วลมในระดับความสูงที่ทำการศึกษาคือ 14 เมตร ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\frac{V(z)}{V(z_1)} = \frac{\ln\left(z/z_o\right)}{\ln\left(z_r/z_o\right)}$$
$$\frac{V(z)}{3.41} = \frac{\ln\left(14/1\right)}{\ln\left(10/1\right)}$$
$$\frac{V(z)}{3.41} = \frac{2.64}{2.30}$$
$$= 3.91 \text{ m/s}$$

3. การคำนวณศักยภาพลมโดยการใช้การแจกแจงแบบไวบูลล์

เพื่อประเมินศักยภาพลมโดยใช้สมการการแจกแจงแบบไวบูลล์ ณ ที่ความสูง 14 เมตร จากข้อมูลความเร็วลมของกรมอุตุนิยมวิทยานครพนม ในเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2552 พบว่ามีค่าความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.81 เมตร/วินาที ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณต่างๆได้ดังนี้

3.1 ความเร็วลมเฉลี่ย วิเคราะห์จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$V_c = \left[\frac{\Sigma V_i}{N}\right]$$

เมื่อ V_i คือ ความเร็วลม (m/s)

N คือ จำนวนชุดข้อมูล

$$V_c = \frac{(3.91+3.52+3.68+2.47+2.04+2.01+2.04+1.91+3.00+2.96+2.66+3.50)}{12}$$

$$= 2.81 \text{ m/s}$$

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \left[\frac{\Sigma(V - V_c)^2}{N}\right]^{1/2}$$

$$= \left[\begin{array}{l}(3.91-2.81)^2+(3.52-2.81)^2+(3.68-2.81)^2+(2.47-2.81)^2 \\ +(2.04-2.81)^2+(2.01-2.81)^2+(2.04-2.81)^2+(1.91-2.81)^2 \\ +(3.00-2.81)^2+(2.96-2.81)^2+(2.66-2.81)^2+(3.50-2.81)^2\end{array}\right]^{1/2}$$

$$= 1.51 \text{ m/s}$$

3.3 พารามิเตอร์รูปร่าง (k)

$$k = \left(\frac{\sigma_V}{V_c}\right)^{-1.086}$$

$$k = \left(\frac{1.51}{2.81}\right)^{-1.086}$$

$$k = 1.96$$

3.4 Gamma function $\Gamma(X)$

$$\Gamma(x) = (2\pi x)^{1/2}(x)^{x-1}(e)^{-x}\left(1 + \frac{1}{12x} + \frac{1}{288x^2} - \frac{139}{51840x^3} + ...\right)$$

$$\Gamma(x) = \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) = \Gamma\left(1 + \frac{1}{1.63}\right) = \Gamma(1.61)$$

$$= \left(1 + \frac{1}{12(1.61)} + \frac{1}{(288)\times 1.61^2} - \frac{139}{(51840)1.61^3} + ...\right)$$

$$= 0.89$$

3.5 พารามิเตอร์ระดับ (C)

$$c = \frac{V_C}{\Gamma\left(\frac{1+1}{k}\right)}$$

$$= \frac{2.81}{1.02}$$

$$c = 3.17$$

ตารางที่ ก.1 ค่าไวบูลล์พารามิเตอร์

ความสูง (m)	ความเร็วลมเฉลี่ย (m/s)	S.D. (m/s)	k	C (m/s)	$\Gamma(x)$
14	2.81	1.51	1.98	3.17	0.89

จากค่าพารามิเตอร์ไวบูลล์ สามารถจำลองโดยใช้การกระจายสถิติแบบไวบูลล์ และนำเสนอความน่าจะเป็นของลมแต่ละความเร็วลมได้ โดยแทนค่าต่างๆ ลงในสมการ

$$f(V) = \left(\frac{k}{c}\right)\left(\frac{V}{c}\right)^{k-1}\exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}\right]$$

