

บทที่ 7

การคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลม และ แนวทางการศึกษาความเหมาะสม

7.1 การคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลม

7.1.1 แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม

ผลที่ได้จากแผนที่ศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยทั้งปีรวมลมสงบพบว่า มีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดี จำนวน 11 แห่ง ดังต่อไปนี้

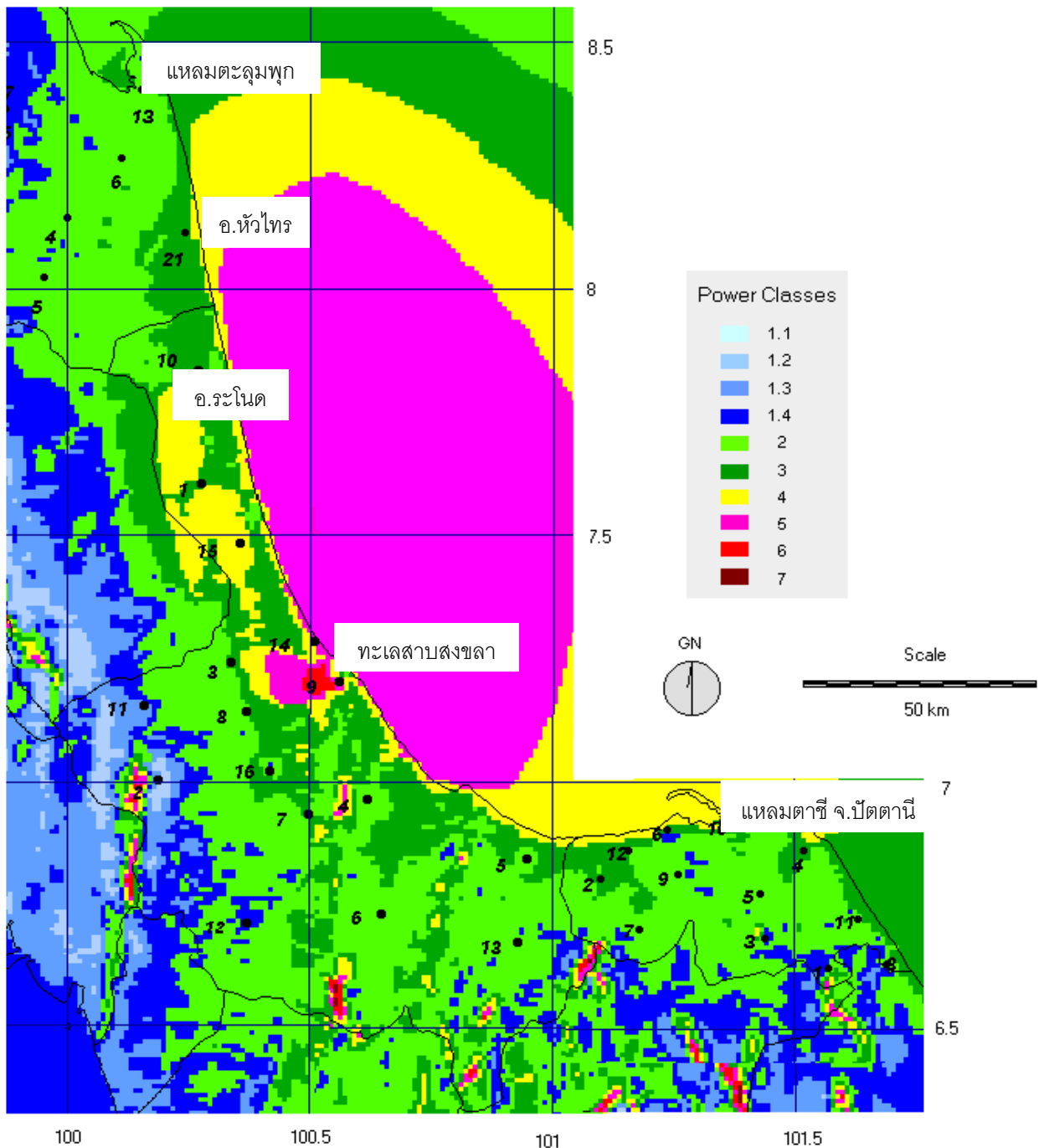
ตารางที่ 7.1 แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม

พื้นที่	จังหวัด	ระดับ กำลัง ลม	ความเร็วลม (m/s) ที่ 50 เมตร	กำลังลม (W/m ²) ที่ 50 เมตร
1 อุทยานแห่งชาติไทร้มเย็น	นครศรีธรรมราช	6-7	8.00 – 11.90	600 – 2,000
2 อุทยานแห่งชาติ เขาหลวง	นครศรีธรรมราช	6-7	8.00 – 11.90	600 – 2,000
3 อุทยานแห่งชาติ เขาปู่-เขาย่า	พัทลุง	6-7	8.00 – 11.90	600 – 2,000
4 อุทยานแห่งชาติ วังเจ้า	ตาก	6	8.00 – 8.80	600 – 800
5 อุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์	เชียงใหม่	4	7.00 – 7.50	400 – 500
6 อุทยานแห่งชาติ แก่งกรุง	สุราษฎร์ธานี	4-5	7.00 – 8.00	400 – 600
7 เขาพนมเบญจา	กระบี่	6	8.00 – 8.80	600 – 800
8 อ.ระโนด	สงขลา	4	7.00 – 7.50	400 – 500
9 ทะเลสาบสงขลา	สงขลา	5-6	7.50 – 8.00	500 – 700
10 แหลมตาชี	ปัตตานี	4	7.00 – 7.50	400 – 500
11 อ.หัวไทร	นครศรีธรรมราช	3	6.40 – 7.00	300 – 400

7.1.1.1 แหล่งศักยภาพพลังงานลมแนวชายฝั่งทะเล

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานลมพบว่าแหล่งพลังงานลมที่ดี อยู่ที่ภาคใต้บริเวณแนวชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยเริ่มตั้งแต่ อำเภอ หัวไทร จังหวัด นครศรีธรรมราช ผ่าน อำเภอ ระโนด อำเภอ สทิงพระ ทะเลสาบสงขลา จังหวัด สงขลา จรดจนถึงแหลมตาชี จังหวัดปัตตานี (รูปที่ 7.1) ได้แก่

- (1) บริเวณ อำเภอ ระโนด จังหวัด สงขลา
- (2) บริเวณ ทะเลสาบสงขลา จังหวัด สงขลา
- (3) บริเวณ แหลมตาชี จังหวัด ปัตตานี
- (4) บริเวณ อำเภอ หัวไทร จังหวัด นครศรีธรรมราช



รูปที่ 7.1 แหล่งพลังงานลมที่ดีจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม

พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีที่ระดับ 3 (Class 3) ขึ้นไปและมีถนนสายหลักของกรมทางหลวงผ่าน และมีระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงระดับ 33 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคผ่านตลอด ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบโล่งชายฝั่งทะเลไม่มีสิ่งกีดขวางทางลมมาก ลมที่มีอิทธิพลต่อการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมคือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากอ่าวไทยในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และ กุมภาพันธ์ ซึ่งมีลมแรงมากกว่าเดือนอื่นๆ พัดจากทะเลสู่ฝั่งที่มีลักษณะพื้นของแผ่นดินคล้ายด้ามขวานที่อยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม ดังนั้นบริเวณดังกล่าวจึงได้รับลมแรงมาก

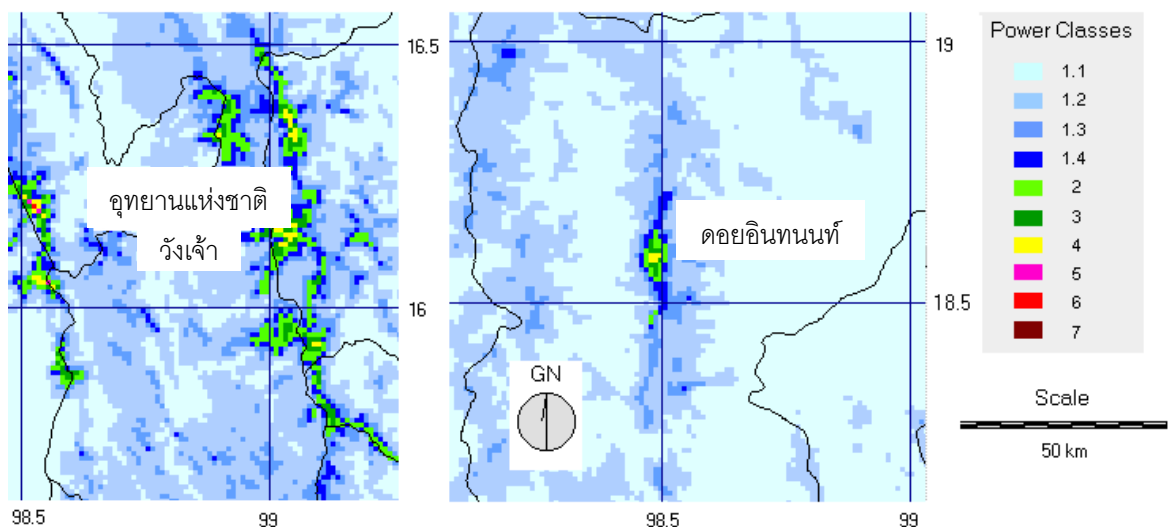
กว่าแผ่นดินส่วนอื่นๆของภาคใต้ของประเทศไทย ในขณะที่เดียวกันเมื่อถึงเดือน มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม จะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมใต้พัดผ่านซึ่งสามารถพัดผ่านได้โดยสะดวกเนื่องจากไม่มีภูเขาสูงกีดขวางทางลม

