



บทสรุปผู้บริหาร

การประเมินศักยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า
ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราด

Micrositing of Wind Energy Resource for Large-Scaled Wind Farm
Installation on Areas from the East Coast of the Gulf of
Thailand to Trat Province

โดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยบูรพา

ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
พ.ศ. 2553

แบบสรุปผู้บริหาร [Executive Summary]

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย / แผนงานวิจัย

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย) การประเมินศักยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราด
(ภาษาอังกฤษ) Micrositing of Wind Energy Resource for Large-Scaled Wind Farm Installation on Areas from the East Coast of the Gulf of Thailand to Trat Province

2. สรุปโครงการวิจัย

พลังงานทดแทนหลักที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก คือ พลังงานลม ปัจจุบันนั้นกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูง และมีการพัฒนาให้มีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าในระดับหลายเมกะวัตต์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามพื้นที่ในการติดตั้งกังหันลมนั้นจะต้องเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในหลายด้านไม่ว่าจะเป็นทางศักยภาพพลังงานลม การคมนาคม หรือขนาดพื้นที่ก็ตาม การลงทุนติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้นต้องการเงินลงทุนที่สูงมาก การพิจารณาถึงศักยภาพของพื้นที่อย่างละเอียดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้ขนาดกังหันลมที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้ง และเป็นการลดความผิดพลาดในการกำหนดพื้นที่ พลังงานลมเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิความกดดันของบรรยากาศ และ แรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม พลังงานลมจะสะสมอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ และเปลี่ยนพลังงานจลน์ดังกล่าวให้เป็นพลังงานกลโดยอาศัยกังหันลม และสามารถนำมาใช้ก่อให้เกิดงาน เช่น การบดสีเมล็ดพืช หรือการสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูงเพื่อใช้ในการเกษตร การทำนาเกลือ การอุปโภคและการบริโภค เป็นต้น ปัจจุบันพลังงานลมได้นำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการการแปรผันของพลังงาน (Energy conversion)

สำหรับประเทศไทยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมยังถือว่าน้อยมาก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปสู่โครงการที่เป็นรูปธรรม ปัจจุบันมีเฉพาะหน่วยงานของรัฐที่ติดตั้งเป็นหลัก โดยเป็นโครงการวิจัยหรือสาธิตเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งตามแผนพัฒนาพลังงานลม 15 ปีของกระทรวงพลังงานกำหนดภายในปี 2559 มีเป้าหมายการพัฒนาพลังงานไม่น้อยกว่า 375 MW และภายในปี 2565 ปริมาณ 800 MW เนื่องจากศักยภาพของแหล่งพื้นที่ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลมนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเร็วลม ลักษณะการแปรผันของลม ผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และ ความยากง่ายในการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาศักยภาพจึงจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ที่ครบถ้วนถูกต้องและเหมาะสมเพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการเลือกสถานที่ที่คาดว่าจะติดตั้งกังหันลมในอนาคต นอกจากนี้เนื่องจากธรรมชาติของลมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้นการเก็บข้อมูล

ลมนั้นควรจะทำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานอย่างน้อย 12 เดือนขึ้นไป เพื่อให้ข้อมูลลมที่วัดได้มีความเชื่อถือได้ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือระบบเครื่องมือวัดลม โดยระบบเครื่องมือวัดลมนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพ ความถูกต้อง และความเชื่อถือได้สูง โดยทั่วไปแล้ว ความเร็วลมยังขึ้นอยู่กับความสูง กล่าวคือ ความสูงยิ่งมาก ความเร็วลมยิ่งมีค่ามาก ในปัจจุบันนั้น ยังไม่ได้มีข้อสรุปที่แน่นอนเกี่ยวกับความเร็วลมที่ระดับสูงๆ ในประเทศไทย ดังนั้นการวัดความเร็วลมนั้นจึงจะต้องกระทำที่หลายระดับ อีกทั้งการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งยังต้องศึกษา ข้อมูลทางสิ่งแวดล้อม ความต้องการและการมีส่วนร่วมขององค์กรส่วนท้องถิ่น ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประเมินและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมที่ยั่งยืนต่อไป

