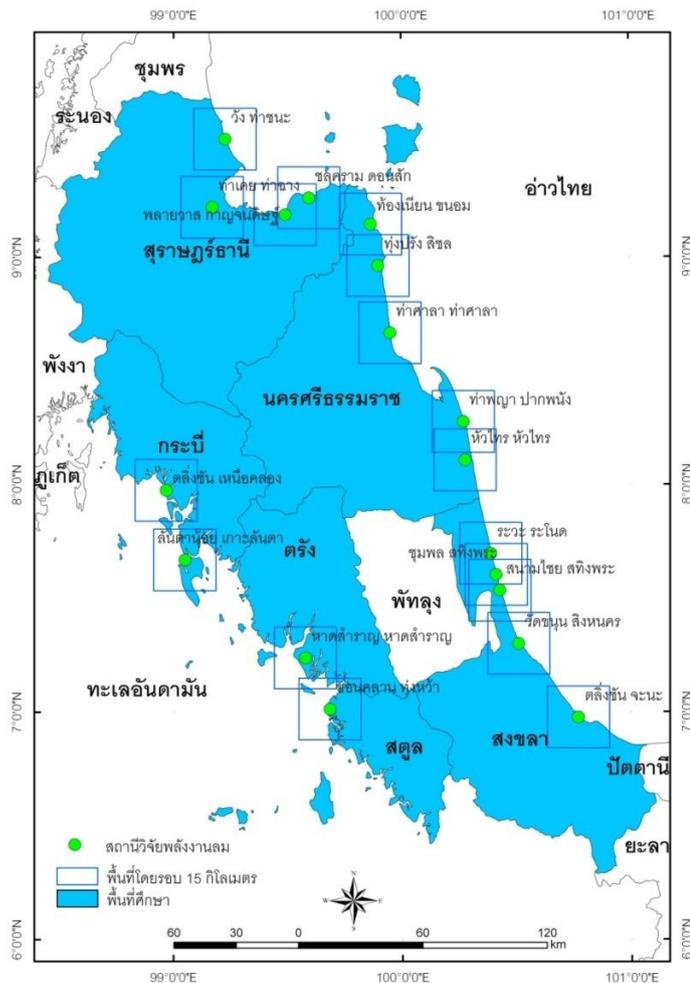


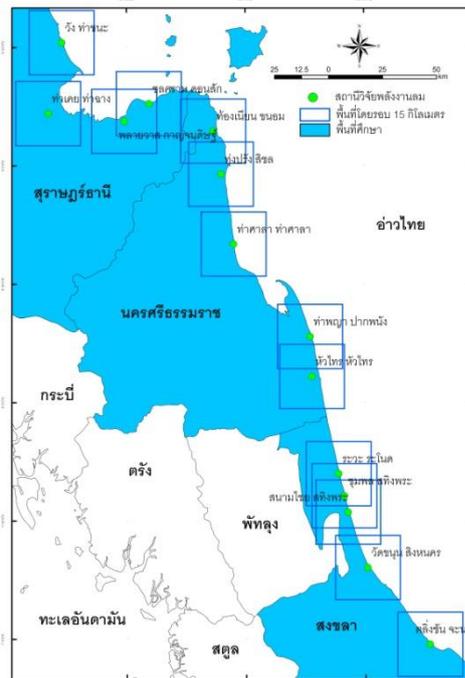
### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 พื้นที่ศึกษา

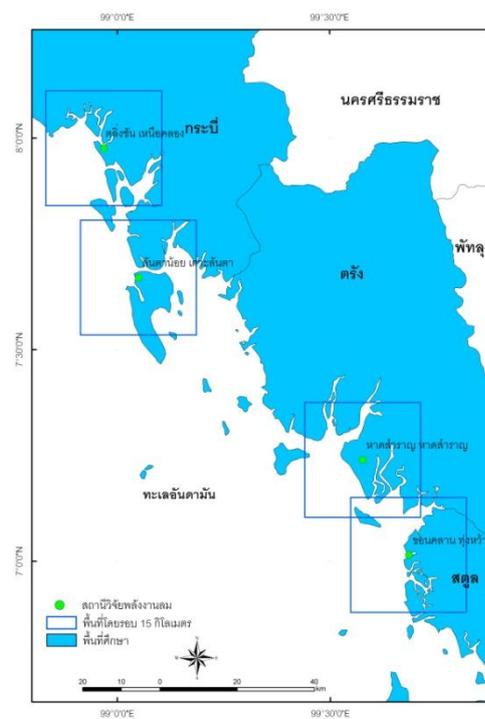
งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการตรวจวัดลมสถานีวิจัยพลังงานลมในพื้นที่ศึกษาจำนวน 6 จังหวัด แสดงดังภาพที่ 3.1 โดยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลสถิติของลมจากสถานีวิจัยพลังงานลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย จำนวน 18 สถานี โดยแบ่งออกเป็นตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยจำนวน 14 สถานี แสดงดังภาพที่ 3.2 และตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันจำนวน 4 สถานี แสดงดังภาพที่ 3.3 โดยเป็นสถานีวิจัยพลังงานลมในจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 4 สถานี จังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 5 สถานี จังหวัดสงขลาจำนวน 5 สถานี จังหวัดกระบี่จำนวน 2 สถานี จังหวัดตรังจำนวน 1 สถานี และจังหวัดสตูลจำนวน 1 สถานี



