บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยนี้อาศัยข้อมูลลมสถิติที่ได้จากการตรวจวัดที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร ซึ่งทำการตรวจวัดในรอบ 3 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2553 โดยพิจารณาตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัว คือ อัตราเร็วลม (wind speed) และทิศทางลม (wind direction) ซึ่งข้อมูลสถิติที่ระดับความสูงดังกล่าวได้นำมาจำแนกออกเป็นข้อมูลรวมช่วงลมสงบ (including calm) และไม่รวมลมสงบ (excluding calm) ข้อมูลไม่รวมช่วงลมสงบถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แรงลมเฉือน (wind shear coefficient) โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แรงลมเฉือนรายเดือนและรายปีของทั้ง 18 สถานี ค่าสัมประสิทธิ์แรงลมเฉือนดังกล่าวจะถูกนำไปประมาณค่าอัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 50 เมตร โดยใช้กฎยกกำลัง (power low) ในการประมาณค่านอกช่วง (extrapolation)

อัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 50 เมตร นำไปวิเคราะห์ภูมิอากาศลมโดยเป็นการวิเคราะห์การแจกแจงไวล์บุลล์ (Weibull distribution) และการสร้างผังลม (wind rose) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WAsP 9.0 ภูมิอากาศลมซึ่งอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลา (time series) นำไปใช้ในการศึกษาศักยภาพของพลังงานลมเฉพาะแหล่ง (micrositing) รวมทั้งการวิเคราะห์ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมในพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า ณ สถานีวิจัยพลังงานลม ขนาด 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะ-วัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ และ กรณีที่ 2 การติดตั้งฟาร์มกังหันลม ณ บริเวณแหล่งลมดีและสามารถใช้พื้นที่ในการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมได้ในพื้นที่ศึกษา โดยการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์

โดยในการพิจารณาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมได้พิจารณาพื้นที่ที่มีศักยภาพของพลังงานลมสูงและเป็นพื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์สำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมได้ โดยในการพิจารณาดังกล่าวได้อาศัยแผนที่ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากกังหันลมที่ติดตั้ง ณ สถานีวิจัยพลังงานลมและบริเวณแหล่งลมดีถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าประสิทธิ์ภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม รวมทั้งปริมาณการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวก นอกจากนี้ยังได้แสดงปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิ (net AEP) จากฟาร์มกังหันลมซึ่งเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีที่ได้หักค่าปริมาณไฟฟ้าที่สูญเสียโดยอิทธิพลของเวก

โดยในส่วนท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมทั้งในกรณีการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า ณ สถานีวิจัยพลังงานลมและการติดตั้งโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม ณ แหล่ง

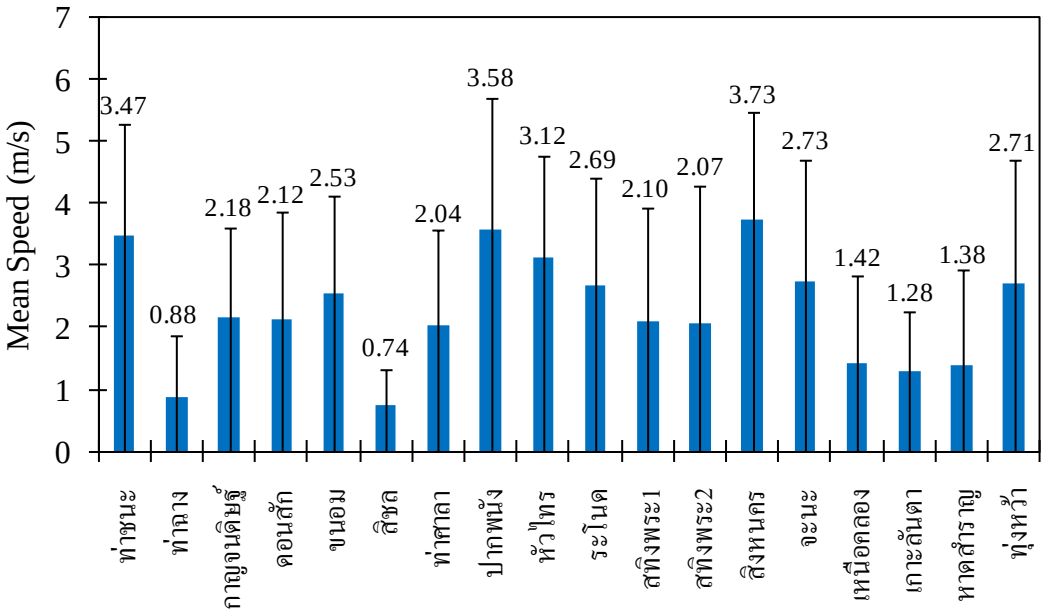
ลมดี นอกจากนี้ยังได้แสดงผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานลม ทั้งในกรณีการติดตั้งกังหันลม ณ สถานีวิจัยพลังงานลมและโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย รวมทั้งผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ ราคากังหันลมเพิ่มเป็น 1,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ อัตราคิดลดร้อยละ 5 ตามลำดับ รวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณการลดการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมอีกด้วย