โครงการนี้ได้ทำการประเมินศักยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราดนำไปสู่การพัฒนาการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดใหญ่ โดยได้ทำการคัดเลือกสถานที่เพื่อติดตั้งเสาวัดความเร็วลมจำนวนสองแห่งที่คือ 1) มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ตำบลแสนสุข อำเภอแสนสุข จังหวัดชลบุรี และ 2) ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี การวัดลมกระทำโดยการติดตั้งเสาแบบเรียงด้วยเชือกสูง 120 เมตร พร้อมทั้งระบบเครื่องมือวัดและระบบป้องกันฟ้าผ่า ความเร็วลมและทิศทางลมถูกจัดเก็บทุกๆ 1 นาทีที่ความสูงระดับ 10, 65, 90 และ 120 เมตร และสามารถถูกส่งเป็นแบบรายวันผ่านทางระบบสื่อสารแบบไร้สาย ข้อมูลที่ได้รับสำหรับแต่ละสถานที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม Meteodyn 4.3 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางสถิติเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ลม และเพื่อใช้ในการคำนวณพลังงานที่ได้รับใน 1 ปี

ผลการศึกษาจากข้อมูลที่วัดได้แสดงให้เห็นว่า ที่ มหาวิทยาลัยบูรพา มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.60 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 65 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 90 เมตรและความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.53 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 120 เมตร และที่ตำบลทับไทรมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 65 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.81 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 90 เมตร และความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.93 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 120 เมตร ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสำหรับชุดของกังหันลมที่มีหลายขนาดตั้งแต่ 2 เมกะวัตต์ ถึง 5 เมกะวัตต์ และ ตำแหน่งการติดตั้งกังหันลมพร้อมทั้งกราฟกำลังไฟฟ้าของกังหันลมเราพบว่าหากได้รับค่ารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่มจากการไฟฟ้า กังหันลมทุกประเภทมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตามหากไม่ได้รับค่ารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่ม กังหันลมความเร็วลมต่ำหรือพื้นที่ที่มีความเร็วลมค่อนข้างดีคือทางเลือกที่ดีเท่านี้สำหรับการพัฒนากังหันลมในอนาคต

3. ผลการวิจัย

การประเมินศักยภาพพลังงานลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราด มีผลดังนี้

3.1 สถานที่ติดตั้ง

โครงการได้ติดตั้งเสาวัดลมจำนวน 2 ต้น ในสถานที่ดังนี้

3.1.1 พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

3.1.2 ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

3.2 ข้อมูลความเร็วลม

ข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้ง 2 แห่ง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูงต่างๆ (ข้อมูลลม 13 เดือน)

ค่าที่วัดได้	มหาวิทยาลัยบูรพา	ทิศหลักของลม
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 10 เมตร	1.60 m/s	ทิศเหนือ
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 65 เมตร	4.96 m/s	ทิศเหนือ
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 90 เมตร	5.25 m/s	ทิศเหนือ
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 120 เมตร	5.53 m/s	ทิศเหนือ

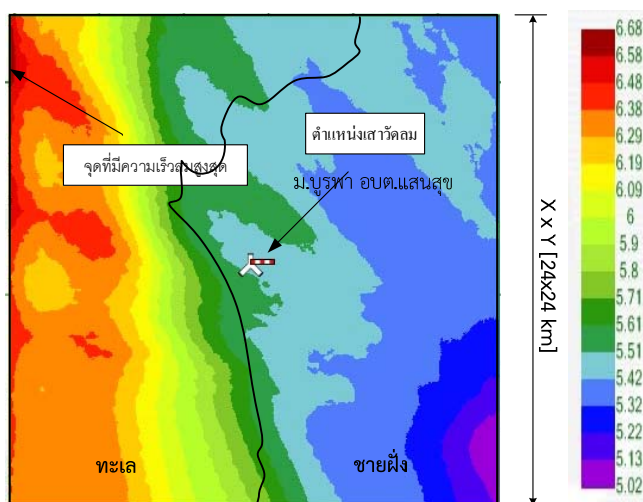
ตารางที่ 2 ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูงต่างๆ (ข้อมูลลม 13 เดือน)

ค่าที่วัดได้	เทศบาลโป่งน้ำร้อน	ทิศหลักของลม
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 10 เมตร	2.84 m/s	ตะวันตกเฉียงใต้
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 65 เมตร	5.38 m/s	ตะวันตกเฉียงใต้
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 90 เมตร	5.81 m/s	ตะวันตกเฉียงใต้
ความเร็วลมเฉลี่ย ระยะ 120 เมตร	5.93 m/s	ตะวันตกเฉียงใต้

