

# การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ชุดผลิตกระแสไฟฟ้า

## แบบกังหันลมสำหรับครัวเรือน

### Feasibility Study of Wind Turbine Electric Generator for Household

สิริณัฐ โกมลิมศรี สกนธ์ กล่องบุญจิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ชุดผลิตกระแสไฟฟ้าแบบกังหันลมสำหรับครัวเรือน โดยจะพิจารณาถึงศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของกังหันลม สำหรับครัวเรือนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ซึ่งครัวเรือนหนึ่งๆ มีการใช้จ่ายในด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงถึง 1,010 บาทต่อเดือน โดยในการวิจัยจะใช้การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพบว่า จังหวัดสมุทรปราการมีความเร็วลมเฉลี่ย 3.421 เมตรต่อวินาที ควรใช้กังหันลมแนวนอน 3 ใบพัดรุ่น AJ-600 ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ที่ต้นทุน 1.29 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 12,812.68 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 12.66 และระยะเวลาคืนทุน 10 ปี 5 เดือน 5 วัน ดังนั้นจึงเป็นโครงการที่เหมาะสมแก่การลงทุน

คำสำคัญ : การศึกษาความเป็นไปได้, พลังงานลม, กังหันลม, การผลิตกระแสไฟฟ้า

#### Abstract

This research is feasibility study of wind turbine electric generator for household, by considering the potential of wind turbine to generate electricity for households in Bangkok, Nonthaburi, Pathumthani and Samutprakarn province. The average cost of electric power in households is up to 1,010 baht per month. In this research, marketing, technical engineering, social and environmental, economics and finance are studied and analyzed. Feasibility study shows that the average wind speed of Samutprakarn province is around 3.421 m/s. Three blades horizontal wind turbine model AJ-600 is properly with this area and can produce electricity with the cost of 1.29 Baht/kWh. From feasibility analysis shows that this selected plan has net present value of 12,812.68 Baht, internal rate of return of 12.66% and payback period of 10 years 5 months and 5 days. So this selected plan is a worthiness investment.

**Keywords :** Feasibility study, Wind energy, Wind turbine, Electric Generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. บทนำ

ในปัจจุบัน โลกมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 5.6 ในปี 2553 [1] ซึ่งเป็นผลมาจากระบบเศรษฐกิจที่มีการเจริญเติบโตสูงขึ้นในหลายประเทศ เช่น จีน เป็นต้น รวมถึงประเทศไทยที่พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2553 เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.4 จากปี 2552 ซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 7.8 ตามภาวะเศรษฐกิจโลก [2] ในปีเดียวกันประเทศไทยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผ่านระบบสายส่งของประเทศรวมทั้งสิ้น 149,320 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง และมีการผลิตไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 159,518 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง และจากผลการสำรวจการใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของครัวเรือนในประเทศไทย [3] พบว่าครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) มีการใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเฉลี่ยเดือนละ 1,010 บาทต่อครัวเรือน ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานทดแทนเพื่อใช้ครัวเรือนจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ อีกทั้งยังช่วยลดการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน และน้ำมันที่มีอย่างจำกัดอีกด้วย

พลังงานทดแทนหมายถึง พลังงานที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ และสามารถมีทดแทนได้อย่างไม่จำกัด เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น ซึ่งทั่วโลกกำลังพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำพลังงานทดแทนเหล่านี้มาผลิตกระแสไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากพลังงานทดแทนที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น พลังงานลมเป็นพลังงานหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นได้จากกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 31.7 และร้อยละ 24.5 ในปี 2552 และ 2553 ตามลำดับ [4]

พลังงานลมเป็นพลังงานธรรมชาติ ที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศ และแรงจากการหมุนของโลก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญ และนำพลังงานลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เนื่องจาก

พลังงานลมมีอยู่ทั่วไป เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่จำกัด สำหรับประเทศไทย มีพื้นที่ที่สามารถนำเอาพลังงานลมมาใช้ได้ เช่น พื้นที่ชายฝั่งทะเล เป็นต้น แต่ก็ยังมีบางพื้นที่ที่ยังมีปัญหาในการวิจัยพัฒนานำเอาพลังงานลมมาใช้งาน เนื่องจากปริมาณลมไม่สม่ำเสมอตลอดปี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนจากพลังงานลม มาเป็นพลังงานรูปแบบอื่นๆ นั้น ได้แก่ กังหันลม ซึ่งเป็นชุดเครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกล แล้วนำพลังงานกลไปใช้ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสามารถแบ่งประเภทของกังหันลมได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ กังหันลมแนวตั้ง และกังหันลมแนวนอน นอกจากนี้ยังแบ่งแยกย่อยออกตามขนาด และชนิดใบพัด ซึ่งในแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ก็จะมีการใช้กังหันลมแตกต่างกันไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกังหันลมภายในประเทศไทย เช่น งานวิจัยของ W. Limpanawadi [5] ศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งกังหันลมบนเกาะขนาดเล็กของประเทศไทย เมื่อศึกษาทางด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์พบว่ามีความเป็นไปได้ในการติดตั้งกังหันลมบนเกาะเต่า ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ย 6 เมตรต่อวินาที