4.1 อัตราเร็วลมเฉลี่ยราย 3 ปี ที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร

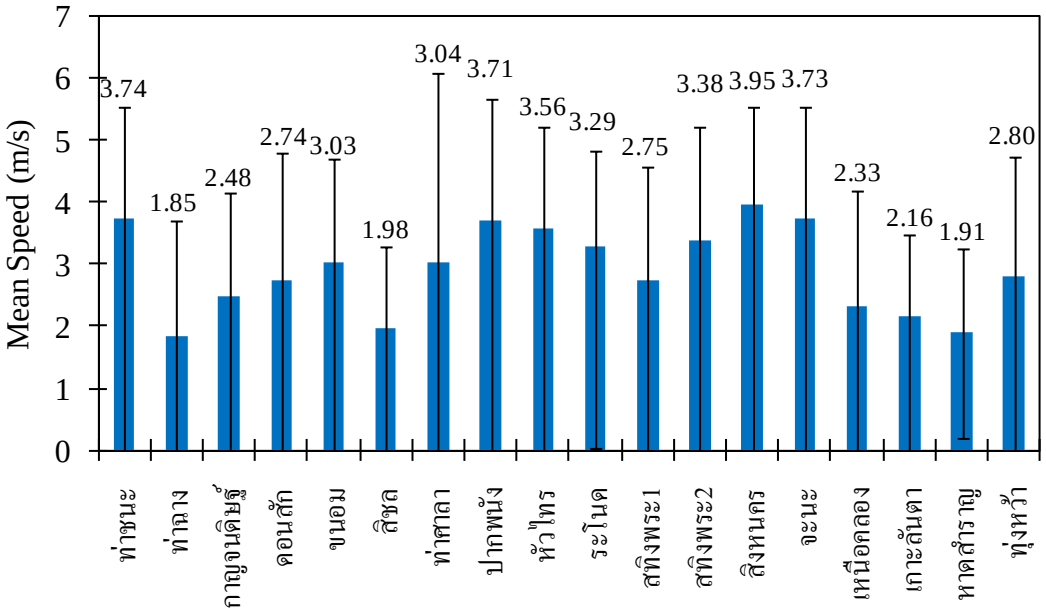
เมื่อนำข้อมูลลมสถิติในช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตรและ 40 เมตร มาทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายปี (annual mean wind speed) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D.) ผลการศึกษาวิจัยของสถานีวิจัยพลังงานลมทั้ง 18 สถานีพบว่าระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร มีอัตราเร็วลมอยู่ในช่วง 0.74-3.73 เมตรต่อวินาที 1.85-3.96 เมตรต่อวินาที และ 2.23-4.16 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยอัตราเร็วลมสูงสุดของทั้ง 18 สถานี คือ สถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร ซึ่งสถานีวิจัยพลังงานลมตั้งห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 30 เมตรอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 20 เมตร 30 เมตร และ 40 เมตร แสดงดังภาพที่ 4.1-4.3

4.2 สัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมเฉลี่ยรายเดือนและรายปี