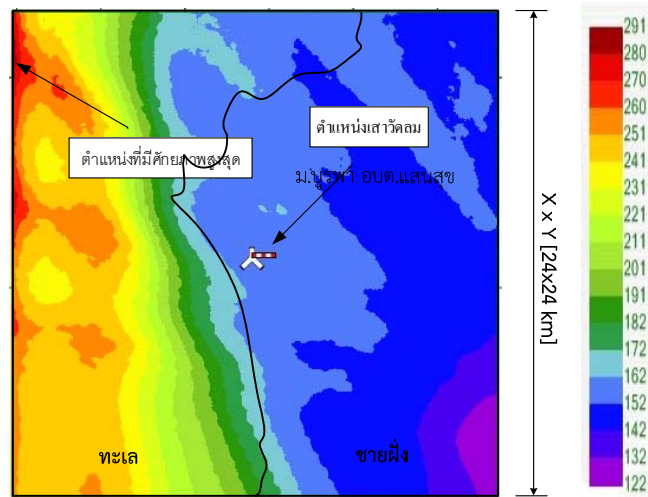
3.3 แผนที่ศักยภาพพลังงานลม

ตารางที่ 3 ศักยภาพพลังงานลมสูงสุดที่ระดับความสูง 4 ระดับ ของเสาวัดลมที่บริเวณมหาวิทยาลัย อยู่ที่ พิกัด ละติจูด 13°17'42.090"เหนือ และ ลองจิจูด 100°54'5.167" ตะวันออก

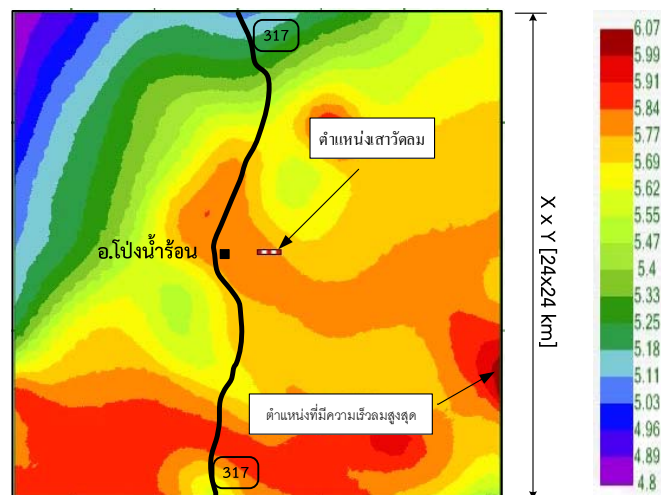
ตำแหน่ง	ความสูง 10 m (W/m ²)	ความสูง 65 m (W/m ²)	ความสูง 90 m (W/m ²)	ความสูง 120 m (W/m ²)
เสาวัดลม	6	122	137	155
ศักยภาพสูงสุด	10	182	197	291



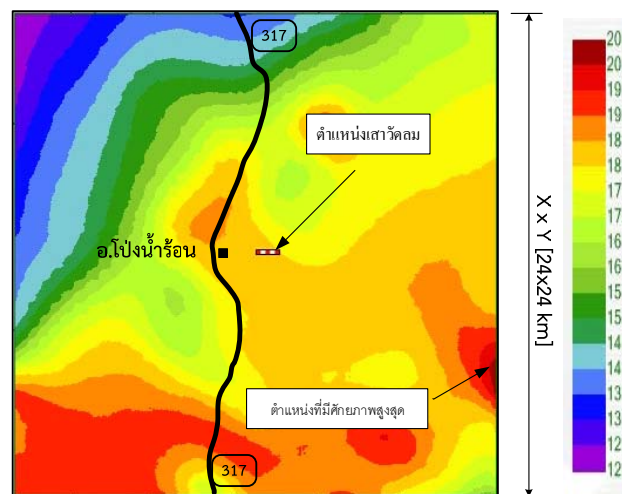
รูปที่ 1 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของพื้นที่ที่ตั้งเสาวัดลมที่ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ระดับความสูง 120 เมตร หน่วย (m/s)