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกังหันลม มาผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ซึ่งยังไม่มีการศึกษาความเป็นไปได้ในพื้นที่บริเวณนี้ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในครัวเรือน โดยในการศึกษาจะวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านการตลาด ด้านเทคนิควิศวกรรม ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านการเงิน

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ เป็นกระบวนการศึกษาความจำเป็นและความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโครงการหนึ่งๆ โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ วิเคราะห์ถึงโอกาสและอุปสรรคในการจัดตั้งโครงการดังกล่าว ภาพรวมและรายละเอียดเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครงการ รวมถึงการประมาณต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับในทางเลือกต่างๆ สำหรับการลงทุน เนื่องจากในการลงทุนหรือการดำเนินโครงการใดๆ ย่อมมีความเสี่ยงที่โครงการจะไม่ประสบความสำเร็จ การศึกษาความเป็นไปได้ก่อนการลงทุนจึงเป็นการลดความเสี่ยงที่โครงการจะไม่ประสบความสำเร็จ

### 3. การศึกษาด้านการตลาด

สำหรับการวิเคราะห์ด้านการตลาดในการศึกษาความเป็นไปได้ด้านพลังงานไฟฟ้า จะคำนึงถึงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า ทรัพยากรและความสามารถในการผลิตไฟฟ้า

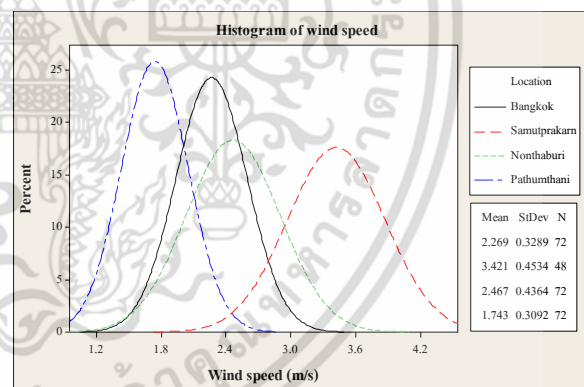
ข้อมูลสถิติภูมิที่ได้จากการสำรวจจำนวนประชากรและรายงานการสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือนปี 2553 พบว่าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) มีจำนวนครัวเรือนรวม 3,897,433 ครัวเรือน [6] และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1,010 บาทต่อเดือน ซึ่งสูงกว่าในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย และจากข้อมูลรายงานประจำปีของกระทรวงพลังงานเกี่ยวกับปริมาณไฟฟ้า พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงานไฟฟ้า 7,287 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง [2] ซึ่งด้วยเหตุผลนี้จึงมีความจำเป็นที่จะนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า เพื่อลดปริมาณการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าและยังสามารถเพิ่มปริมาณการส่งออกพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยได้อีกด้วย

### 4. การศึกษาด้านเทคนิควิศวกรรม

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมหรือด้านเทคนิค เป็นการศึกษาถึงเทคโนโลยีในการผลิต โดยคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า ทรัพยากรลม และกักเก็บลมผลิตไฟฟ้า

#### 4.1 ความเร็วลม

จากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีการเก็บข้อมูลความเร็วลมทุก 3 ชั่วโมงที่ระดับความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน ข้อมูลที่นำมาใช้จะอยู่ในช่วง 6 ปีย้อนหลัง (ปี 2549-2554) [7] เพื่อให้ข้อมูลใกล้เคียงปัจจุบันมากที่สุด สำหรับข้อมูลค่าเฉลี่ยความเร็วลมย้อนหลัง 6 ปีของกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ปทุมธานี และนนทบุรีได้แสดงในรูปที่ 1 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยความเร็วลมอยู่ในช่วงระหว่าง 1.743 – 3.412 เมตรต่อวินาที ซึ่งถือเป็นความเร็วลมต่ำ (Class 1) ดังนั้นกักเก็บลมที่เหมาะสมกับพื้นที่จะต้องเป็นกักเก็บลมความเร็วลมต่ำ และจังหวัดสมุทรปราการมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 3.412 เมตรต่อวินาที