ในขณะที่เดียวกันที่พื้นที่แหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัด นครศรีธรรมราช เคยมีประวัติ พายุโซนร้อนฮารีเ็ต (Harriet) เคลื่อนที่ผ่านเมื่อปี พ.ศ. 2505 ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ดังนั้นการออกแบบกังหันลมและโครงสร้างได้แก่ฐานรากและเสา รวมถึง ตำแหน่งติดตั้งกังหันลม ที่ อำเภอ หัวไทร ซึ่งอยู่ในจังหวัดเดียวกัน และบริเวณ อำเภอ ระโนด จังหวัด สงขลา ซึ่งอยู่ใกล้เคียง จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและปลอดภัยจากโอกาสที่พายุขนาดใหญ่เช่น พายุ โซนร้อน หรือพายุไต้ฝุ่น อาจ เคลื่อนที่ผ่านด้วย

7.1.1.2 แหล่งศักยภาพพลังงานลมบริเวณยอดเขาสูง

แหล่งพลังงานลมของประเทศไทยที่เป็นยอดเขาสูงได้แก่

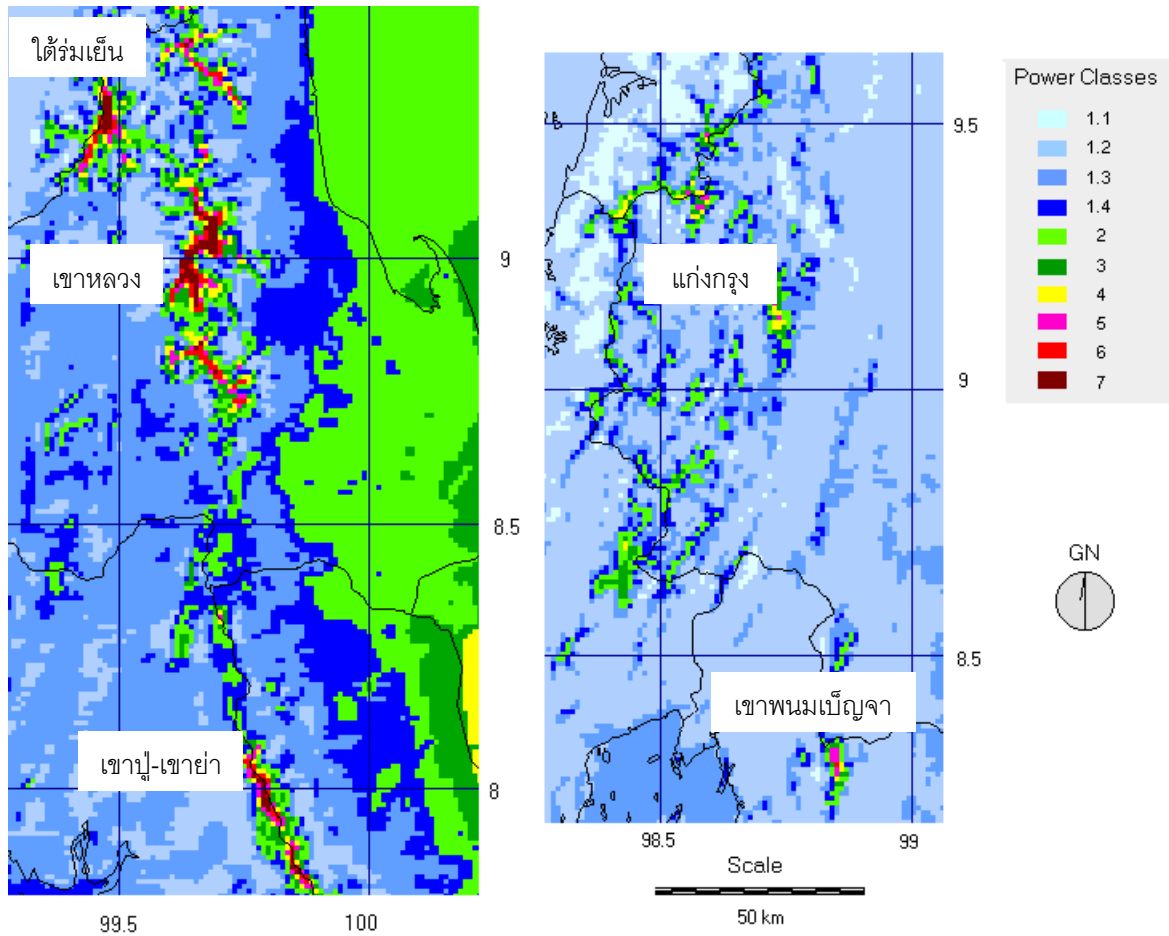
- (1) อุทยานแห่งชาติวังเจ้า จังหวัดตาก
- (2) อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่
- (3) อุทยานแห่งชาติไทร่มเย็น จังหวัด นครศรีธรรมราช
- (4) อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัด นครศรีธรรมราช
- (5) อุทยานแห่งชาติเขาปู่ - เขาย่า จังหวัดพัทลุง
- (6) อุทยานแห่งชาติ แก่งกรุง จังหวัด สุราษฎร์ธานี
- (7) เขาพนมเบญจา จังหวัด กระบี่



รูปที่ 7.2 อุทยานแห่งชาติวังเจ้า

รูปที่ 7.3 อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

เนื่องจากในบริเวณดังกล่าวมีภูมิประเทศทุรกันดารเป็นเทือกเขาสูงและไม่มีถนนตัดผ่าน ยกเว้นที่คอยอินทนนท์ จึงอาจมีอุปสรรคในการพัฒนาเป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในพื้นที่บริเวณดังกล่าวจึงเหมาะสมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในท้องถิ่นและเนื่องจากเป็นเขตอุทยานแห่งชาติ และ เขตป่า ซึ่งต้องได้รับอนุญาตจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องด้วย



รูปที่ 7.4 อุทยานแห่งชาติได้ร่มเย็น เขาหลวง เขาปู่-เขาย่า รูปที่ 7.5 อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง และ เขานมเบญจา

7.1.2 การสำรวจแหล่งพลังงานลมในภาคสนาม

เพื่อให้สามารถคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีและเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความเร็วลมในภาคสนามเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ รวมทั้งได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่ในพื้นที่อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ และ ที่บ้านเขาทะเล อำเภอสวี จังหวัดชุมพร มีลมพัดแรง จึงได้ไปทำการสำรวจความเร็วลมในสนามอีกครั้ง โดยเดินทางไปตรวจวัดความเร็วลมและตรวจสอบสภาพแวดล้อม ณ สถานที่จริง ในวันที่ 9 -13 มีนาคม 2544 และจัดทำรายงานการสำรวจสรุปตามที่แสดงในตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 รายชื่อสถานที่และความเร็วลมที่สำรวจในภาคสนาม วันที่ 9-13 มีนาคม 2544