ตารางที่ ก.2 การแจกแจงแบบไวบูลล์ของความเร็วลมที่ความสูง 14 เมตร

ความเร็วลม (V)	$\frac{k}{c}$	$\frac{V^{k-1}}{c}$	$\exp-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}$	p(V)
2.00	0.6191643	0.6003209	0.6847522	0.2545205
2.50	0.6191643	0.7686336	0.5454779	0.2595987
3.00	0.6191643	0.9406308	0.4106303	0.2391531
3.50	0.6191643	1.1157537	0.2917868	0.2015765
4.00	0.6191643	1.2935977	0.1955242	0.1566050
4.50	0.6191643	1.4738555	0.1234486	0.1126541
5.00	0.6191643	1.6562853	0.0733824	0.0752546
5.50	0.6191643	1.8406914	0.0410411	0.0467742
6.00	0.6191643	2.0269123	0.0215821	0.0270854
6.50	0.6191643	2.2148120	0.0106651	0.0146254
7.00	0.6191643	2.4042747	0.0049499	0.0073687
7.50	0.6191643	2.5952001	0.0021566	0.0034654
8.00	0.6191643	2.7875007	0.0008816	0.0015217
8.50	0.6191643	2.9810996	0.0003380	0.0006239
9.00	0.6191643	3.1759281	0.0001215	0.0002389
9.50	0.6191643	3.3719252	0.0000409	0.0000854
10.00	0.6191643	3.5690357	0.0000129	0.0000285
10.50	0.6191643	3.7672097	0.0000038	0.0000089
11.00	0.6191643	3.9664020	0.0000011	0.0000026
11.50	0.6191643	4.1665711	0.0000003	0.0000007
12.00	0.6191643	4.3676789	0.0000001	0.0000002

4. ตัวอย่างการคำนวณออกแบบใบกังหันลม

กำหนดให้อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 27°C สามารถคำนวณความหนาแน่นของอากาศได้ดังนี้

$$\rho = \frac{P}{R_o/M}$$

$$= \frac{1.01325\times10^5}{8314/29(273+27)}$$

$$\rho = 1.18\frac{kg}{m^3}$$

การคำนวณขนาดความกว้างและมุมบิดที่รัศมีต่างๆ ของใบกังหันเมื่อความยาวของใบกังหันเท่ากับ 140 เซนติเมตร ที่λ = 6พิจารณาที่รัศมี 70 เซนติเมตร

หาค่า $\phi = \tan^{-1}\left[\frac{2R}{3r\lambda}\right]$

$$= \tan^{-1}\left[\frac{2\times1.4}{3\times0.7\times6}\right]$$

$$\phi = 12.52^\circ$$

หาค่า $C = \frac{16\pi R\left(\frac{R}{r}\right)(\cos\phi)}{9\lambda^2 BC_L}$

$$C = \frac{16\pi 1.4\left(\frac{1.4}{0.7}\right)(\cos 12.52)}{9\times6^2(3)0.89}$$

C = 0.158 m

เมื่อ B คือ จำนวนใบกังหัน

C_L คือ สัมประสิทธิ์แรงแยก

หาค่า

$$\beta = \phi - \alpha$$

$$= 12.52^\circ - 6.00^\circ$$

$$= 6.52^\circ$$

คำนวณแรงยกและแรงต้าน

$$\text{Lift} = C_L\left(\frac{\rho}{2}\right)AV_a^2$$
$$= 0.89\left(\frac{1.18}{2}\right)0.134 \times 0.01 \times 5^2$$
$$= 0.0176 \text{ N}$$
$$\text{Drag} = C_D\left(\frac{\rho}{2}\right)AV_a^2$$
$$= 0.0084\left(\frac{1.18}{2}\right)0.134 \times 0.01 \times 5^2$$
$$= 0.000166 \text{ N}$$

คำนวณแรงขับเคลื่อนของใบพัดกับแรงที่กระทำตามแนวแกน (Trust)

$$\text{Driving force} = \text{Lift}(\sin\phi) - \text{Drag}(\cos\phi)$$
$$= 0.0176(\sin 12.52) - 0.000166(\cos 12.52)$$
$$= 0.00365 \text{ N}$$