รูปที่ 1 กราฟความเร็วลมเฉลี่ยย้อนหลัง 6 ปี

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของกังหันลม [8-11]

	Aeolos-V500	FA1.2-400	FD1.5-300	FD1.7-500	PBK029-300*	PBK057-750	AJ-600	PWT-400
Rate power (Watt)	500	400	300	500	300	750	600	400
Type of wind turbine	Horizon	Horizon	Horizon	Horizon	Vertical	Horizon	Horizon	Horizon
Cut-in speed (m/s)	2.2	2.5	2.5	2	1.8	2.5	3	2.5
Rated wind speed (m/s)	-	12	12	12	9	12	13	7
Cut-out speed (m/s)	18	-	-	-	25	25	-	18
Lifetime (years)	25	20	20	20	20	20	20	20
Noise level (dB)	< 45	< 45	< 45	< 45	< 45	< 45	< 60	< 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม

Area	Energy capture from turbine (kWh/years)							
	Aeolos-V500	FA1.2-400	FD1.5-300	FD1.7-500	PBK029-300	PBK057-750	AJ-600	PWT-400
กรุงเทพมหานคร	172.8	-	-	432	259.2	-	518.4	-
สมุทรปราการ	569.5	864	648	1080	648	1620	1296	691.2
ปทุมธานี	-	-	-	-	-	-	-	-
นนทบุรี	216	518.4	388.8	648	388.8	972	777.6	345.6

หมายเหตุ : ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้พิจารณาจากกราฟความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแต่ละรุ่น [8-11]

#### 4.2 ขนาดของกังหันลม

เนื่องจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมมีค่าต่ำ กังหันลมที่เหมาะสมในการนำมาใช้ จะต้องเป็นกังหันลมความเร็วลมต่ำ ซึ่งมีกำลังการผลิตน้อยกว่า 1 กิโลวัตต์ หรือเรียกว่า Pico-wind turbine โดยกังหันลมที่เลือกมาทั้ง 6 รุ่นจะมีกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 300 – 750 วัตต์ และเป็นกังหันลมที่มีความเร็วลมเริ่มต้นในการการผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วง 2-3 เมตรต่อวินาทีที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งคุณลักษณะของกังหันลมแต่ละรุ่นแสดงในตารางที่ 1 โดยข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่ได้รับจากผู้ผลิต

สำหรับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมของความเร็วลมเฉลี่ยกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จะพิจารณาจากกราฟความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแต่ละรุ่น [8-11]

ตารางที่ 2 เป็นผลการคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยพิจารณาจากกราฟความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแต่ละรุ่น พบว่าปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้มากที่สุดคือ 1,620 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ (ความเร็วลมเฉลี่ย 3.421 เมตรต่อวินาที) โดยกังหันลมรุ่น AJ-600 ส่วนจังหวัดปทุมธานีที่มีความเร็วลมเฉลี่ยเพียง 1.705 เมตรต่อวินาทีนั้น เนื่องจากไม่มีกังหันลมที่มี Cut-in speed น้อยกว่า 1.8 เมตรต่อวินาทีทำให้ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้

#### 5. การศึกษาด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

การศึกษาคือความเป็นไปได้ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการวิเคราะห์ถึงความเสียหายต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการในทุกด้าน

เพราะในการทำโครงการหนึ่งๆ ไม่ควรคำนึงถึงแต่เพียงเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลประโยชน์หรือกำไรเพียงอย่างเดียว ควรจะพยายามพัฒนาและปรับปรุงโครงการให้เกิดผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ผลกระทบที่สำคัญคือ ผลกระทบด้านเสียงและการเกิดเงากระพริบของกังหันลม สำหรับผลกระทบด้านเสียงบริเวณชุมชนต้องไม่เกิน 40 เดซิเบล [12] ซึ่งเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถผลิตกังหันลมที่มีเสียงรบกวนน้อยกว่า 40 เดซิเบลได้ดังตารางที่ 1 ส่วนผลกระทบด้านเงากระพริบจากข้อมูลที่ได้รับจากผู้ผลิตพบว่ากังหันลมมีขนาดเล็กจึงไม่มีผลกระทบจากเงากระพริบ

#### 6. การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์และด้านการเงิน

การศึกษาคือความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน เป็นการวิเคราะห์การลงทุนและผลตอบแทนของโครงการเป็นหลัก ซึ่งรวมถึงการวางแผนด้านการเงินที่เหมาะสมกับโครงการนั้นให้มีความคล่องตัว และสามารถปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยจะใช้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value : NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return : IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback period : PB) เป็นเกณฑ์ในการประเมินโครงการ มีหลักเกณฑ์การตัดสินใจดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ

การลงทุน	NPV	IRR	PB
คุ้มค่า	>0	>discount rate	<life time
ไม่คุ้มค่า	<0	<discount rate	>life time
ไม่มีความแตกต่าง	=0	=discount rate	=life time

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การลงทุนในการนำกังหันลมมาใช้ของจังหวัดสมุทรปราการ

	Aeolos-V500	FA1.2-400	FD1.5-300	FD1.7-500	PBK029-300	PBK057-750	AJ-600	PWT-400
Total initial investment(Baht)	33,060	21,800	19,400	33,900	45,500	43,350	29,600	60,000
Annual O&M (Baht)	496	327	291	509	683	650	444	900
Salvage value (Baht)	3,306	2,180	1,940	3,390	4,550	4,335	2,960	6,000
Annual energy (kWh/yr)	569.5	864	648	1080	648	1620	1296	691.2
Reduce energy (Baht/yr)	1993.25	3024	2268	3780	2268	5670	4536	2419.2
Cost of energy (Baht/kWh)	2.67	1.42	1.69	1.77	3.97	1.51	1.29	4.90
Net present value (Baht)	-15,827.01	6,207.74	1,211.21	249.33	-28,265.50	8,844.31	12,812.68	-43,100
Internal rate of return	-	10.94%	8.28%	7.59%	-	10.01%	12.66%	-
Payback period (Years)	-	12.39	17.53	19.06	-	13.83	10.43	-

ในการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านการเงิน จะคิดค่าไฟฟ้าเฉลี่ยชนิดละ 3.50 บาท [13] และค่าอัตราส่วนลดที่ร้อยละ 7.5 [14] สำหรับกังหันลมจะมีค่าบำรุงรักษาร้อยละ 1.5 ของต้นทุนแรกเริ่มต่อปี [15] มูลค่าซากร้อยละ 10 ของต้นทุนแรกเริ่ม [16] และอายุการใช้งาน (Lifetime) ของกังหันลมดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านการเงินในการใช้กังหันลมของจังหวัดสมุทรปราการ พบว่ามีกังหันลม 5 รุ่นที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งาน คือ FA1.2-400, FD1.5-300, FD1.7-500, PBK057-750 และ AJ-600 ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อใช้หลักเกณฑ์การตัดสินใจดังตารางที่ 3

## 7. ผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

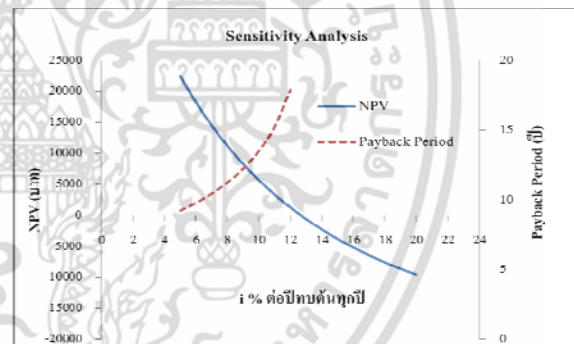
การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ชุดผลิตกระแสไฟฟ้าแบบกังหันลมสำหรับครัวเรือน พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมคือ จังหวัดสมุทรปราการที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 3.421 เมตรต่อวินาที เนื่องจากกังหันลมบางรุ่นมี Cut-in speed ที่สูง ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่ที่มีความเร็วลมต่ำมากได้ (น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที)

สำหรับกังหันลมที่มีความคุ้มค่าในการนำมาใช้มากที่สุดคือกังหันลม AJ-600 ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าที่ 1.29 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 12,812.68 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 12.66 และระยะเวลาคืนทุน (PB) 10.43 หรือ 10 ปี 5 เดือน 5 วัน ดังตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากไม่ผ่านการแก้ไข ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 กังหันลม AJ-600 จังหวัดสมุทรปราการ

รายการ	มูลค่า
ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์	1.29 บาท
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	12,812.68 บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	12.66 %
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	10 ปี 5 เดือน 5 วัน



รูปที่ 2 กราฟการวิเคราะห์ความไว

จากการวิเคราะห์ค่าความไว (Sensitivity Analysis) พบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนค่าอัตราส่วนลด และนำค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ได้ และระยะเวลาคืนทุน ณ ค่าอัตราส่วนลดต่างๆ มาพล็อตกราฟ จะพบว่ายิ่งค่าอัตราส่วนลดของโครงการสูงขึ้น ก็ยิ่งไม่เป็นผลดีต่อคุณค่าของโครงการ เพราะมูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าลดลง ส่วนระยะเวลาคืนทุนจะเพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 2 เพราะฉะนั้นโครงการนี้ควรจะใช้ค่าอัตราส่วนลดที่ต่ำที่สุดที่เป็นไปได้