สถานที่	ความเร็วลม * ที่ 2 เมตร (m/s)	เวลา ตรวจวัด	วันที่
1. จุดชมวิว อ.ไม้แก่น จ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	6 - 7	10.30 น.	9/3/44
2. บ้านร่มแดง อ.สายบุรี จ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	4 - 5	11.00 น.	9/3/44
3. บ้านเก่า อ.สายบุรี จ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	4 - 5	11.30 น.	9/3/44
4. แหลมตาชี อ.ยะหริ่ง จ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	4	13.00 น.	9/3/44
5. บ้านท่าสะพาน ริมทะเลสาบสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา	4	17.30 น.	9/3/44
6. ร.ร ป่าจากวิทยา อ.ควนเนียง จ.สงขลา	3 - 4	10.00 น.	10/3/44
7. บ้านหน้าห้วย อ.ระโนด จ.สงขลา (ติดชายทะเล)	5 - 5.5	12.00 น.	10/3/44
8. วัดศาลาลหวงบน ต.ท่าบอน อ.ระโนด (ติดชายทะเล)	5.5 - 6	13.00 น.	10/3/44
9. ร.ร วัดหัวคู้้ง บ้านหัวคู้้ง อ.ระโนด จ.สงขลา (ติดชายทะเล)	5.5 - 6.5	13.30 น.	10/3/44
10. บ้านป่ากระวะ อ.ระโนด จ.สงขลา (ติดชายทะเล)	6 - 6.5	13.45 น.	10/3/44
11. บ้านหัวไทร อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)	4.5	14.10 น.	10/3/44
12. ทางแยกวัดบางอุดมใกล้บ้านเกาะฝ้าย อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)	6 - 7	14.30 น.	10/3/44
13. บ้านปลาทราย อ.แหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)	4 - 5	15.20 น.	10/3/44
14. บ้านเขาทะเล อ.สวี จ.ชุมพร	4 - 5	10.30 น.	11/3/44
15. บ้านท่าตะโก อ.สวี จ.ชุมพร (ติดชายทะเล)	5 - 7	12.30 น.	11/3/44
16. สันเขื่อนบน ห้วยลำปะทาว อ.แก่งคร้อ จ.ชัยภูมิ	4 - 5	10.00 น.	13/3/44
17. สันเขื่อนล่าง ห้วยลำปะทาว อ.แก่งคร้อ จ.ชัยภูมิ	5	12.00 น.	13/3/44
18. อ่างเก็บน้ำเขื่อนล่าง ห้วยลำปะทาว อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	4	13.00 น.	13/3/44

*** หมายเหตุ**

1. วิธีการตรวจวัดใช้เครื่องวัดลมแบบพกพาชนิดลูกถ้วย 4 ลูก (ยี่ห้อ DEUTA ANEMO)
2. ความเร็วลมที่ค่าเฉลี่ย 3 นาที
3. ระหว่างวันที่ 9-11 มีนาคม 2544 ได้เกิดหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงในบริเวณภาคใต้ บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และมีลมตะวันออกเฉียง และ ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นแนวพัดสอบในบริเวณดังกล่าว ลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง และ คลื่นลมแรงในบริเวณภาคใต้โดยทั่วไปความสูงของคลื่นทางฝั่งอ่าวไทยสูงประมาณ 1 เมตร
4. ระหว่างวันที่ 12-13 มีนาคม 2544 ได้มีความกดอากาศต่ำกำลังปานกลางแผ่ลงมาปกคลุมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคเหนือที่จังหวัด ขอนแก่น และ ชัยภูมิ และมีลมตะวันออกเฉียง และ ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นแนวพัดสอบพาดในบริเวณดังกล่าว ลักษณะ นี้ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนองและลมแรงในพื้นที่

7.1.3 หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกแหล่งพลังงานลมที่เหมาะสมเพื่อการศึกษาต่อไป

- (1) มีความเร็วลมหรือกำลังลมเฉลี่ยทั้งปีไม่น้อยกว่าระดับ 3 (Class 3) คือ 6.4-7.0 เมตร/วินาที หรือ 300-400 กิโลวัตต์/ตารางเมตร ที่ความสูง 50 เมตร เพื่อสามารถพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าได้
- (2) มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงระดับ 22 หรือ 33 kV หรือ 115 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคผ่านหรืออยู่ในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตร เพื่อเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้
- (3) มีถนนที่มีพื้นผิวแข็งใช้ได้ทุกฤดูกาล กว้างอย่างน้อย 2 ช่องทางวิ่ง ดัดผ่าน หรือห่างไม่เกิน 20 กิโลเมตร
- (4) ลักษณะภูมิประเทศควรเป็นที่ราบโล่งไม่มีสิ่งกีดขวาง
- (5) ไม่เป็นพื้นที่ประกาศเขตอุทยานแห่งชาติหรือเป็นพื้นที่ป่าตามประกาศ และข้อบังคับ ของกรมป่าไม้ การขอใช้พื้นที่เป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาโครงการ โดยต้องขออนุมัติจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง และ ส่วนปกครองท้องถิ่นเช่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) หรือในกรณีที่เป็นพื้นที่ของเอกชนต้องมีข้อตกลงการใช้พื้นที่ที่ชัดเจน
- (6) ไม่ควรอยู่ในแนวที่มีพายุขนาดใหญ่ เช่น พายุไต้ฝุ่นเคยพัดผ่าน (ดูประวัติพายุขนาดใหญ่ที่เคยพัดผ่านประเทศไทย บทที่ 2)
- (7) มีความเร็วลมโดยสม่ำเสมอ โดยได้รับคำบอกเล่าและรับรองโดยผู้ที่อยู่อาศัยในท้องถิ่น
- (8) มีพื้นที่ที่สามารถติดตั้งเครื่องวัดลม หรือ กังหันลม ได้

นำสถานที่ ที่มีแหล่งศักยภาพพลังงานลมจากแผนที่ในตารางที่ 7.1 และจากการสำรวจในสนามในตารางที่ 7.2 มาจัดอันดับโดยการให้คะแนนดังนี้

- ข้อ 7.1.3 (1) ความเร็วลมให้คะแนนตามระดับความเร็วลม ระดับต่ำสุดเริ่มจากระดับ 3 สถานที่ ที่มีความเร็วลมระดับต่ำสุดจะได้ 3 คะแนน และเพิ่มขึ้นระดับละ 1 คะแนน
- ข้อ 7.1.3 (2) – 7.1.3(7) สถานที่ ที่มีคุณสมบัติถูกต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดได้ข้อละ 1 คะแนน
- ข้อ 7.1.3 (8) สถานที่ ที่สามารถติดตั้งเครื่องวัดลม หรือ กังหันลม ได้ 2 คะแนน

จัดทำตารางจัดอันดับแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่เหมาะสมตามที่แสดงในตารางที่ 7.3

7.1.4 ผลการคัดเลือกแหล่งพลังงานลมที่เหมาะสม

- (1) กลุ่มที่ 1 สถานที่ ที่มีอันดับสูงสุด 11 –12 คะแนน จำนวน 3 แห่ง ได้แก่
 - บ้านปากกระวะ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (ติดชายทะเล)
 - บ้านรังมดแดง อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี (ติดชายทะเล)
 - แหลมตาชี จังหวัดปัตตานี (ติดชายทะเล)
- (2) กลุ่มที่ 2 สถานที่ ที่มีอันดับคะแนน 9-10 คะแนน จำนวน 8 แห่ง ได้แก่
 - บ้านท่าสะอ้าน ริมทะเลสาบ สงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
 - บ้านหน้าห้วย อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (ติดชายทะเล)
 - วัดศาลาลหวงบน ตำบลท่าบอน อำเภอระโนด (ติดชายทะเล)
 - ร.ร วัดหัวคู้้ง บ้านหัวคู้้ง อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (ติดชายทะเล)
 - บ้านหัวไทร อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)
 - ทางแยกวัดบางอุดมใกล้บ้านเกาะฝ้าย อำเภอ ปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)
 - จุดชมวิว อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี (ติดชายทะเล)
 - บ้านเก่า อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี (ติดชายทะเล)
- (3) กลุ่มที่ 3 สถานที่ ที่มีอันดับคะแนน 7-8 คะแนน จำนวน 12 แห่ง ได้แก่
 - อุทยานแห่งชาติไทร้มเย็น จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - อุทยานแห่งชาติ เขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - อุทยานแห่งชาติ เขาปู่-เขาย่า จังหวัดพัทลุง
 - อุทยานแห่งชาติ คอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่
 - เขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่
 - โรงเรียน ป่าจากวิทยา อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลา *
 - บ้านเขาทะเลคู อำเภอสวี จังหวัดชุมพร *
 - สันเขื่อนบน เขื่อนลำนะทาว อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ *
 - สันเขื่อนล่าง เขื่อนลำนะทาว อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ *
 - อ่างเก็บน้ำ เขื่อนลำนะทาว อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ *
 - อุทยานแห่งชาติ วังเจ้า จังหวัดตาก *
 - แหลมตะลุมพุก วัดบ้านแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช *

หมายเหตุ * กำลังลมต่ำกว่าระดับ 3 ซึ่งไม่เข้าหลักเกณฑ์ตามข้อ 7.1.3 (1)

ตาราง 7.3 รายชื่อแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ได้รับการจัดอันดับการคัดเลือก