ภาพที่ 3.1 แผนที่พื้นที่ศึกษาของโครงการ



ภาพที่ 3.2 แผนที่แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีวิจัยพลังงานลมตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยจำนวน 14 สถานี



ภาพที่ 3.3 แผนที่แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีวิจัยพลังงานลมตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันจำนวน 4 สถานี

### 3.2 ส่วนประกอบของสถานีวิจัยพลังงานลม

#### 3.2.1 เสาตั้งโครงสามเหลี่ยม

เสาสูงที่ใช้ในการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วและทิศทางของลมที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร เป็นเสาตั้งโครงสามเหลี่ยมแบบ guyed mast tower ขนาด 12 นิ้ว สูง 45 เมตร

การติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วและทิศทางจะทำการติดตั้งที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร โดยมีแขนยื่นออกไปจากเสาตั้งโครงสามเหลี่ยมเป็นระยะ 40 เซนติเมตร ภาพที่

3.4 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วและทิศทางของลมกับเสาสูง



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งเซนเซอร์ที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2550)

#### 3.2.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศแวดล้อมและอุปกรณ์ป้องกันรังสีอาทิตย์

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นได้ในชุดเดียวกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง  $-40$ – $+70$  องศาเซลเซียส และสามารถวัดความชื้นได้ในช่วงร้อยละ 0-100 RH ระหว่าง 0-50 องศาเซลเซียส ค่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิ  $\pm 0.7$ -25 องศาเซลเซียส ค่าความแม่นยำในการวัดความชื้น RH accuracy ร้อยละ 3 over

0-50 องศาเซลเซียส ร้อยละ  $\pm 4$  in condensing environments 0 to 30 องศาเซลเซียส ค่าความ  
 ละเอียดยในการวัด 0.4-25 องศาเซลเซียส; ร้อยละ 0.5% RH to 25 องศาเซลเซียส หัววัดประกอบอยู่  
 ใน stainless steel housing พร้อมชุดป้องกันรังสีอาทิตย์ ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์จับยึดสำหรับ  
 ติดตั้งกับเสา แสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศแวดล้อมและอุปกรณ์ป้องกันรังสีอาทิตย์  
 (ถ่ายเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2550)

### 3.2.3 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบอัตโนมัติ

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของความเร็วลม  
 ตลอดจนอุณหภูมิ มีจำนวนช่องสัญญาณขาเข้า 15 ช่องสัญญาณ มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล  
 ไม่น้อยกว่า 512 กิโลไบต์ (500,000 measurements) มีช่องสำหรับต่อชุด sensor แบบ RJ11 สำหรับ  
 ต่อกับชุด smart sensor 10 ช่อง สามารถตั้งค่าช่วงเก็บข้อมูลได้ในช่วงตั้งแต่ 1 วินาที ถึง 18 ชั่วโมง  
 ค่าความแม่นยำของเวลาอยู่ในช่วง 0-2 วินาที สำหรับข้อมูลชุดแรก  $\pm 5$  วินาที ต่อสัปดาห์ ณ  
 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยติดตั้งอยู่ในตู้ที่ป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศ (weather  
 proof) พร้อมฝาสำหรับเปิด-ปิด และชุดจับยึดสำหรับติดตั้งกับเสา มีไฟสัญญาณ LED สำหรับแสดง  
 สถานะของชุดเก็บข้อมูลและหัววัด สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ  $-40$ – $+70$  องศาเซลเซียส  
 สำหรับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม สามารถต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ต แบบ RS-232 แสดงดัง  
 ภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบอัตโนมัติ  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2550)