รูปที่ 2 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของพื้นที่ที่ติดตั้งเสาวัดลมที่ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ระดับความสูง 120 เมตร หน่วย (W/m^2)



รูปที่ 3 แผนที่การกระจายความเร็วลมของพื้นที่ที่ติดตั้งเสาวัดลมที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ระดับความสูง 120 เมตร หน่วย (m/s)



รูปที่ 4 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของพื้นที่ที่ติดตั้งเสาวัดลมที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ระดับความสูง 120 เมตร หน่วย (W/m^2)

ตารางที่ 4 ศักยภาพพลังงานลมสูงสุดที่ระดับความสูง 4 ระดับ ของเสาวัดลมที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี อยู่ที่ พิกัดละติจูด 12°53'42.343" เหนือ และ ลองจิจูด 102°19'10.594" ตะวันออก

ตำแหน่ง	ความสูง 10 m (W/m ²)	ความสูง 65 m (W/m ²)	ความสูง 90 m (W/m ²)	ความสูง 120 m (W/m ²)
เสาวัดลม	21	131	165	185
ศักยภาพสูงสุด	25	156	192	207

3.4 ข้อมูลกังหันลม

ตารางที่ 5 ข้อมูลสรุปของกังหันลมที่ใช้ในการศึกษาศักยภาพพลังงานลม

กังหันลม	Rated Power (MW)	Cut-in Speed (เมตรต่อวินาที)	Rated Speed (เมตรต่อวินาที)	Cut-out Speed (เมตรต่อวินาที)	Hub Height (เมตร)
XE103-2000	2	3	10	22	103
W2000-105-70	2	3	12.5	20	70
Shinovel	3	3	13	25	105
UP100	3	4	12	25	90
W5000-132-100	5	3	16	25	100

ตารางที่ 6 ข้อมูลสรุปของกังหันลมที่ใช้ในการศึกษาศักยภาพพลังงานลม (หน่วย: บาท)

ค่าใช้จ่าย/ยี่ห้อกังหันลม	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
กังหันลม (64%)	56,000,000	53,600,000	78,400,000	77,800,000	120,800,000
งานโยธา (13%)	11,375,000	10,887,500	15,925,000	15,803,125	24,537,500
งานไฟฟ้า (8%)	7,000,000	6,700,000	9,800,000	9,725,000	15,100,000
การเชื่อมต่อกริด (6%)	5,250,000	5,025,000	7,350,000	7,293,750	11,325,000
บริหารงานโครงการ (1%)	875,000	837,500	1,225,000	1,215,625	1,887,500
การติดตั้ง (1%)	875,000	837,500	1,225,000	1,215,625	1,887,500
ประกัน (1%)	875,000	837,500	1,225,000	1,215,625	1,887,500
งานด้านกฎหมาย (2%)	1,750,000	1,675,000	2,450,000	2,431,250	3,775,000
ธรรมเนียมธนาคาร (1%)	875,000	837,500	1,225,000	1,215,625	1,887,500
อื่นๆ (3%) เช่น ค่าดอกเบี้ยที่เกิดขึ้น					
ระหว่างการก่อสร้าง และ ค่าพัฒนา	2,625,000	2,512,500	3,675,000	3,646,875	5,662,500
โครงการ เป็นต้น					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (100%)	87,500,000	83,750,000	122,500,000	121,562,500	188,750,000

4. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (MWh) และ ตัวประกอบกำลังผลิต ที่ ม.บูรพา จ.ชลบุรี

ตำแหน่งกังหัน		XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
พิกัดที่	AEP (MWh)	2,892	1,667	2,884	2,359	3,129
เสาวัดลม	CF (%)	16.50	9.51	10.97	8.97	7.14

หมายเหตุ: ตำแหน่งพิกัดที่มีศักยภาพพลังงานลมมากที่สุดของพื้นที่บริเวณเสาวัดลมที่ ม.บูรพา อยู่บนทะเล ดังนั้น เราจึงไม่นำตำแหน่งพิกัดดังกล่าวมาวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

ตารางที่ 8 ค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (MWh) และ ตัวประกอบกำลังผลิต ที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