ลำดับ ที่	สถานที่	ระดับ กำลังลม	คะแนนของ ระดับกำลังลม	ระยะของ ไฟฟ้แรงสูง	มีระบบจ่าย ไฟฟ้แรงสูง	มีถนนกว้าง 2 ช่องทาง	อุปสรรค อื่นที่รบกวน	ไม่เป็นที่ ขรุขระ/เขต เขตหวงห้าม	ไม่อยู่ใน เขตหวงห้าม	ความ พร้อม ได้ รับ ของ จก ผู้ ซื้อ ใน มอ ง	สามารถ ติดตั้ง เครื่อง วัดลม- กังหัน	คะแนน ที่	อันดับ
1	อุทยานแห่งชาติได้มื่น อ.นครศรีธรรมราช	6-7	7						1			8	12
2	อุทยานแห่งชาติ เขาลาง อ.นครศรีธรรมราช	6-7	7						1			8	13
3	อุทยานแห่งชาติ เขาน้อย อ.พิจิตร	6-7	7						1			8	14
4	อุทยานแห่งชาติ ริงอี อ.ตาก	6	6						1			7	21
5	อุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์ อ.เชียงใหม่	4	4			1			1			6	23
6	อุทยานแห่งชาติ แก่งกรุง อ.สุราษฎร์ธานี	4-5	5						1			6	24
7	เขานมอมฤตา อ.กระบี่	6	6					1	1			8	15
8	แหลมทราย อ.ปัตตานี	4	4			1		1	1	1	2	12	2
9	แหลมตะลุมพุก อ.บ้านแหลม อ.สมุทรสาคร	2	0			1		1	1	1	2	7	22
10	จุดชมวิว อ.ไม้แก่น อ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	3	3			1		1	1	1		9	10
11	บ้านรังแดง อ.สายบุรี อ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	3	3			1		1	1	1	2	11	3
12	บ้านท่าเสา อ.สายบุรี อ.ปัตตานี (ติดชายทะเล)	3	3			1		1	1	1		9	11
13	บ้านท่าเสา อ.ริมน้ำ อ.สงขลา (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1		10	4
14	ร.ร. ปากทิว อ.ควนเนียง (อ.สงขลา) *	2	0			1		1	1	1	2	8	16
15	บ้านหน้าห้วย อ.ระโนด อ.สงขลา (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1		10	5
16	วัดศาลาลาวบน อ.ท่าบ่อ อ.ระโนด (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1		10	6
17	ร.ร. วัดหัวทุ่ง บ้านหัวทุ่ง อ.ระโนด อ.สงขลา (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1		10	7
18	บ้านป่ากระวะ อ.ระโนด อ.สงขลา (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1	2	12	1
19	บ้านหัวไทร อ.หัวไทร อ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)	4	4			1		1	1	1		10	8
20	ทางแยกวัดจตุรศก อ.บ้านเกาะ อ.ปากน้ำ อ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล)	3	3			1		1	1	1		9	9
21	บ้านเลาทร อ.แหลมตะลุมพุก อ.ปากน้ำ อ.นครศรีธรรมราช (ติดชายทะเล) *	2	0			1		1	1	1		5	26
22	บ้านเขาตะลุ อ.สวี (อ.ชุมพร) *	2	0			1		1	1	1	2	8	17
23	บ้านท่าตะโก อ.สวี อ.ชุมพร (ติดชายทะเล) *	2	0			1		1	1	1		6	25
24	ต้นเขื่อนบน เขื่อนลำนะหว อ.แก่งคร้อ อ.ชัยภูมิ *	1	0			1		1	1	1	2	8	18
25	ต้นเขื่อนล่าง เขื่อนลำนะหว อ.แก่งคร้อ อ.ชัยภูมิ *	1	0			1		1	1	1	2	8	19
26	อ่างเก็บน้ำเขื่อนล่าง อ.เมือง อ.ชัยภูมิ *	1	0			1		1	1	1	2	8	20

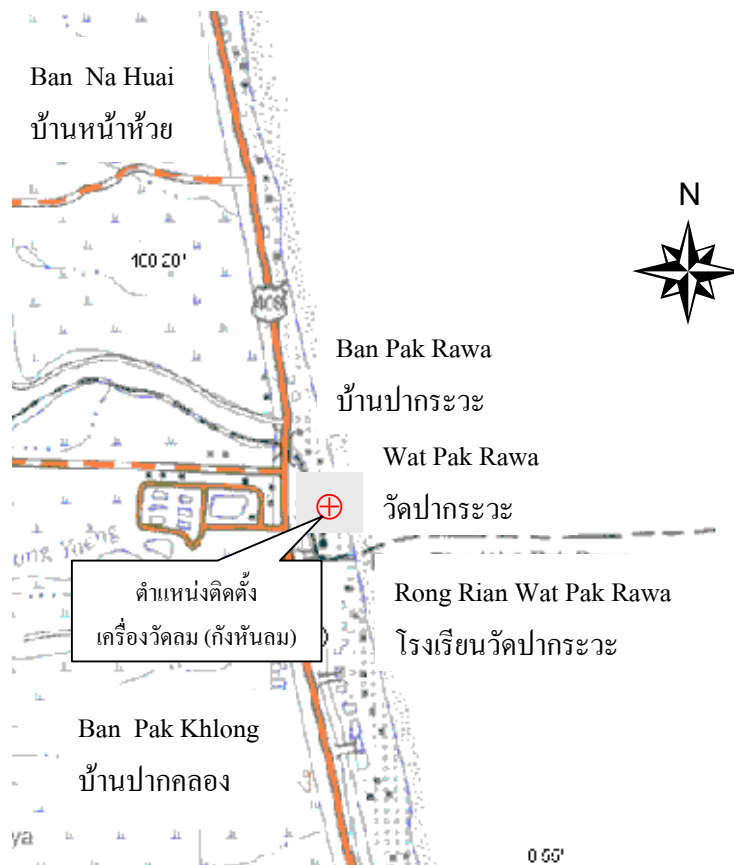
หมายเหตุ * กำลังลมต่ำกว่าระดับ 3 ซึ่งไม่เข้าหลักเกณฑ์ข้อ 7.1.3 (1)
** สถานที่ที่ไม่มีคะแนนหมายถึงไม่ได้ดำเนินการศึกษาครั้งนี้

7.2 แนวทางการศึกษาวิเคราะห์ การกำหนดตำแหน่งและการติดตั้งเครื่องมือ เพื่อการศึกษาความเหมาะสมต่อไป สำหรับแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดี

7.2.1 แนวทางการกำหนดตำแหน่ง

จากการคัดเลือกแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่มีคะแนนลำดับสูงสุด 3 แห่ง ในข้อ 7.1.4 ได้ทำการกำหนดตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดลมเพื่อติดตั้งกังหันลมดังต่อไปนี้

- (1) ตำแหน่งที่ 1 ที่บริเวณ บ้านป่ากระวะ (วัดป่ากระวะ) อำเภอร่อนน้อด จังหวัดสงขลา ตามที่แสดงใน รูปที่ 7.6



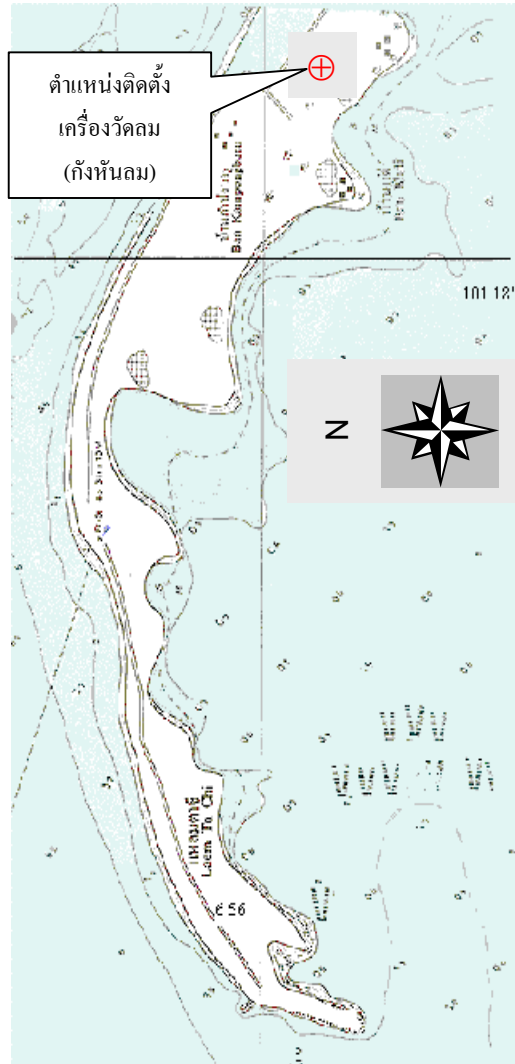
รูปที่ 7.6 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 1

- (2) ตำแหน่งที่ 2 ที่บริเวณ บ้านรังมดแดง กิ่งอำเภอไม้แก่น จังหวัด ปัตตานี ตามที่แสดง
ในรูปที่ 7.7