### 3.2.4 ระบบไฟฟ้าสำรอง

ระบบไฟฟ้าสำรองเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้สำหรับในกรณีที่แบตเตอรี่ในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 9 วัตต์ แสดงดังภาพที่ 3.7 และอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ขนาด 6 V แสดงดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.7 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 9 วัตต์  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2550)



ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2550)

### 3.3 การจัดทำแผนที่เวกเตอร์โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์

#### 3.3.1 การจัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูง

งานวิจัยนี้ใช้แผนที่เส้นชั้นความสูงของทั้ง 18 สถานี สำหรับเป็นข้อมูลอินพุทให้กับโปรแกรม WAsP 9.0 โดยได้ดำเนินการจัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูงเส้นชั้นละ 30 เมตร โดยอาศัยแผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) ขนาด 10×10 กิโลเมตร กรมแผนที่ทหารชุด L7018 จำนวน 38 ระวัง และใช้โปรแกรม ARC GIS 9.0 สำหรับการสร้างบัฟเฟอร์ของพื้นที่โดยรอบ นอกจากนี้ยังได้จัดทำแผนที่เพื่อแสดงระดับความสูงต่ำหรือลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 18 เนื่องจากโปรแกรม WAsP 9.0 จะให้ผลการคำนวณที่มีความถูกต้องสูงสุดในช่วงระยะไม่เกิน 10 กิโลเมตร แต่ในกรณีที่พื้นที่บางส่วนเป็นพื้นน้ำโปรแกรม WAsP 9.0 จะสามารถทำการคำนวณได้ในระยะ 15 กิโลเมตร ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ขนาดแผนที่ดังกล่าว

แผนที่เส้นชั้นความสูงขนาดดังกล่าวในรูปของแบบของไฟล์ดิจิทัลจะถูกนำไปรวม (combined) กับข้อมูลดัชนีความขรุขระโดยอาศัยโปรแกรม WAsP Utility 3.0 จะได้แผนที่เวกเตอร์ (vector map) ซึ่งเป็นข้อมูลอินพุทให้กับโปรแกรม WAsP 9.0 สำหรับการสร้างแผนที่ภูมิอากาศของลมในระดับท้องถิ่น (regional wind climate) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 18 สถานีต่อไป

### 3.3.2 การจัดทำแผนที่ลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ

สำหรับการจัดทำแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติ ขนาด  $10 \times 10$  กิโลเมตร ได้ใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (digital elevation model: DEM) ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร แล้วทำการสร้างแผนที่ความสูงต่ำของพื้นที่โดยอาศัยโปรแกรม MicroDEM ในพื้นที่กันชน (buffer) ไหมรอบๆ สถานีวิจัยพลังงานลมขนาด  $10 \times 10$  กิโลเมตร

### 3.3.3 การจัดทำแผนที่ดัชนีความขรุขระ

งานวิจัยนี้จัดทำแผนที่ดัชนีความขรุขระ (roughness index map) ของพื้นที่รอบๆ สถานีวิจัยพลังงานลมทั้ง 18 สถานี ขนาด  $10 \times 10$  กิโลเมตร โดยอาศัยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land-use) ซึ่งแปลผลจากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ขนาดความแยกชัด (resolution) 10 m แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ของพื้นที่ศึกษาดังภาพที่ 3.9 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Erdas Imagine 8.7