ตำแหน่งกังหัน		XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
พิกัดที่	AEP (MWh)	5,106	3,194	5,243	4,585	5,664
เสาวัดลม	CF (%)	29.14	18.23	19.95	17.44	12.93
พิกัดที่ดีที่สุด ที่ละติจูด 12°53'42.343" เหนือ,	AEP (MWh)	5,682	3,677	5,920	5,264	6,444
ลองจิจูด 102°19'10.594" ตะวันออก	CF (%)	32.43	20.99	22.52	20.03	14.71

การประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทั้ง 2 ประเภทนั้นใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ ซึ่งได้จากโปรแกรม Meteodyn โดยกังหันลมทั้ง 5 ประเภทมีขนาดตั้งแต่ 2 เมกะวัตต์ จนถึง 5 เมกะวัตต์ จากนั้น เราจึงนำปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปประเมินมูลค่าผลประโยชน์จากการขายไฟฟ้าได้ โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้าเท่ากับ 1.806 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และ อัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติขายส่งเฉลี่ย (Ft ขายส่งเฉลี่ย) เท่ากับ 0.802 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง อ้างอิงจากราคาการรับซื้อไฟฟ้าต่อหน่วยจากผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานลมขนาดเล็กปี 2554

การวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ไม่พิจารณาการรับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่มและกรณีที่พิจารณาการรับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่มในอัตรา 3.50 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง ในช่วง 10 ปีแรก ผลการประเมินความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของทั้ง 2 พื้นที่แสดงในตารางที่ 9 และ 10 สำหรับพื้นที่ ณ เสาวัดลม ม.บูรพา จ.ชลบุรี และตารางที่ 11 ถึง ตารางที่ 14 สำหรับพื้นที่เสาวัดลม ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

ตารางที่ 9 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีไม่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคาซื้อขาย ณ ตำแหน่งเสาวัดลม ม.บูรพา จ.ชลบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	-17,218,000	-49,003,783	-58,511,772	-72,919,789	-128,990,725
B/C	0.80	0.41	0.52	0.40	0.32
IRR (%)	4.68	-1.92	0.21	-2.25	-4.26
PB (ปี)	-	-	-	-	-
COE (บาท/หน่วย)	3.43	5.69	4.81	5.84	6.84

ตารางที่ 10 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีคิดอัตราส่วนเพิ่มราคาซื้อขาย ณ ตำแหน่งเสาวัดลม ม.บูรพา จ.ชลบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	52,899,194	-8,586,990	11,411,460	-15,725,300	-53,127,412
B/C	1.60	0.90	1.09	0.87	0.72
IRR (%)	16.25	5.58	8.79	5.11	2.29
PB (ปี)	7	-	15	-	-
COE (บาท/หน่วย)	3.43	5.69	4.81	5.84	6.84

ตารางที่ 11 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีไม่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ ณ ตำแหน่งเสาวัดลม ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	48,180,481	-3,898,326	11,169,807	-7,166,844	-54,110,351
B/C	1.55	0.95	1.09	0.94	0.71
IRR (%)	13.58	6.71	8.43	6.55	3.37
PB (ปี)	10	-	18	-	-
COE (บาท/หน่วย)	1.94	2.97	2.65	3.00	3.78

ตารางที่ 12 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีคิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ ณ ตำแหน่งเสาวัดลม ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	171,976,606	73,540,927	138,287,528	103,997,518	83,214,611
B/C	2.97	1.88	2.13	1.86	1.44
IRR (%)	33.57	19.93	23.19	19.63	13.97
PB (ปี)	4	6	5	6	8
COE (บาท/หน่วย)	1.94	2.97	2.65	3.00	3.78

ตารางที่ 13 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีไม่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ ณ ตำแหน่งที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงสุด ละติจูด 12°53'42.343" เหนือ และลองจิจูด 102°19'10.594" ตะวันออก อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	65,194,720	10,368,822	31,167,445	12,889,871	-31,070,236
B/C	1.75	1.12	1.25	1.11	0.84
IRR (%)	15.59	8.82	10.34	8.61	5.13
PB (ปี)	9	17	14	17	-
COE (บาท/หน่วย)	1.75	2.58	2.34	2.62	3.32

ตารางที่ 14 ดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับกังหันลมแต่ละประเภทสำหรับกรณีคิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ ณ ตำแหน่งที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงสุด ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี

	XE103-2000	W2000-105-70	Shinovel	UP100	W5000-132-100
NPV (บาท)	202,956,096	99,518,519	174,699,185	140,516,743	125,166,002
B/C	3.32	2.19	2.43	2.16	1.66
IRR (%)	37.83	23.94	26.94	23.53	17.05
PB (ปี)	3	5	5	5	7
COE (บาท/หน่วย)	1.75	2.58	2.34	2.62	3.32

จากตารางทั้งหมดข้างต้น เราสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) สำหรับพื้นที่ ม.บวรพา จ.ชลบุรี ในกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ โดยภาพรวมแล้ว การลงทุนก่อสร้างกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากดัชนี

- ทางด้านเศรษฐศาสตร์ NPV มีค่าติดลบ ดังนั้นค่า IRR มีค่าต่ำกว่า อัตราส่วนลดเฉลี่ย (Discount Rate) ที่ 7.30 % เป็นกรณีฐาน (Base) สำหรับอัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยสำหรับลูกค้ารายย่อยชั้นดีของธนาคารพาณิชย์
- 2) สำหรับพื้นที่ ม.บูรพา จ.ชลบุรี ในกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ การลงทุนก่อสร้างกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับกังหันลมมีเพียงกังหันลมแค่ 2 ประเภทเท่านั้นที่ให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ค่อนข้างที่ดี คือ กังหันลม XE 103-2000 และ กังหันลม Shinovel สาเหตุหลัก คือ กังหันลม มีพิกัดความเร็วลมที่ต่ำเมื่อเทียบกับกังหันลมอีก 4 ประเภทที่เหลือ สังเกตได้ว่า อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยของกังหันลมทั้ง 5 ประเภทสำหรับกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ และ คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อนั้นมีค่าเท่ากันเนื่องจากการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเกี่ยวข้องกับต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้ากังหันลมเพียงอย่างเดียวไม่ได้เกี่ยวข้องกับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ
 - 3) สำหรับพื้นที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ในกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ มีกังหันลมเพียง 2 ประเภทเท่านั้นที่มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย กังหันลม XE103-2000 และ กังหันลม Shinovel
 - 4) สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงที่สุด บริเวณเสาว์ดลมที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ในกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ กังหันลมทุกประเภทมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ยกเว้น กังหันลม W5000-132-100 ขนาด 5 MW
 - 5) สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงที่สุด (ละติจูด 12°53'42.343" เหนือ และ ลองติจูด 102°19'10.594" ตะวันออก) บริเวณเสาว์ดลมที่ ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ในกรณีที่คิดอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อ กังหันลมทุกประเภทมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างมากแม้แต่กังหันลม W5000-132-100 ขนาด 5 MW ที่มีค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 14.71% เช่นเดียวกัน กังหันลม XE103-2000 ให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีที่สุดโดยมีค่าเงินสุทธิปัจจุบันเท่ากับ 202,956,096 บาท และอัตราผลตอบแทนภายในสูงถึง 37.83% และที่สำคัญมีระยะเวลาการคืนทุนเพียง 3 ปีเท่านั้น สาเหตุหลักมาจาก 2 ประการคือ กังหันลมเป็นกังหันลมประเภทความเร็วลมต่ำ และ พื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพพลังงานลมค่อนข้างดีมากนั่นเอง

บทคัดย่อ

จุดประสงค์หลักของโครงการศึกษาศักยภาพพลังงานลมนี้อาจสรุปได้ว่า การระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพที่มีคุณสมบัติอื่นๆประกอบสำหรับการติดตั้งกังหันลมบนพื้นที่จากแนวชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยจนถึงจังหวัดตราด เกณฑ์หลักในการพิจารณาคัดเลือกตำแหน่งติดตั้งเสาวัดลมคือ ศักยภาพพลังงานลม ความพร้อมของพื้นที่ และความปลอดภัยของเสาวัดลม กิจกรรมหลักที่ได้ทำในโครงการนี้ คือ 1) การระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพจากแผนที่ลมที่อ้างอิงกับแบบจำลองความเร็วลม Mesoscale ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยศิลปากร ในปี พ.ศ. 2552 2) การสำรวจพื้นที่และการจัดทำอันดับสถานที่ 3) การคัดเลือกตำแหน่งเสาวัดลมภายในสถานที่ที่คาดว่าจะทำการติดตั้งเสาวัดลมและการขอใช้พื้นที่ในการติดตั้งเสาวัดลมอย่างเป็นทางการ 4) การติดตั้งเสาวัดลมและระบบการเชื่อมโยงสำหรับการวัดความเร็วลม และ 5) การศึกษาเบื้องต้นสำหรับการประเมินทางการเงิน