รูปที่ 7.7 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 2

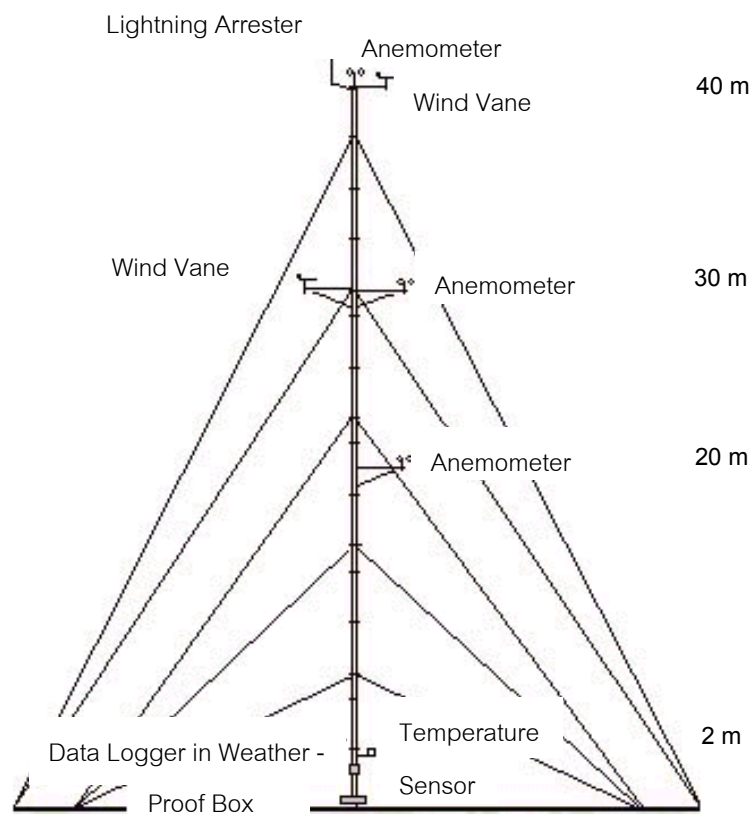
- (3) ตำแหน่งที่ 3 ที่บริเวณ แหลมตาชี จังหวัดปัตตานี หน้าสำนักงานประมงฯ ซึ่งเป็นสถานที่ที่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้ติดตั้งเสาวัดลมในปัจจุบัน ตามที่แสดงในรูปที่ 7.8



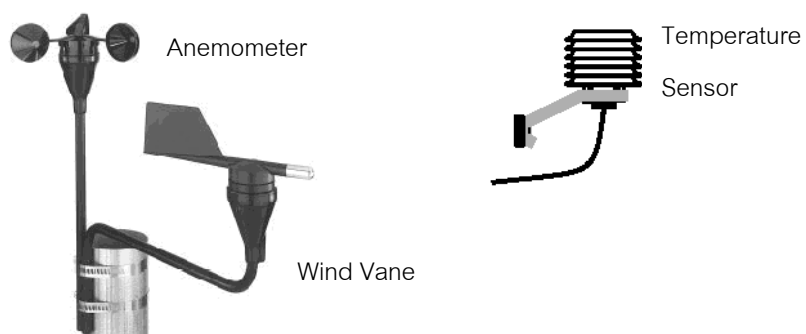
รูปที่ 7.8 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลม (กังหันลม) ตำแหน่งที่ 3

7.2.2 แนวทางการติดตั้งเครื่องมือ

- (1) ทำการติดตั้งเครื่องวัดลมโดยใช้เสาชนิดยกขึ้นลงได้ (Tilt-up tower) ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 40 เมตร โดยให้ติดตั้งเครื่องวัดลม ความเร็วและทิศทาง อย่างน้อย 3 ระดับคือ 20 30 และ 40 เมตรตามลำดับ พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิที่ติดตั้งอยู่ในเรือนเทอร์โมเมตรที่ระดับความสูง 2 เมตรตามลำดับ (ดูรูปที่ 7.9) เครื่องบันทึกและเก็บข้อมูลควรเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์ (Data Logger) โดยมีอัตราการตรวจวัด (Sampling) ทุก ๆ 1 Hz และเฉลี่ยค่าความเร็วลมทุก ๆ 10 นาที



รูปที่ 7.9 การติดตั้งเครื่องวัดลม

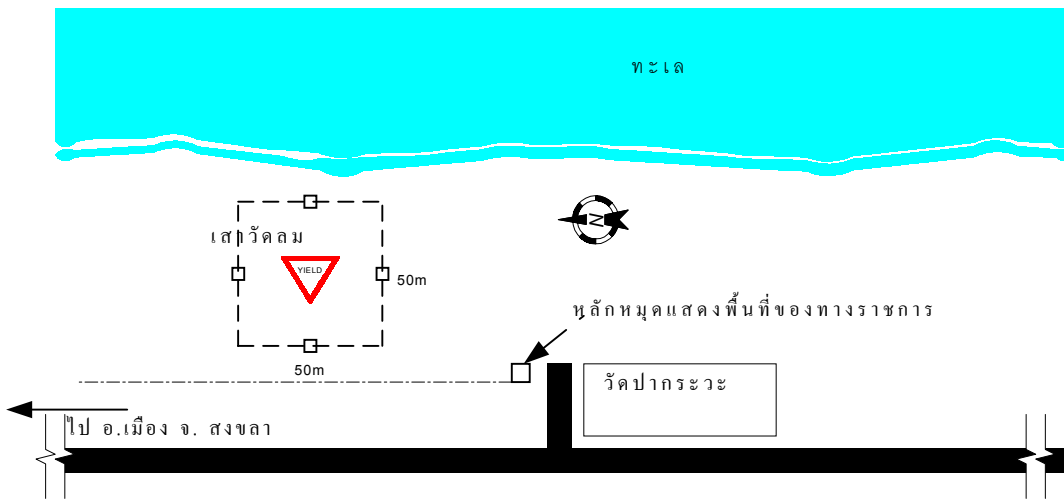


รูปที่ 7.10 อุปกรณ์เครื่องวัดลมได้แก่ Anemometer, Wind Vane และ Temperature Sensor

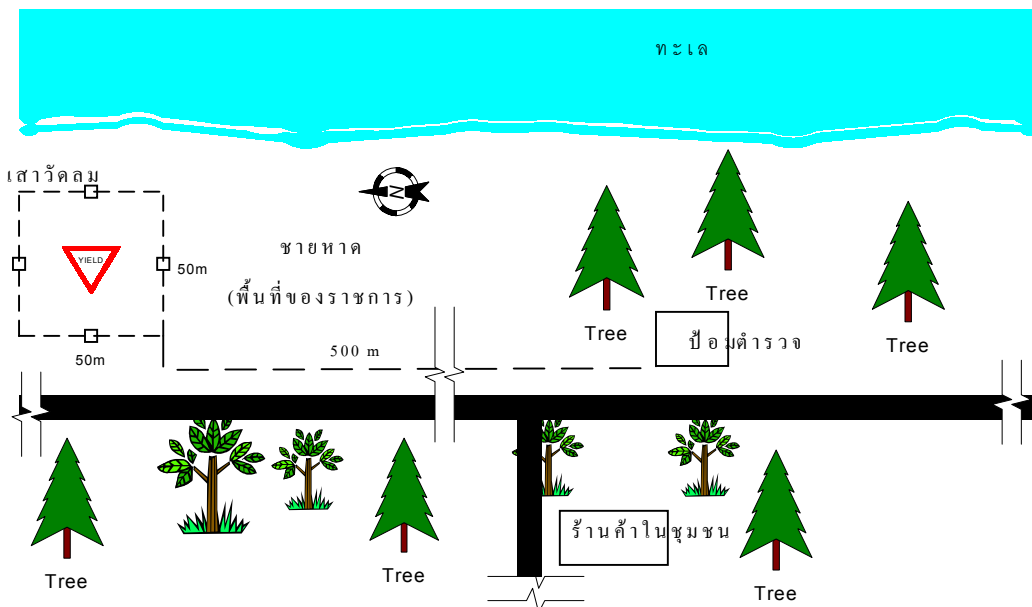
- (2) การเลือกตำแหน่งเครื่องตรวจวัดควรเลือกตำแหน่งที่จะติดตั้งกังหันลมโดยมีรัศมีห่างกันไม่เกิน 1 กิโลเมตร จำนวนเสาวัดลมควรมีไม่น้อยกว่า 1 ต้น ต่อกังหันลม 1 ตัว สำหรับบริเวณที่เป็นที่ราบโล่งไม่มีสิ่งกีดขวางทางลม ในกรณีที่มีลักษณะภูมิประเทศมีความชันที่มีระดับความสูงต่ำสลับซับซ้อน หรือ ลักษณะการไหลของลมไม่สม่ำเสมอควรติดตั้งเสาวัดลมเพิ่มขึ้นตามความเหมาะสม ระยะเวลาจัดเก็บข้อมูลไม่ควรน้อยกว่า 1 ปี ในกรณีที่เป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (มากกว่า 10 MW) การเก็บข้อมูลแบบระยะยาวเป็นสิ่งจำเป็นทั้งนี้ไม่ควรน้อยกว่า 2 ปี
- (3) ในการตรวจวัดเพื่อการวางแผนก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ในกรณีสถานที่เป็นที่ราบโล่งควรติดตั้งเสาวัดลมอย่างน้อย 1 ต้นต่อจำนวนกังหันลม 8 – 12 ตัว ถ้าภูมิประเทศมีความสูงสลับซับซ้อนควรเพิ่มเสาวัดลมเป็นอย่างน้อย 1 ต้น ต่อกังหันลม 1 – 2 ตัว เนื่องจากการลงทุนก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่มีราคาสูง (อัตราส่วนการลงทุนประมาณ 45 ล้านบาท ต่อ 1 เมกะวัตต์) เมื่อเทียบกับเสาวัดลม (ราคาต้นละ 400,000 บาท ต่อเสาสูง 40 เมตร เครื่องวัดความเร็วลม 3 ชุด เครื่องวัดทิศทางลม 2 ชุด เครื่องวัดอุณหภูมิที่ติดตั้งในเรือนเทอร์โมเมตร 1 ชุด พร้อม Data Logger 1 ชุด ไม่รวมค่าติดตั้ง) ซึ่งแตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศ ดังนั้นจึงควรติดตั้งเสาวัดลมให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทำให้เกิดความเชื่อมั่นก่อนการลงทุน