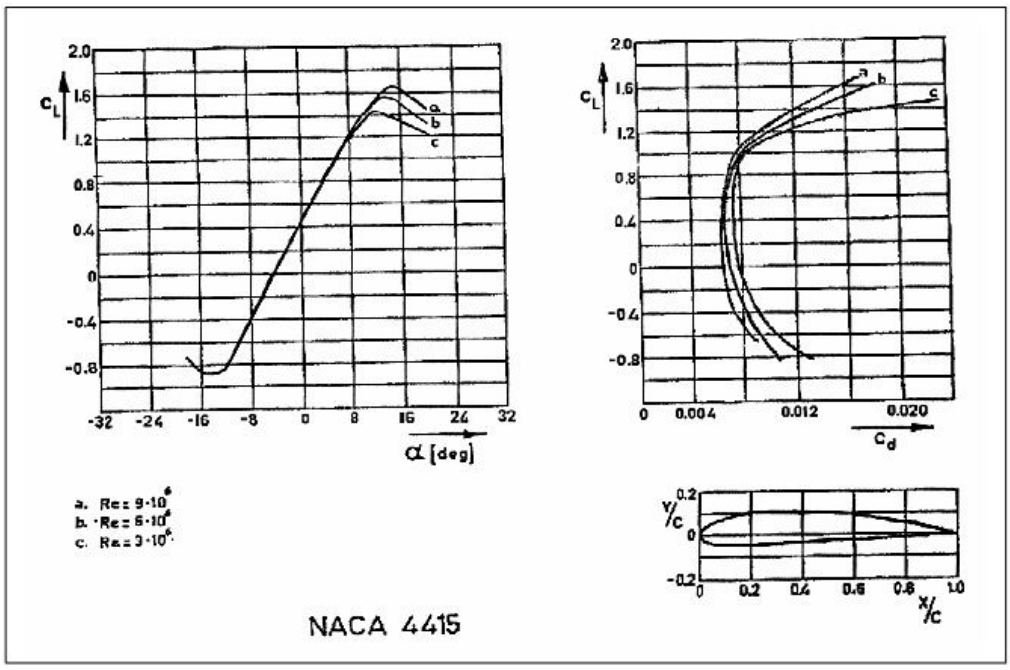
$$\text{Thrust} = \text{Lift}(\cos\phi) - \text{Drag}(\sin\phi)$$
$$= 0.0176(\cos 12.52) - 0.000166(\sin 12.52)$$
$$= 0.01721 \text{ N}$$

รูปร่างของใบกังหันและมุมบิดที่ออกแบบเป็นใบกังหันในอุดมคติ โดยพิจารณาในลักษณะอากาศพลศาสตร์ ซึ่งมีผลการคำนวณในรัศมีต่างๆ ตลอดจนความยาวของกังหันดังตารางที่ ก 1

ตารางที่ ก. 3 ตัวอย่างค่าที่ได้จากการคำนวณใบกังหัน

Position	r (cm)	$\alpha°$	ϕ	$\beta°$	C(m)
1	20	6	37.88	31.88	0.555
2	30	6	27.42	21.42	0.370
3	40	6	21.25	15.25	0.277
4	50	6	17.27	11.27	0.222
5	60	6	14.52	8.52	0.185
6	70	6	12.52	6.52	0.158
7	80	6	10.97	4.97	0.138
8	90	6	9.81	3.81	0.123
9	100	6	8.86	2.86	0.111
10	110	6	8.02	2.02	0.100
11	120	6	7.40	1.40	0.092
12	130	6	6.84	0.84	0.085
13	140	6	6.33	0.33	0.079

กราฟความสัมพันธ์ C_L-αและกราฟความสัมพันธ์ C_L-C_D ของแอร์ฟอยล์ที่มีเลข NACA 4415



5. การวิเคราะห์หาพลังงานสุทธิที่ผลิตในหนึ่งปี

การวิเคราะห์หาพลังงานสุทธิที่ผลิตในหนึ่งปี มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

5.1 ความน่าจะเป็นของช่วงความเร็วลม

สามารถคำนวณได้โดยการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นในช่วงความเร็วนั้นๆความน่าจะเป็น X_1ถึงX_2 m/s เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง X_1ถึง X_2 m/s