จากการคัดเลือกพบว่ามี 2 สถานที่ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกดังกล่าว คือ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ตำบลแสนสุข อำเภอแสนสุข จังหวัดชลบุรี และ ตำบลทับไทร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี การวัดลมกระทำโดยการติดตั้งเสาแบบเรียงด้วยเชือกพร้อมทั้งเครื่องมือวัดและระบบป้องกันฟ้าผ่า ความเร็วลมและทิศทางลมถูกจัดเก็บทุกๆ 1 นาทีที่ความสูงระดับ 10, 65, 90 และ 120 เมตร และสามารถถูกส่งเป็นแบบรายวันผ่านทางระบบสื่อสารแบบไร้สาย ข้อมูลที่ได้รับสำหรับแต่ละสถานที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม Meteodyn 4.3 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางสถิติเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ลม และเพื่อใช้ในการคำนวณพลังงานที่ได้รับใน 1 ปี

ผลการศึกษาจากข้อมูลที่วัดได้แสดงให้เห็นว่า ที่ ม.บูรพา มีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 1.60 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 65 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 90 เมตร และ ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.53 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 120 เมตร และที่ ตำบลทับไทรมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 65 เมตร, ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.81 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 90 เมตร และ ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5.93 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 120 เมตร ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี ซึ่งมีพิกัดที่ละติจูด $12^{\circ}53'42.343''$ เหนือ และ ลองจิจูด $102^{\circ}19'10.594''$ ตะวันออก มีศักยภาพพลังงานลมสูงสุดถึง 207 วัตต์ต่อตารางเมตรที่ระดับความสูง 120 เมตร หากทำการติดตั้งกังหันลมรุ่น XE103-2000 ก็จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 4 ปี และ 7 ปี สำหรับกรณีที่คิดส่วนเพิ่มราคารับซื้อ และที่ไม่คิดส่วนเพิ่มราคารับซื้อ ตามลำดับ

ABSTRACT

The main objective of this wind resource micro-siting project is to identify potential areas that also possess other desirable qualities for Large-Scaled Wind Farm Installation on Areas from the East Coast of the Gulf of Thailand to Trat Province. The key criteria for site selection are wind potential, land availability, and safety of masts. The main activities were carried out in this project: 1) identification of potential wind development areas from the Atmospheric mesoscale model-based Wind Map developed by Silapakorn University in 2009, 2) site survey and ranking of candidate sites, 3) selection of actual tower locations within the candidate sites and official acquisition for land use, 4) installation of towers and system integration for wind speed measurement, and 5) preliminary study of financial feasibility assessment.

Having been satisfied all the aforementioned criteria, two sites were selected for wind speed measurement: 1) Burapa University, Sansuk subdistrict in Sansuk district of Chonburi province and 2) Tubsai subdistrict in Pongnamron district of Chantaburi province. The wind measurement was then conducted by installing 120-meter-high guyed masts equipped with measuring devices and lightning protection system. Wind speed and its direction have been collected every one minute at heights of 10, 65, 90, and 120 meters and daily transferred via a wireless telecommunication network. The obtained data for each site were analyzed by the Meteodyn 4.3 software package to evaluate their statistical properties, to generate their wind resource maps, and to calculate their annual energy production.

The study results from the measured wind data shows that the site at Burapa University sees average wind speeds of 1.60 m/s at 10 m, 4.96 at 65 m, 5.25 m/s at 90 m and 5.53 at 120 m; and those at Pongnamron of 2.80 m/s at 10 m, 5.38 m/s at 65m, 5.81 at 90 m and 5.93 m/s at 120 m. The study results reveal that the site at Pongnamron with latitude 12°53'42.343" North and longitude 102°19'10.594" East could have a power potential as high as 207 Watt/m² at 120 meters high. If a XE103-2000 wind turbine were to be installed, the payback period would be 4 years and 7 years with and without the adder subsidy respectively.