ตัวอย่างการติดตั้งเสาวัดลมเพื่อเก็บข้อมูลก่อนก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลมที่เทือกเขา Tehachapi Pass, California ของบริษัท Zond Inc. ซึ่งติดตั้งเสาวัดลมจำนวน 29 ต้น เครื่องวัดความเร็วลมจำนวน 44 ชุด สำหรับกังหันลม ขนาด 225 kW จำนวน 98 ชุด วางเป็น 10 แถวๆ ละ 9 – 10 ตัว โดยเก็บข้อมูลเป็นเวลา 7 ปี ผลการตรวจวัดศักยภาพพลังงานลมเมื่อเทียบกับการผลิตจริงมีความคลาดเคลื่อนเพียง 3 เปอร์เซ็นต์

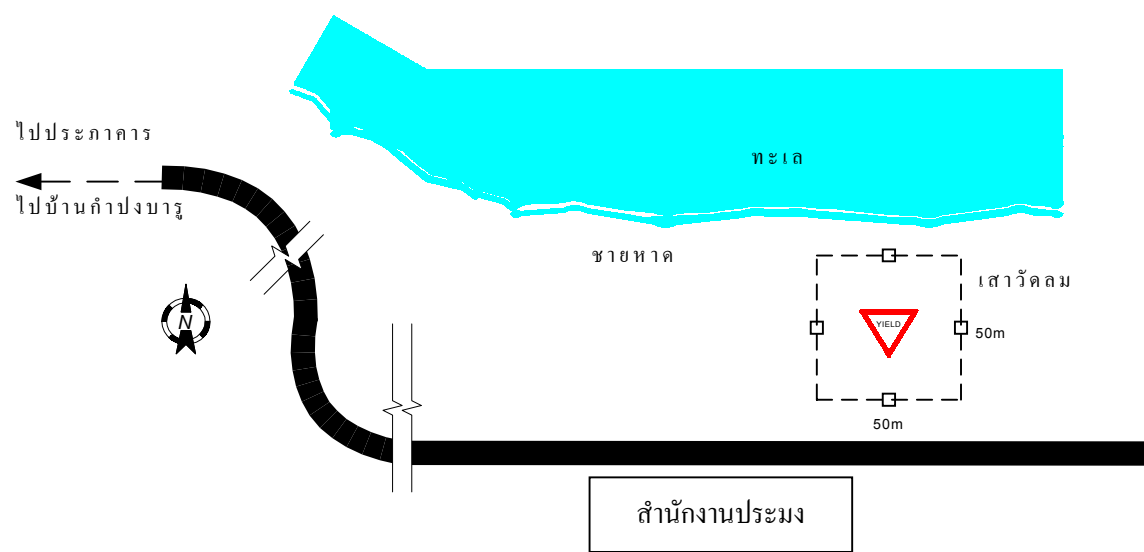
อนึ่ง ในกรณีที่ต้องการติดตั้งกังหันลมขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 kW ราคาของอุปกรณ์ตรวจวัดและเสาวัดลมสูง 40 เมตร อาจมีราคาแพงไม่แตกต่างจากกังหันลม ดังนั้นอาจจะติดตั้งกังหันลมแทนเครื่องวัดลม ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลการผลิตไฟฟ้าได้จริงและทำการศึกษาความเหมาะสมต่อไป



รูปที่ 7.11 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 1 บ้านป่ากระวะ อ.ระโนด จ.สงขลา



รูปที่ 7.12 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 2 บ้านรังมดแดง กิ่งอำเภอไม้แก่น จ.ปัตตานี



รูปที่ 7.13 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดลมตำแหน่งที่ 3 บริเวณ แหลมตาชี จ.ปัตตานี

7.3 แนวทางการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมาวิเคราะห์ศึกษาความเหมาะสมทางด้าน เทคนิค เศรษฐศาสตร์ และ การเงิน สำหรับแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดี

7.3.1 แนวทางการศึกษาความเหมาะสม ทางด้านเทคนิค

7.3.1.1 ข้อมูลที่ได้จากการติดตั้งเครื่องวัด

การติดตั้งเครื่องวัดจะได้ข้อมูลความเร็วลมลักษณะ Time-Series ซึ่งสามารถนำไปใช้กับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่ประกอบด้วยความเร็ว ทิศทางและอุณหภูมิที่สามารถนำมาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

- กราฟ ความเร็วเฉลี่ยรายเดือน และ เฉลี่ยรายปี
- ค่าความยาวนานของความเร็วลมที่มีค่าสูงกว่าที่กำหนด เช่น Cut-In-Speed , Rated Speed เพื่อ คำนวณหาระยะเวลาที่กังหันลมทำงานได้ต่อเนื่อง
- กราฟความเร็วลมประจำวัน (Diurnal)
- ค่าความเร็วลมเฉลี่ยแต่ละปี (Inter - Annual) ซึ่งแสดงในรูปแบบกราฟหรือตาราง (ในกรณีที่เป็น ข้อมูลระยะยาว)
- ข้อมูลความถี่ทิศทางและความเร็วลม (Wind Rose)
- ค่าความยาวนานของลมสงบ
- กำลังลมและพลังงานที่ผลิตได้ในรอบปี ร่วมกับข้อมูลจากผู้ผลิตกังหันลมซึ่งจะแสดงกำลัง ไฟฟ้า (Watt) ที่ผลิตได้ที่ความเร็วลมระดับต่างๆ จนถึงกำลังผลิตพิกัด (Rated Power)
- คำนวณค่า Wind Shear จากข้อมูลที่ระดับความสูง 20 30 และ 40 เมตร
- คำนวณ Capacity Factor ที่ระดับความสูงต่าง ๆ คือ 30 40 50 60 70 80 90 และ 100 เมตร โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

Capacity Factor (CF)*	เกณฑ์สมรรถนะ
> 30%	ดีมาก
25-30 %	ดี
20-25%	ปานกลาง
< 20 %	ต่ำ

7.3.1.2 การศึกษาการติดตั้งกังหันลมในพื้นที่เฉพาะ (Micrositing)

ข้อมูลความเร็วลมที่เป็น Time-Series หรือ Histogram ที่ได้จากการวัดตามข้อ 7.3.1.1 สามารถ นำไปใช้กับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ พร้อมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ ข้อมูลดิจิทัลแบบ จำลองระดับความสูงภูมิประเทศ (Digital Elevation Model Data – DEM) และแผนที่ความขรุขระผิวพื้น (Surface Roughness Map) ซึ่งข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรมีความละเอียดอย่างน้อย 10 x 10 เมตร

*Capacity Factor คืออัตราส่วนที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จริงทั้งปีต่อพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่พิกัดของเครื่อง กังหันไฟฟ้าของกังหันลมสามารถผลิตได้ทั้งปี

เพื่อศึกษาและจัดทำรูปแบบการติดตั้งกังหันลมในพื้นที่ เฉพาะขนาด 5 – 15 ตารางกิโลเมตร (Micro - siting) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของพื้นที่และระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ได้แก่ ถนน และระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 33 kV หรือ 115 kV ที่สามารถเชื่อมต่อกับกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ การศึกษาการติดตั้งกังหันลมในพื้นที่เฉพาะ (Micrositing) จะครอบคลุมการศึกษาดังต่อไปนี้