## 3.4 การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลม

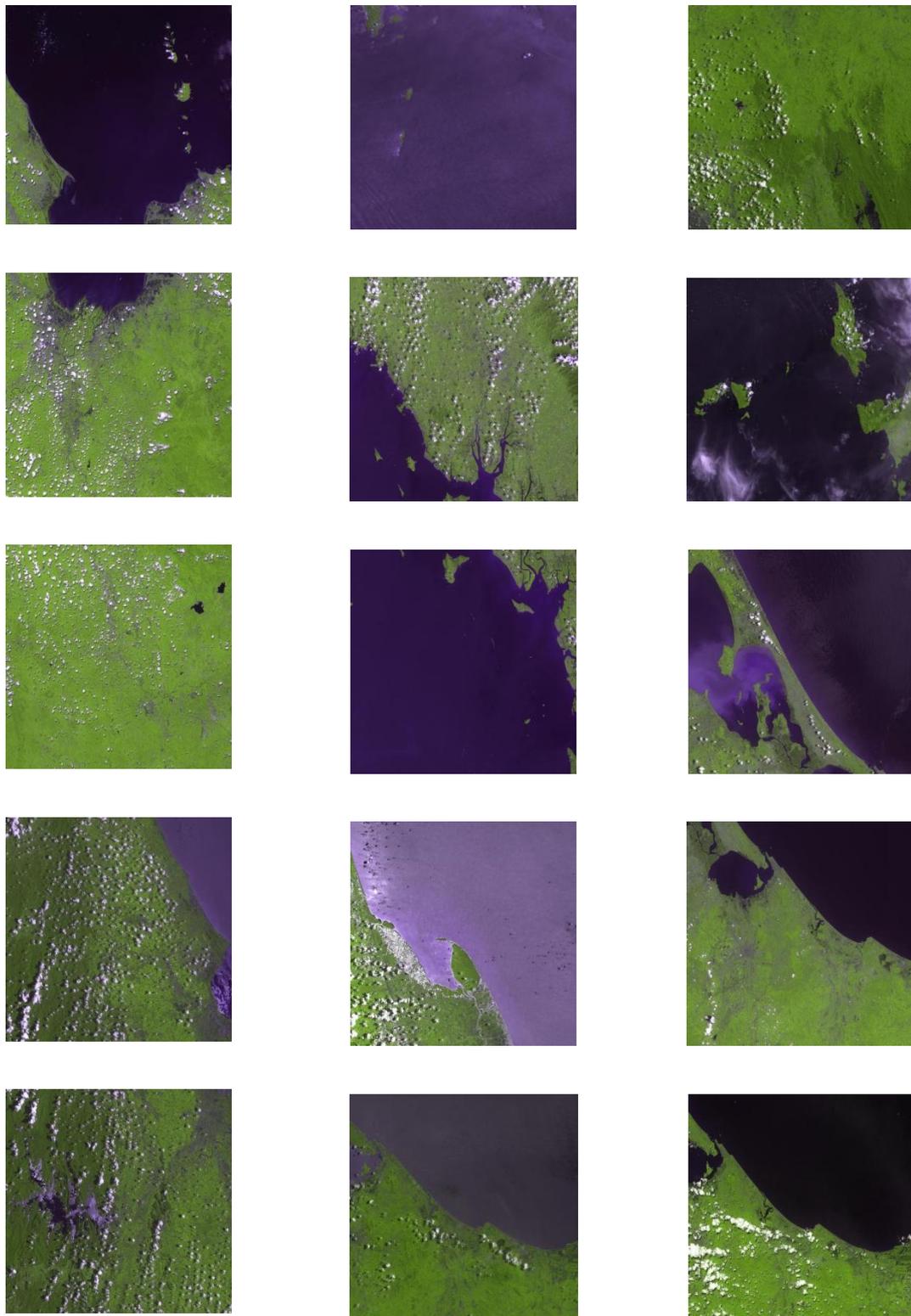
ในการวิเคราะห์การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมนั้นได้พิจารณาพารามิเตอร์ 2 ตัว ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (annual energy production: AEP) และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยอาศัยค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ (capacity factor: C. F.) ซึ่งในการพิจารณาโดยอาศัยพารามิเตอร์ทั้งสองนั้นถ้าหากค่า AEP มีค่าสูง นั่นก็แสดงว่าพลังงานลมในบริเวณพื้นที่ศึกษามีศักยภาพสูงและสามารถใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันลมได้ในปริมาณมาก ส่วนค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ยิ่งสูงนั้นก็แสดงว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นๆ จะมีประสิทธิภาพดี

### 3.4.1 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม WAsP 9.0 ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกังหันลมที่มีกำลังการผลิตติดตั้ง (rated capacity) โดยงานวิจัยนี้อาศัยกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตขนาด 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ สำหรับการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี

โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- (1) กรณีติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า ณ บริเวณ สถานีวิจัยพลังงานลม
- (2) กรณีติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า ณ ตำแหน่งลมดี หรือบริเวณที่มีศักยภาพของพลังงานลมสูง



ภาพที่ 3.9 ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ความแยกชัด 10 เมตร (สีปกติ)

### 3.4.2 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ค่าประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมพิจารณาจากค่าคาปาซิตีแฟกเตอร์ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1

$$\text{Capacity Factor} = \left( \frac{\text{AEP}}{\text{Rated Capacity} \times 8,760} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