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 2.00 ถึง 3.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 2.00 ถึง 2.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 2.50 ถึง 3.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.2545205+0.2595987)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.2595987+0.2391531)\right]$$

$$= 0.253217766$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 3.00 ถึง 4.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 3.00ถึง 3.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 3.50 ถึง 4.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.2391531-0.2015765)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.2015765-0.1566050)\right]$$

$$= 0.199727788$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 4.00 ถึง 5.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 4.00ถึง 4.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 4.50 ถึง 5.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.1566050-0.1126541)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.1126541-0.0752546)\right]$$

$$= 0.114291955$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 5.00 ถึง 6.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 5.00ถึง 5.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 5.50 ถึง 6.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0752546-0.0467742)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0467742-0.0270854)\right]$$

$$= 0.048972093$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 6.00 ถึง 7.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 6.00ถึง 6.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 6.50 ถึง 7.00 m/s)

$$=\left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0270854-0.0146254)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0146254-0.0073687)\right]$$

$$= 0.015926245$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 7.00 ถึง 8.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 7.00ถึง 7.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 7.50 ถึง 8.00 m/s)

$$=\left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0073687-0.0034654)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0034654-0.0015217)\right]$$

$$= 0.003955293$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 8.00 ถึง 9.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 8.00ถึง 8.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 8.50 ถึง 9.00 m/s)

$$=\left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0015217-0.0006239)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0006239-0.0002389)\right]$$

$$= 0.000752116$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 9.00 ถึง 10.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 9.00ถึง 9.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 9.50 ถึง 10.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0002389-0.0000854)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0000854-0.0000285)\right]$$

$$= 0.000109589$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 10.00 ถึง 11.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 10.00ถึง 10.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 10.50 ถึง 11.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0000285-0.0000089)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0000089-0.0000026)\right]$$

$$= 0.0000122324$$

- ความน่าจะเป็นของความเร็ว 11.00 ถึง 12.00 m/s

= (พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 11.00ถึง 11.50 m/s)+
(พื้นที่ใต้กราฟ PDF ระหว่าง 11.50 ถึง 12.00 m/s)

$$= \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0000026-0.0000007)\right]+ \left[\frac{1}{2}\times 0.50\times(0.0000007-0.0000002)\right]$$

$$= 0.00000104503$$

5.2 จำนวนชั่วโมงที่ลมพัดที่ความเร็วลมต่างๆ

จำนวนชั่วโมงที่มีความเร็วลม X_1ถึง X_2 m/s มีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นของความเร็ว X_1ถึง X_2 m/s คูณกับ 8760 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 2.00 ถึง 3.00 m/s

= 0.253217766×8,760

= 2018.188 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 3.00 ถึง 4.00 m/s

  = 0.199727788 x8760

  = 1615.511ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 4.00 ถึง 5.00 m/s

  = 0.114291955 x8760

  = 1001.198ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 5.00 ถึง 6.00 m/s

  = 0.048972093 x8760

  = 428.99 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 6.00 ถึง 7.00 m/s

  = 0.015926245 x8760

  = 139.514 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 7.00 ถึง 8.00 m/s