- (1) จัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมโดยละเอียด (Wind Resource Map) แผนที่ศักยภาพพลังงานลมที่ความละเอียด 1: 25,000 ข้อมูลที่ต้องการได้แก่
 - ข้อมูลความเร็วลมและทิศทางที่ได้จากการตรวจวัดในสนาม (Measured On Site Data)
 - ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ DEM หรือข้อมูลระดับความสูงอื่นๆ ที่โปรแกรมต้องการ แผนที่ความขรุขระผิวพื้น (Surface Roughness Map) สิ่งกีดขวางทางลม (Obstacles)
- (2) การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม ข้อมูลที่ต้องการได้แก่
 - ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ (1)
 - ข้อมูลกังหันลมจากผู้ผลิต เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และความสูงที่ติดตั้ง
- (3) การวิเคราะห์เสียงรบกวนจากการทำงานของกังหันลม ข้อมูลที่ต้องการได้แก่
 - ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ (1) และ (2)
 - มาตรฐานที่เกี่ยวข้องเช่น VDI 2714 Guideline (Germany)
- (4) การวิเคราะห์ผลกระทบของเงาและสัญญาณรบกวนระบบไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานการติดตั้งกังหันลม ข้อมูลที่ต้องการได้แก่
 - ข้อมูลเช่นเดียวกับ ข้อ (1) และ (2)
 - ข้อมูลสถิติความเข้มของแสงอาทิตย์และวงโคจร
- (5) การจำลองภาพการติดตั้งในสภาพภูมิประเทศเหมือนจริง ข้อมูลที่ต้องการได้แก่
 - ข้อมูลเช่นเดียวกับ ข้อ (1) และ (2)
 - ข้อมูลภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape)
- (6) การจำลองภาพเคลื่อนไหว (Animation) การทำงานของกังหันลมพร้อม การวิเคราะห์เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากการทำงานกังหันลม
- (7) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบด้วย
 - ชนิด รุ่น ของกังหันลม
 - ต้นทุนและค่าใช้จ่าย
 - พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้
 - ราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วย

- ค่าใช้จ่ายอื่นๆเช่น เบี้ยประกันภัย ภาษีเงินได้ เป็นต้น
- บัญชี กำไร-ขาดทุน การคำนวณกระแสเงินสด (Cash Flow)
- ข้อมูลทางการเงิน สัดส่วนเงินลงทุน เงินกู้ ดอกเบี้ย เงินเฟ้อ (Inflation)
- ผลตอบแทนการลงทุน (Rate of Return)

ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถศึกษาการวัดกังหันลมในพื้นที่เฉพาะ (Micrositing) ได้แก่

โปรแกรม WindFarmer™

ผลิตโดย : Garrad Hassan & Partners Ltd ที่ติดต่อ : The Coach House, Folleigh Lane,
Long Ashton, Bristol BS41 9JB, UK. Fax: 01275 394 361, Email: info@garradhassan.co.uk

โปรแกรม WindPRO™

ผลิตโดย : Energi- og Miljødata ที่ติดต่อ : Niels Jernesvej 10, 9220 Aalborg ø
Denmark. Tel.: +45 9635 4444 Fax: +45 9635 4446 Email: emd@emd.dk

7.3.1.3 ข้อมูลที่ได้จากการติดตั้งกังหันลม

การติดตั้งกังหันลมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือจากการติดตั้งเครื่องวัดลม ซึ่งมีข้อดีดังนี้คือ สามารถทดสอบสมรรถนะกังหันลมได้อย่างหลากหลาย คือ ชนิด รุ่น และขนาดต่างๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และความต้องการ เช่นเพื่อการสาธิต การสูบน้ำ การผลิตไฟฟ้า เป็นต้น กังหันลมที่ติดตั้งเพื่อการทดสอบไม่จำเป็นต้องมี ชนิด รุ่น หรือ ขนาดเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำไปศึกษาความเหมาะสมต่อไป ได้แก่

(1) ข้อมูลกังหันลม

- จำนวนกังหันลม
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Rotor และความสูงในการติดตั้ง
- พิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเส้นกราฟคุณลักษณะ(Characteristic Curve)

(2) ข้อมูลที่จัดเก็บและนำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย

- จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (หน่วย kWh)
- ข้อมูลระยะเวลาการทำงานของกังหันลม
- จำนวนวัน จำนวนชั่วโมงที่ผลิตไฟฟ้าได้
- ความเร็วลม และทิศทาง (ที่ความสูง Hub Height)

(3) ข้อมูลที่จัดเก็บได้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าตัวแปรทางเทคนิคดังนี้

- ความพร้อมในการจ่ายไฟฟ้า(Availability)คือระยะเวลาที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ในรอบปีเมื่อหักระยะเวลาหยุดเดินเครื่องเนื่องจากการซ่อมบำรุงหรือ เมื่อเกิดปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ
- ระยะเวลาที่กังหันลมสามารถจ่ายไฟจริง (Connecting Time)
- ความสามารถในการผลิตต่อหน่วย (Specific Output) คือค่าเปรียบเทียบความสามารถของกังหันลมที่แสดงโดยพลังงานที่ผลิตได้ต่อพื้นที่หน้าตัดของกังหันลม โดยมีหน่วยเป็น kWh/m² ตัวเลขยิ่งสูงแสดงว่าสมรรถนะของกังหันลมยิ่งสูงขึ้น โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

Specific Output (kWh/m ²) *	เกณฑ์สมรรถนะ ¹⁵
>1000	ดีมาก
800-1000	ดี
500-800	ปานกลาง
< 500	ต่ำ

7.3.2 แนวทางการศึกษาความเหมาะสมทางการเงิน

การลงทุนก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Farm) มีต้นทุนสูงจึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจและการเงินว่าการลงทุนมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อย่างไร ตัวแปรต่างๆที่ต้องนำมาประกอบการวิเคราะห์ประกอบด้วย

7.3.2.1 ส่วนของต้นทุน และค่าใช้จ่าย

(1) ต้นทุนค่าก่อสร้าง

ในปัจจุบันค่าก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่(10MW ขึ้นไป) มีต้นทุนที่เป็นสัดส่วนการลงทุนต่อกำลังผลิตคือ US\$1,000/kW** ส่วนการลงทุนสำหรับกังหันลมขนาดเล็ก (เล็กกว่า 10 kW) มี ต้นทุน US\$ 2,000 - US\$ 3,000/kW ซึ่งเป็นราคาก่อสร้างรวมที่ประกอบด้วย

- ราคาเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าก่อสร้าง
- ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโครงการ
- ค่าใช้จ่ายวิศวกรที่ปรึกษาออกแบบและควบคุมงาน
- ค่าใช้จ่ายที่ปรึกษาทางการเงิน และ กฎหมาย
- ค่าใช้จ่ายค่าประกันภัย ระหว่างก่อสร้าง
- ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดและค่าใช้จ่ายสิ่งที่ไม่ถึง

* สาเหตุสำคัญของการได้ตัวเลข kWh/m² ต่ำ เนื่องจากการเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใหญ่เกินไปในขณะที่ความเร็วลมต่ำ

** ต้นทุนก่อสร้างอ้างอิง Palm Spring Wind Farm, California (USA)ระดับกำลังลมระดับ 3 ขึ้นไป (พ.ศ. 2543)

(2) ต้นทุนค่าที่ดิน

โดยปกติการติดตั้งโรงไฟฟ้ากังหันลมขนาดใหญ่มักจะใช้วิธีการตกลงค่าผลประโยชน์จากการใช้ที่ดินจากผู้ถือกรรมสิทธิ์ในที่ดินนั้นเนื่องจากพื้นที่ดินส่วนใหญ่ยังสามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้โดยเฉพาะที่ดินที่อยู่ในชนบทเพื่อการเกษตรกรรม ค่าแบ่งผลประโยชน์อาจคิดเป็นรายปีจากกำไรหรือรายได้ที่ได้รับตามที่ตกลง ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต อนึ่ง ถ้าจำเป็นต้องซื้อที่ดินเพื่อการก่อสร้างโครงการค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะกลายเป็นต้นทุนในการลงทุนซึ่งต้องนำไปรวมกับข้อ (1) ข้างต้น

(3) ค่าใช้จ่ายระหว่างการดำเนินการ

ในช่วงระหว่างการผลิตไฟฟ้าซึ่งยาวนานถึง 20 ปี ตามอายุการใช้งานของกังหันลมสมัยใหม่ จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