โดยที่ AEP คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (กิโลวัตต์ชั่วโมง)  
 Rated Capacity คือ ขนาดกำลังการผลิตเต็มพิกัดของกังหันลม (กิโลวัตต์)

## 3.5 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

### 3.5.1 ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้พิจารณาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย (Baht/kWh) ซึ่งผลการคำนวณนี้จะใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาบริเวณหรือสถานที่สำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลมในบริเวณพื้นที่จังหวัดทางภาคใต้ต่อไป โดยต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยสามารถพิจารณาได้จากต้นทุนมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมตลอดอายุของโครงการ ซึ่งมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$PVC = I + C_{omr} \left[ \frac{1+i}{r-i} \right] \times \left[ 1 - \left( \frac{1+i}{1+r} \right)^t \right] - S \left( \frac{1+i}{1+r} \right)^t \quad (3.2)$$

เมื่อ  $PVC$  คือ ต้นทุนมูลค่าปัจจุบัน (present value cost) (บาท)  
 $I$  คือ ต้นทุนเงินลงทุน (initial cost) (บาท)  
 $C_{omr}$  คือ ต้นทุนดำเนินการ บำรุงรักษาและทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพ (operating, maintenance and replacement cost) (บาท)  
 $i$  คือ อัตราดอกเบี้ย (interest rate) (ร้อยละ)  
 $r$  คือ อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง (real interest rate) (ร้อยละ)

ดังนั้นต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์) จึงคำนวณได้จากสมการที่ 3.3

$$CoE = \frac{PVC}{AEP \times 20} \quad (3.3)$$

### 3.5.2 ดัชนีทางการเงินของโครงการ

- (1) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (benefit cost ratio; BCR)
- (2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value; NPV)
- (3) อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return; IRR)
- (4) ระยะเวลาคืนทุน (payback period; PBP)

โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาดัชนีทางการเงินของโครงการ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ดังต่อไปนี้

- เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (VSPP) มีขนาดไม่เกิน 10 MW
- เป็นโครงการที่จัดทำกลไกการพัฒนาที่สะอาด (clean development mechanism; CDM)

โดยในการคำนวณต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยนั้นได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุน (cost analysis) ดังต่อไปนี้

- (1) ที่ดิน โดยอาศัยข้อมูลบัญชีกำหนดราคาประเมินทุนทรัพย์รอบบัญชี 2550-2555
- (2) ถนนเข้าโครงการ ระยะถนนเข้าสู่โครงการได้จากการประมาณ โดยอาศัยข้อมูล GIS ของ กฟภ.
- (3) กังหันลมและการติดตั้ง
- (4) การบำรุงรักษา
- (5) อุปกรณ์ทดแทน
- (6) การเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระยะทางของสายจำหน่ายได้จากการประมาณโดยอาศัยข้อมูล GIS ของ กฟภ.

สำหรับต้นทุนการบำรุงรักษาระบบนั้นได้พิจารณาให้เป็นร้อยละของต้นทุนของกังหันลม ซึ่งโดยปกติมักจะพิจารณาให้มีค่าร้อยละ 2

งานวิจัยนี้ได้พิจารณาดัชนีการซื้ออุปกรณ์ทดแทนเข้าไปในการวิเคราะห์ต้นทุนด้วย เนื่องจากโครงการมีระยะเวลานาน ดังนั้นอุปกรณ์บางตัวอาจจะหมดอายุการใช้งานก่อนอายุโครงการ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

สำหรับต้นทุนการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคนั้น ได้พิจารณาต้นทุนการเชื่อมต่อโดยวิเคราะห์จากกรณีที่โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมหรือผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP) ได้ทำการว่าจ้างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการดำเนินการทั้งหมดของการเชื่อมต่อ โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย 33 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแสดงดังภาพที่ 3.10-3.11



ภาพที่ 3.10 โรงไฟฟ้าพลังงานลมขนาด 0.25 เมกะวัตต์ (พพ.)  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 3.11 การเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค  
(ถ่ายเมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2551)