## 8. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ชุดผลิต

กระแสไฟฟ้าแบบกังหันลมสำหรับครัวเรือน พบว่า

โครงการมีความเป็นไปได้ในบางพื้นที่ ซึ่งควรจะมี ความเร็วลมมากกว่า 3 เมตรต่อวินาทีถึงจะมีความคุ้มค่าใน การลงทุน จากการศึกษาพื้นที่กรุงเทพมหานครและ ปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) พบว่า พื้นที่ที่มีความเป็นไปได้คือ จังหวัดสมุทรปราการที่มี ความเร็วลมเฉลี่ย 3.421 เมตรต่อวินาที และใช้กังหันลมรุ่น AJ-600 เป็นกังหันลมแนวนอน 3 ใบพัด มีเสียงรบกวนไม่ เกิน 60 เดซิเบล และมีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าต่ำที่สุดที่ 1.29 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ส่วนการวิเคราะห์ด้านการ ลงทุนพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 12,812.68 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 12.66 และ ระยะเวลาคืนทุน 10.43 หรือ 10 ปี 5 เดือน 5 วัน ทำให้สรุป ได้ว่าเป็นโครงการที่เหมาะสมแก่การลงทุน เพราะสามารถ สร้างผลกำไรตอบแทนได้

นอกจากโครงการนี้จะมีค่าในการลงทุน เพราะได้ผลกำไรตอบแทนแล้ว ยังช่วยลดปัญหา ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดโดยการลดปริมาณ การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน และน้ำมันได้ด้วย

ทั้งนี้การนำกังหันลมมาใช้เพื่อผลิตไฟฟ้าจะมีความ คุ้มค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อติดตั้งกังหันลมในพื้นที่ที่มีความเร็ว ลมเฉลี่ยสูงขึ้น หรือติดตั้งที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้น เพื่อให้ สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีความจำเป็น ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลม ให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ที่ความเร็วลมต่ำให้เหมาะสมกับ สภาพความเร็วลมของประเทศไทย

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] BP Global, "BP statistic review of world energy," [Online], Available : bp.com/statisticalreview, 2010.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2553," กระทรวงพลังงาน, 2553.
- [3] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, "ผลสำรวจการใช้พลังงาน ของครัวเรือน," สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553.

- [4] P. Jain, "Wind Energy Engineering," The McGraw -Hill Companies, Inc., 2011.
- [5] W. Limpanawadi, "Feasibility Analysis on The Installation of a Wind Turbine in Small Island of Thailand," Chiang Mai University, 2006.
- [6] กรมการปกครอง, "รายงานสถิติจำนวนประชากร และบ้านทั่วประเทศ," กระทรวงมหาดไทย, 2553.
- [7] งานบริการข้อมูล กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนา อุดุณิยวิทยา, "สถิติภูมิอากาศ," กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555.
- [8] AEOLUS Wind Energy, Ltd (Aisa & Africa), "Wind Turbine," [Online], Available : www.wind turbinestar.com, 2012.
- [9] Nanjing Oulu Transmission Co., Ltd, "Wind Turbine," [Online], Available : www.njoulu.com/ documents/oulu.pdf, 2012.
- [10] ห้างหุ้นส่วนจำกัดไพบูลย์กิจ ซัพพลาย, [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก : http://www.tsatcr.com/, 2555.
- [11] บริษัท พระพาย เทคโนโลยี จำกัด, [ออนไลน์], เข้าถึง ได้จาก : http://www.prapai.co.th, 2555.
- [12] นิพนธ์ เกตุจ้อย และ อชิตพล ศศิธรานูวัฒน์, "เทคโนโลยีพลังงานลม," Naresuan University Journal, pp. 57-73, 2004.
- [13] การไฟฟ้านครหลวง, "อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ," การไฟฟ้านครหลวง, 2555.
- [14] European Wind Energy Association (EWEA), "Wind Energy – The Facts A guide to the technology, economics and future of wind power," Earthscan, vol. 12, pp. 207, 2009.
- [15] S. Mathew, "Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics," Springer, pp. 223, 2006.
- [16] เมืองมนต์ เนตรหาญ และ อำไพศักดิ์ ทีบุญมา, "การ วิเคราะห์และทดสอบประสิทธิภาพกังหันลมผลิต ไฟฟ้าขนาด 800 วัตต์," วารสารวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาลย์อุบลราชธานี, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, 2554.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้