- ส่วนของต้นทุนและค่าใช้จ่ายเดินเครื่องและบำรุงรักษาประมาณร้อยละ 3 เปอร์เซ็นต์ ต่อปีของราคาต้นทุนเครื่องจักรที่ซื้อในปีแรก ค่าใช้จ่ายนี้ รวมถึงค่าจ้างบุคลากรสำหรับการเดินเครื่องและบำรุงรักษาด้วย
- ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ยซึ่งคิดจากสัดส่วนเงินกู้ที่ผู้ลงทุนกู้ยืมจากสถาบันการเงินซึ่งโดยปกติสถาบันการเงินจะให้เงินกู้หากพิจารณาว่าโครงการมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของเงินลงทุนทั้งหมดทั้งโครงการ (Internal Rate of Return – IRR) เป็นไปตามตามเกณฑ์ที่กำหนด
- โครงการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าถือว่าการลงทุนเพื่อลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมอาจได้รับเงินกู้ในอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำกว่าจากโครงการทั่วไป สำหรับผู้ลงทุนจะให้ความสำคัญกับผลตอบแทนการลงทุน (Return on Equity - ROE) ซึ่งคิดจากสัดส่วนของเงินลงทุนทั้งหมดไม่รวมเงินกู้ โดยปกติผลตอบแทนการลงทุนของ ROE ควรไม่น้อยกว่าดอกเบี้ยเงินฝากธนาคาร
- ค่าใช้จ่ายค่าเสื่อมราคาซึ่งคิดจากเงินลงทุนในโครงการที่เป็นค่า เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์และค่าใช้จ่ายทั้งหมดก่อนเริ่มดำเนินการผลิตแต่ไม่รวมดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้าง ค่าใช้จ่าย ค่าเสื่อมราคาสามารถคิดแบบค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปีตลอดอายุของการใช้งานของเครื่องจักรได้ ซึ่งในกรณีของเครื่องกังหันลมคือ 20 ปี
- ค่าใช้จ่ายค่าเช่าที่ดินสิทธิตามที่ตกลงกันซึ่งจ่ายให้แก่เจ้าของกรรมสิทธิ์ตามที่ตกลงกัน

7.3.2.2 ส่วนของรายรับ

ส่วนของรายรับประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้

- (1) ราคาค่ากระแสไฟฟ้าตามสัญญาที่ตกลงกัน ราคาค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยของกังหันลมผลิตไฟฟ้าควรสูงกว่าราคาค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตโดยโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลทั่วไป เนื่องจากเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาดควรได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล

- (2) ความมั่นคงของสัญญาซื้อขายไฟฟ้าดังกล่าวซึ่งควรเป็นสัญญาระยะยาวไม่น้อยกว่า 20 ปี เพื่อให้เกิดความมั่นใจของสถาบันการเงินที่ให้เงินกู้
- (3) รายได้ของการขายกระแสไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้าจะขึ้นกับปริมาณและความเร็วลม และความต่อเนื่องซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่สำคัญคือค่า Capacity Factor (CF) เป็นสำคัญ

7.3.2.3 ตัวแปรอื่น ๆ

ตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินได้แก่

- (1) อัตราเงินเฟ้อหรือค่าตัวแปรการปรับรายได้และค่าใช้จ่าย (Escalation Factor) ประจำปีโดยปกติกำหนดให้ค่าตัวแปรสำหรับรายได้และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นดังนี้
 - ค่าเดินเครื่องและบำรุงรักษา เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 ต่อปี
 - รายรับจากค่ากระแสไฟฟ้า แปรตามอัตราดัชนีผู้บริโภค
- (2) การยกเว้นภาษีนำเข้าและภาษีรายได้ตามหลักเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน(BOI) เครื่องจักรและวัสดุก่อสร้างที่เข้าหลักเกณฑ์สามารถได้ลดหย่อนภาษีนำเข้าและภาษีรายได้นิติบุคคลตามที่กำหนด หรือการได้รับสิทธิพิเศษของอัตราภาษีนำเข้าเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน
- (3) ตัวแปรความสามารถในการชำระเงินกู้ (Debt Service Coverage Ratio-DSCR) หมายถึงอัตราส่วนของรายรับก่อนหรือหลังหักค่าใช้จ่ายต่อการชำระเงินกู้ซึ่งรวมเงินต้นพร้อมดอกเบี้ย ซึ่งปกติค่า DSCR หลังหักค่าใช้จ่ายของโครงการไม่ควรน้อยกว่าตามที่สถาบันการเงินกำหนด
- (4) ในกรณีที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้การสนับสนุนทางการเงินจะพิจารณาผลตอบแทนทางการเงิน (Financial Rate of Return – FIRR) และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่แท้จริง (Real Economic Internal Rate of Return – EIRR) ตามระเบียบคณะกรรมการกองทุนฯ ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2537

7.4 แนวทางและแผนการดำเนินการระยะ 5 ปี

7.4.1 แนวทางการดำเนินการสนับสนุนนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

- (1) จัดตั้ง Web Site แผนที่ศักยภาพพลังงานลมแห่งประเทศไทยและเปิด Home Page โดยใช้โปรแกรมและข้อมูลจัดทำขึ้นตามที่แสดงในบทที่ 6 ข้อ 6.2 เพื่อเผยแพร่ และสนับสนุนการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์
- (2) จัดอบรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลมทุก 1 หรือ 2 ปี
- (3) ทบทวนและจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของใหม่ของประเทศทุกๆ 3 - 5 ปี
- (4) จัดให้มีการร่วมมือเพื่อสนับสนุนและแลกเปลี่ยนทางวิชาการ กับหน่วยงานองค์กร ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพพลังงานระหว่างประเทศ
- (5) สนับสนุนให้มีเครือข่ายด้านเทคโนโลยีพลังงานลมในประเทศขึ้นเพื่อติดตามเทคโนโลยีและแลกเปลี่ยนความรู้ภายในประเทศและต่างประเทศ

7.4.2 แนวทางการปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูลในอนาคต

- (1) ปรับปรุงเปลี่ยนระดับเครื่องวัดเดิมของ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จากความสูง 10 เมตร เป็น 40 เมตร หรือ 50 เมตร ภายใน 1 ปี ควรเปลี่ยนเสาวัดลมเดิมเป็นชนิด Tilt Up เพื่อให้สามารถถอดถอน และนำไปติดตั้งในพื้นที่ใหม่หลังจากที่ติดตั้งและได้ข้อมูลของพื้นที่เดิมเป็นเวลา 1-2 ปี
- (2) เพิ่มเสาวัดลมและเครื่องวัดความเร็วลม ภายใน 2 ปี ตามที่แนวทาง บทที่ 7 ข้อ 7.2.1 ในพื้นที่ดังต่อไปนี้
 - พื้นที่ ที่มีศักยภาพความเร็วลมระดับ 3 ขึ้นไป
 - พื้นที่ ที่ทำการคัดเลือกไว้แล้วในกลุ่มที่ 2 ในบทที่ 7 ข้อ 7.1.4
 - พื้นที่อื่นๆ ที่เป็นที่สูงและที่ต่ำทั่วประเทศที่มีศักยภาพพลังงานลม^[5]
 - เพิ่มเฉพาะเครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม พร้อม Data Logger และนำไปติดตั้งบนเสาสื่อสารคมนาคมในพื้นที่ที่มีศักยภาพความเร็วลมระดับ 2 โดยขออนุญาตจากเจ้าของเสาที่มีอยู่แล้ว และเก็บข้อมูล 1-2 ปี
- (3) แลกเปลี่ยนขอข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศที่มีข้อมูลทิศทางและความเร็วลมที่ตรวจวัดที่ความสูงอย่างน้อย 30 เมตรหรือไม่มีสิ่งกีดขวางทางลม เพื่อนำมาปรับปรุงจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมให้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น
 - หน่วยงานในประเทศที่มีข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ดังต่อไปนี้
 - กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
 - กรมอุตุนิยมวิทยา
 - กองทัพอากาศ
 - กองทัพเรือ
 - สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- UNOCAL (THAILAND) CO.,LTD
- หน่วยงานระหว่างประเทศที่มีข้อมูลความเร็วลมและทิศทางที่เชื่อถือได้ อาทิเช่น
 - **National Climate Data Center (NCDC)**
Address : Room 468 151 Patton Avenue
Asheville, North Carolina 28801-5001 USA
Telephone: 828-271-4800 Facsimile: 828-271-4876
 - **IFREMER :**
Address : IFREMER BP 70 phone +33 298 22 44 83FR 29280
PLOUZANE telefax +33 298 22 45 33 FRANCE

7.4.3 แนวทางการจัดทำโครงการศึกษากังหันลมในพื้นที่

จัดทำโครงการศึกษาในพื้นที่สาธิตในพื้นที่ที่ได้ทำการคัดเลือกแล้วในกลุ่มที่ 1 ข้อ 7.1.4 โดยติดตั้งกังหันลมไม่น้อยกว่า 500 kW และจัดเก็บข้อมูลตามแนวทางในข้อ 7.3.1 โดยโครงการดังกล่าวควรติดตั้งให้แล้วเสร็จภายใน 2 ปีและเริ่มทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลจากปีที่ 3 ถึง ปีที่ 5