โดยมีต้นทุนดังต่อไปนี้

- อาคาร โรงไฟฟ้า (power house)
- หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer)
- ระบบสายจำหน่าย 33 กิโลโวลต์ (distribution system) และการติดตั้ง โดยใช้สายจำหน่ายขนาด 50 ตารางมิลลิเมตร ราคาต่อกิโลเมตรเท่ากับ 880,000 บาท
- ค่าธรรมเนียมของ กฟภ. เช่น ค่าการตรวจสอบระบบจำหน่าย ค่าการตรวจสอบหม้อแปลง ค่าการตรวจสอบแท่นวางและแนวรั้ว ค่าธรรมเนียมหม้อแปลง และอื่นๆ
- การออกแบบระบบไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 1 ของมูลค่างาน

โดยในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยจากพลังงานลมได้อาศัยข้อมูลและสมมติฐานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สมมติฐานในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยจากพลังงานลม

พารามิเตอร์	ค่า
อายุโครงการ	20 ปี
ราคากังหันลมรวมค่าขนส่ง	1,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์
การติดตั้งกังหันลม (installation)	ร้อยละ 10 ของราคากังหันลม
การเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังงานลม (operation)	ร้อยละ 2 ของราคากังหันลม
การบำรุงรักษา (maintenance)	ร้อยละ 1 ของราคากังหันลม
มูลค่าซาก (salvage)	ร้อยละ 10 ของราคากังหันลม
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (interest rate)	ร้อยละ 6.375 (MLR)*
อัตราเงินเฟ้อทั่วไป (inflation rate)	ร้อยละ 3*
อัตราคิดลด (discount rate)	ร้อยละ 5
อัตราแลกเปลี่ยน	1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ = 30.2963 บาท*
Ft ขายส่ง (wholesale)	0.9907 บาท/หน่วย (กัญยาน-ธันวาคม 2553) กิจการผลิต (G) (กฟภ.)
ส่วนเพิ่มรับซื้อไฟฟ้า (adder)	3.5 บาทต่อหน่วย
CDM ซึ่งเป็นการขายคาร์บอนเครดิตในตลาดแบบ CERs	17.25 เหรียญยูโรต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์

หมายเหตุ: \*ข้อมูลจากธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด วันที่ 30 ธันวาคม 2553

### 3.5.3 การจัดทำแผนที่ระบบจำหน่ายและแนวนอนโดยใช้ ARC GIS 9.0

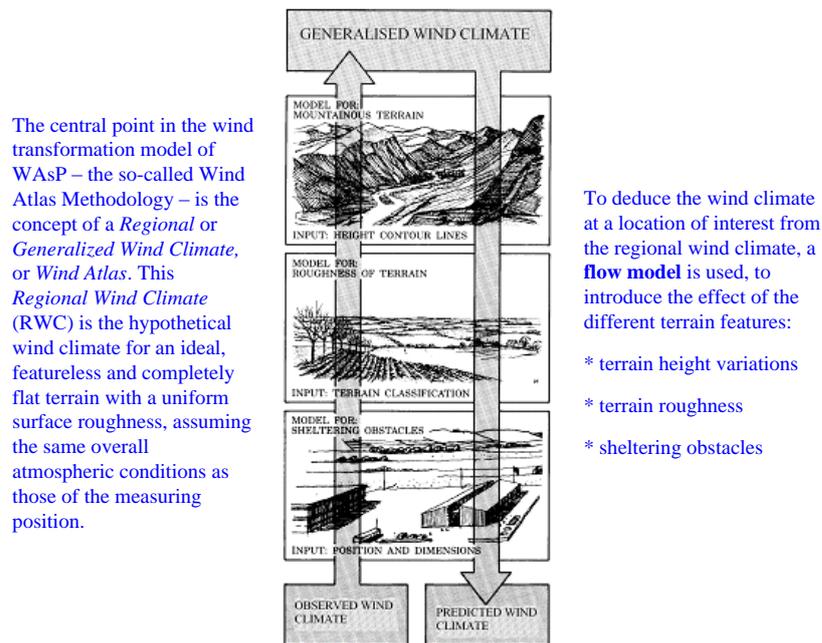
งานวิจัยนี้ได้จัดทำแผนที่ระบบจำหน่าย แนวนอนและสถานีย่อยสำหรับเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ต้นทุนด้านการติดตั้งและการเชื่อมต่อระบบของโครงการ โดยอาศัยข้อมูลดิจิทัลซึ่งพัฒนาโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 (ภาคใต้) จังหวัดนครศรีธรรมราช และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 (ภาคใต้) จังหวัดยะลา และใช้โปรแกรม ARC GIS 9.0 สำหรับการจัดทำแผนที่ระบบจำหน่ายและแนวนอน