  = 0.003955293 x8760

  = 34.648 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 8.00 ถึง 9.00 m/s

  = 0.000752116 x8760

  = 6.589ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 9.00 ถึง 10.00 m/s

  = 0.000109589 x8760

  = 0.960ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 10.00 ถึง 11.00 m/s

  = 0.0000122324 x8760

  = 0.107 ชั่วโมง/ปี

- ความน่าจะเป็นจำนวนชั่วโมงของความเร็ว 11.00 ถึง 12.00 m/s

  = 0.00000104503 x8760

  = 0.009 ชั่วโมง/ปี

ตารางที่ ก.4 ค่าการคำนวณพลังงานสุทธิจากกังหันลม

ความเร็วลม (m/s)	ความน่าจะเป็น	ความต่อเนื่องของลม (hr.) [B]	Power Curve (kW) [A]	Power (kWh) P=[A]x[B]
2.00-3.00	0.253217766	2218.188	0.020	44.364
3.00-4.00	0.199727788	1749.615	0.069	120.723
4.00-5.00	0.114291955	1001.198	0.131	131.157
5.00-6.00	0.048972093	428.996	0.203	87.086
6.00-7.00	0.015926245	139.514	0.286	39.901
7.00-8.00	0.003955293	34.648	0.375	12.993
8.00-9.00	0.000752116	6.589	0.491	3.235
9.00-10.00	0.000109589	0.960	0.620	0.595
10.00-11.00	0.000012232	0.107	0.755	0.081
11.00-12.00	0.000001045	0.009	0.745	0.007
รวม				440.14

6. การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า คำนวณเพื่อหาต้นทุนในด้านต่างๆ และมีข้อสมมุติฐานอื่นๆ ยกเว้นต้นทุนการสร้างกังหัน โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ดังนี้

1) ต้นทุนในการสร้างกังหันลม 39,500 บาท
2) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 6.45 เปอร์เซ็นต์
3) อายุการใช้งานของกังหันลม 10 ปี
4) ค่าบำรุงรักษากังหันลมปีละ 5 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุน
5) มูลค่าซากของกังหันลมที่ปีสุดท้ายเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุน

จากข้อมูลต่างๆสามารถวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดสร้างกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 800Watt ดังนี้

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรายปี สามารถคำนวณได้จากการแปลงมูลค่าเงินลงทุนในปัจจุบันให้เป็นมูลค่าต่อปีตลอดอายุการใช้งาน คำนวณหามูลค่าต้นทุนกังหันลมรายปี(C_i) ดังนี้

$$C_c = \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] \times \text{ต้นทุน}$$

$$= \left[\frac{0.0645(1+0.0645)^{10}}{(1+0.0645)^{10} - 1}\right] \times 3{,}9500$$

$$= 5{,}481.79 \text{บาท/ปี}$$

เมื่อ i คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี,%

n คืออายุการใช้งานของเครื่อง,ปี

คำนวณหาค่าบำรุงรักษาของเครื่องต่อปี C_mดังนี้

$$C_m = \text{เงินลงทุนเริ่มต้น} \times 0.05$$

$$= 39{,}500 \times 0.05$$

$$= 1{,}975 \text{บาท/ปี}$$

เมื่อ C_mคือ ค่าบำรุงรักษารายปี,บาท/ปี

ในการเปลี่ยนแปลงมูลค่าซากของกังหันลม C_s เป็นมูลค่าต่อปีตลอดอายุการใช้งานของเครื่องสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$C_s = 0.1 \times \text{เงินลงทุนเบื้องต้น} \times \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right)$$

$$= 0.1 \times 39{,}500 \times \left(\frac{0.0645}{(1+0.0645)^{10} - 1}\right)$$

$$C_s = 279.21 \text{ บาท/ปี}$$

คำนวณค่าใช้จ่ายรายปีทั้งหมด(C_T) ดังนี้

$$C_T = C_C + C_m - C_s$$

$$C_T = 5{,}481.79 + 1{,}975 - 279.21$$

$C_T = 7{,}450.38$บาท/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปีประมาณ 400kWh/y มูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปีพิจารณาราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในปัจจุบัน เท่ากับ 3 บาทต่อหน่วย คำนวณได้ดังนี้

= ราคาไฟฟ้าต่อหน่วยปัจจุบันxพลังงานไฟฟ้าที่กังหันลมผลิตได้ต่อปี

= 3 x 400

= 1,320บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย หาได้ดังนี้

$$= \frac{\text{ค่าใช้จ่ายรายปีทั้งหมด}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี}}$$

$$= \frac{7{,}450.38}{440}$$

= 16.93 บาทต่อหน่วย

ระยะเวลาคืนทุนของกังหันลม สามารถหาได้ดังนี้

$$= \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้นสร้างระบบ}}{\text{มูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี}}$$

$$= \frac{39{,}500}{1{,}320}$$

= 29.92 บาทต่อหน่วย