### 3.6 การวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมด้วยโปรแกรม WASP 9.0

ในการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป WASP: the wind atlas analysis and application program สำหรับการทำนายภูมิอากาศลมจะอาศัยพื้นฐานของข้อมูลลมที่วัดจากสถานีวิจัยพลังงานลมจากแต่ละสถานี ซึ่ง WASP เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการประมาณค่านอกช่วงของข้อมูลทางสถิติของภูมิอากาศของลมทั้งในแนวนอนและในแนวตั้ง โดยในตัวโปรแกรมประกอบไปด้วยแบบจำลองทางกายภาพ (physical models) สำหรับอธิบายพฤติกรรมการไหลของลมเหนือภูมิประเทศที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยมีระเบียบวิธีแสดงดังภาพที่ 3.12 การวิเคราะห์ข้อมูลลมเป็นการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา (time series) ของการตรวจวัดลมเพื่อแสดงข้อมูลทางสถิติของข้อมูลลมที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานีนั้นๆ โดยผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปของภูมิอากาศลม (observed wind climate, OWC) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงการกระจายทิศทางของลมในรูปของผังลม (wind rose) และการกระจายตัวของลมในแต่ละส่วน (sector-wise wind speed distribution)

#### 3.6.1 การประมาณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

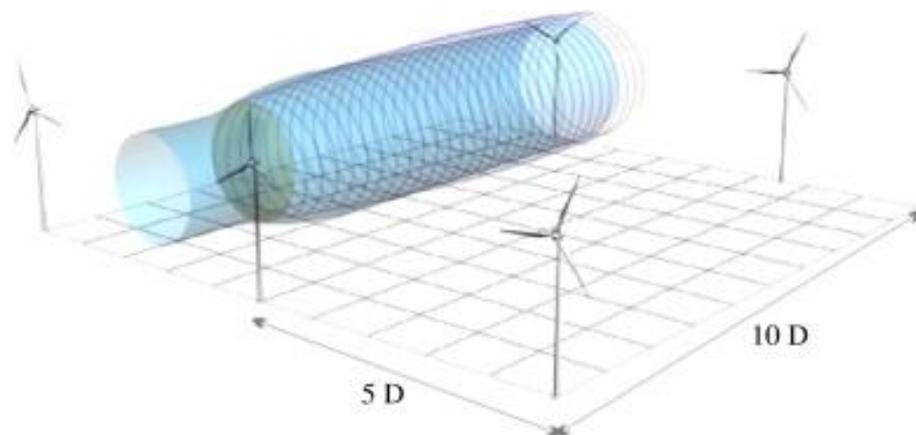
ในการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้อาศัยการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากฟาร์มกังหันลมโดยมีกังหันลมผลิตไฟฟ้าดังนี้ รุ่น NEG-Micon 750-48 ขนาด 0.75 เมกะวัตต์ รุ่น Nordex N50 ขนาด 0.8 เมกะวัตต์ และรุ่น Bonus 1.0 ขนาด 1.0 เมกะวัตต์ โดยการเลือกกังหันลมนั้นควรดูความเหมาะสมของความเร็วลมในพื้นที่ที่ศึกษาด้วยความเร็วลมเริ่มต้นที่ทำให้กังหันลมทำงานสามารถดูได้จากเส้นโค้งกำลัง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.3 โดยในการพิจารณาการวางตำแหน่งของฟาร์มกังหันลมได้ใช้หลักเกณฑ์การวางตำแหน่งของกังหันลมกว้าง 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหันลมและยาว 10 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันลมเพื่อลดการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวก ซึ่งมีรายละเอียดการวางกังหันลมเป็นลักษณะแบบฟาร์มกังหันลมแสดงดังภาพที่ 3.13



The concept of the Regional Wind Climate links the wind data from a measuring mast to the predicted wind climate and wind resources at locations of interest, typically a candidate site for a wind turbine or a wind farm.

### ภาพที่ 3.12 แนวคิดในการประมาณภูมิอากาศของลม

(ที่มา : [http://galathea3.emu.dk/satelliteeye/casestudies/capeverde/back\\_uk.html](http://galathea3.emu.dk/satelliteeye/casestudies/capeverde/back_uk.html))



### ภาพที่ 3.13 หลักเกณฑ์การวางตำแหน่งกังหันลมในฟาร์มกังหันลม

(ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2551)

การพัฒนาฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลของประเทศไทยมีแนวคิดในการพัฒนาที่มีความเป็นไปได้สูงสุดโดยเป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมจากหลายๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยจากทรัพยากร ความเหมาะสมของพื้นที่ เช่น การพัฒนาฟาร์มกังหันลมบนพื้นราบและเป็นพื้นที่โล่ง มีความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมสูง รถเครนขนาดใหญ่สามารถเข้าถึงพื้นที่ของโครงการได้ มีระบบโลจิสติกส์ที่ดีทำให้การขนส่งอุปกรณ์ของกังหันลมทำได้สะดวก มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ มีความปลอดภัย ไม่มีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ได้รับการยอมรับทางด้านเทคโนโลยีจากประชาชน

โดยในการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมมีแนวความคิดดังนี้

- ฟาร์มกังหันลมบนพื้นราบ สามารถก่อสร้างได้ง่าย
- ฟาร์มกังหันลมในแหล่งลมดี ผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณที่สูงพอต่อการลงทุน
- ฟาร์มกังหันลมตั้งอยู่บนพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม และไม่อยู่ในเขตการบิน มีความเป็นไปได้ในทางวิศวกรรมสูง รถเครนขนาดใหญ่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้
- มีระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นรองรับ เช่น ถนนและระบบจำหน่าย 33 กิโลโวลต์ การขยายเขตมีระยะไม่มาก
- มีการจัดวางตำแหน่งของกังหันลมอย่างเหมาะสม (optimum)
- การขนส่งอุปกรณ์ชิ้นส่วนของกังหันลมสามารถดำเนินการได้สะดวกเนื่องจากมีท่าเรือน้ำลึกทั้งสองฝั่งของทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เช่น ท่าเรือน้ำลึกสงขลา ท่าเรือน้ำลึกคอนสัก จ.สุราษฎร์ธานี ท่าเรือน้ำลึกกระบี่และสตูล

### 3.6.2 การคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับ VSPP พลังงานลม

การคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับ VSPP จากพลังงานลม อ้างอิงจากการคำนวณโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (www.pea.go.th) โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาแสดงดังตารางที่ 3.2 และมีตัวอย่างการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 อัตราขายส่งไฟฟ้า (บาท/หน่วย)

On Peak	Off Peak
2.9278	1.1154

**ตารางที่ 3.3** ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับ VSPP พลังงานลม

-	หน่วยรวม	On Peak	Off Peak
จำนวนหน่วยที่ VSPP ขายเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย	Net AEP (A)	On Peak AEP (B)	Off Peak AEP (C)
	<b>ราคา</b>	<b>ปริมาณ</b>	<b>เงินรวม</b>
หักค่าดำเนินการ 2% จากหน่วยที่ VSPP ขายมากกว่าซื้อ	On Peak Off Peak	2% B (D) 2% C (E)	หน่วย หน่วย
หน่วยไฟฟ้าสุทธิ หลังหักค่าดำเนินการ 2%	On Peak Off Peak	Net On Peak AEP = B – D (F) Net Off Peak AEP = C – E (G)	หน่วย หน่วย
จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (On Peak):	ราคาขายส่ง 2.9278 บาท/หน่วย	F	2.9278 X F (H)
จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (Off Peak):	ราคาขายส่ง 1.1154 บาท/หน่วย	G	1.1154 X G (I)
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี)		H + I (J)	
ค่า Ft (บาท/หน่วย)	ขายส่งเฉลี่ย 0.9907 บาท/หน่วย	F + G (K)	0.9907 X K (L)
รวมค่าพลังงานไฟฟ้าและค่า Ft	-	J + L (M)	-
ค่าส่วนเพิ่มที่ได้รับ (Adder) (บาท) (หน่วยไฟฟ้าคิดเงินสุทธิ บวกกลับหน่วย 2%)	3.5 บาท/หน่วย	A	3.5 X A (N)
ค่าไฟฟ้ารวม Adder (บาท/ปี)	-	-	M + N (O)
VAT 7%	-	-	0.07 X O (P)
รวมไฟฟ้าที่ VSPP เรียกเก็บ (บาท/ปี)	-	-	O + P = Q

### 3.4 การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเทียบ  
กับโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศไทย สามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = 0.5875 \times \text{AEP}$$

เมื่อ

CO<sub>2</sub> Emission คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง (tCO<sub>2</sub>)

AEP คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (MWh/yr)