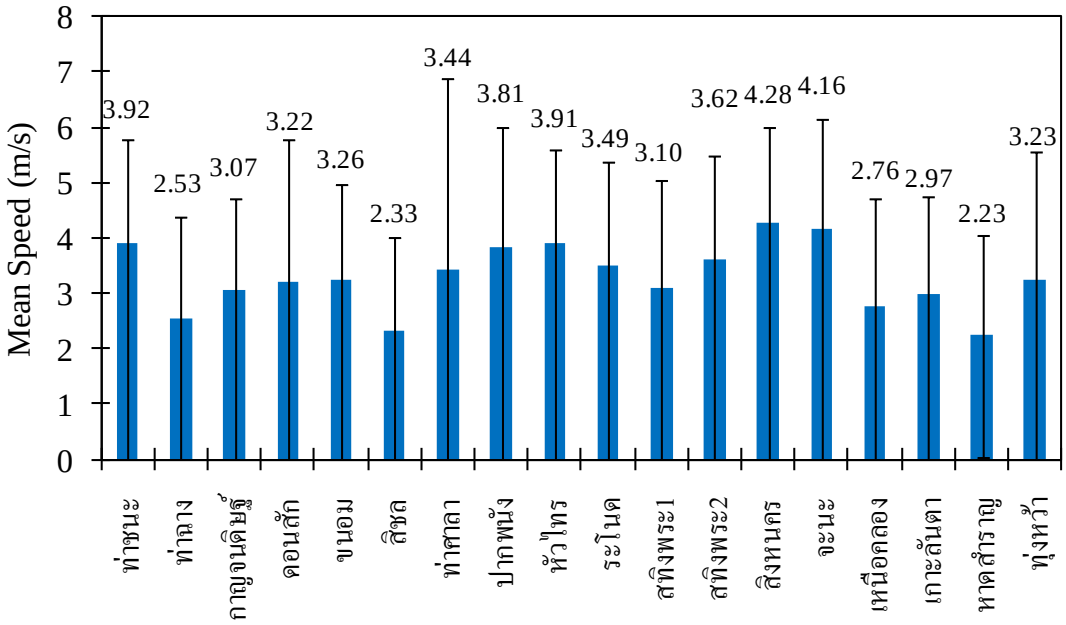
สัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมเฉลี่ยรายเดือนคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมของอัตราเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆ กัน ดังนี้ ที่ระดับความสูง 20 เมตร กับ 30 เมตร ที่ระดับความสูง 30 เมตร กับ 40 เมตร และที่ระดับความสูง 20 เมตร กับ 40 เมตร โดยอาศัยข้อมูลลมไม่รวมช่วงลมสงบ (excluding calm) รวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์แรงเฉือนลม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมเฉลี่ยราย 3 ปี ของพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.15-1.24 ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพหรือสิ่งปกคลุมพื้นที่บริเวณโดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลม ค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมเฉลี่ยราย 3 ปี ของแต่ละสถานีแสดงดังตารางที่ 4.1 โดยพื้นที่ทีมีค่าสูงเช่นสถานีวิจัยพลังงานลมสิชล เกาะลันตาเหนือคลอง นั้นได้รับอิทธิพลจากสิ่งก่อสร้างและต้นไม้ ที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณสถานีวิจัยซึ่งมีรายละเอียดของค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนลมเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ.2551-พ.ศ.2553 ของทั้ง 18 สถานีดังภาพที่ 4.4



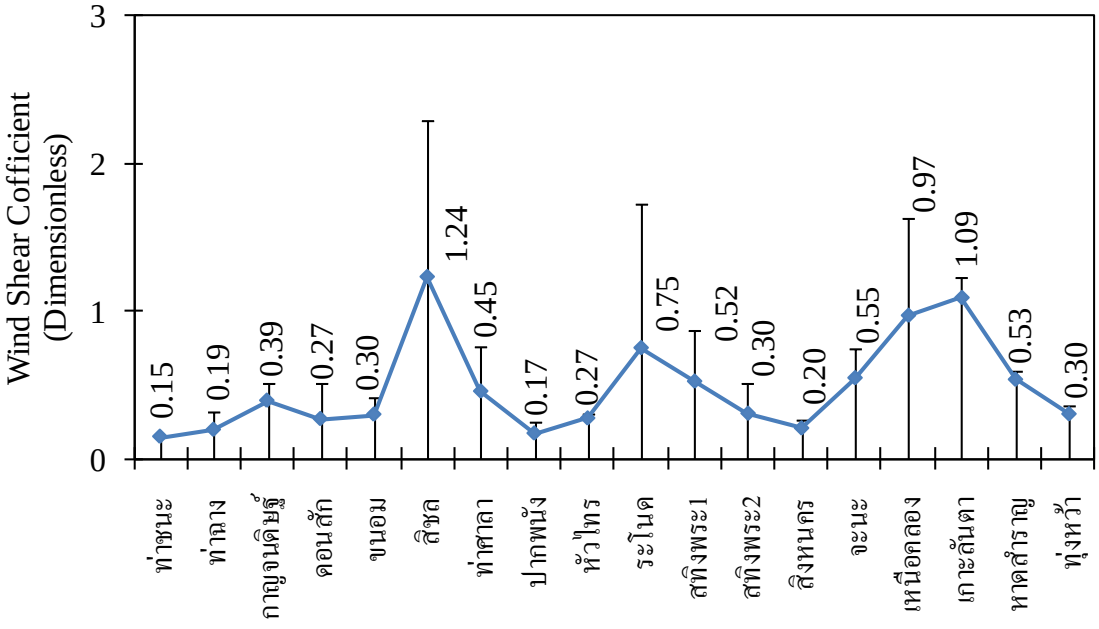
ภาพที่ 4.1 อัตราเร็วลมเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 20 เมตร



ภาพที่ 4.2 อัตราเร็วลมเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 30 เมตร



ภาพที่ 4.3 อัตราเร็วลมเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 40 เมตร



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์แรงลมเฉือนในช่วงระยะเวลา 3 ปี

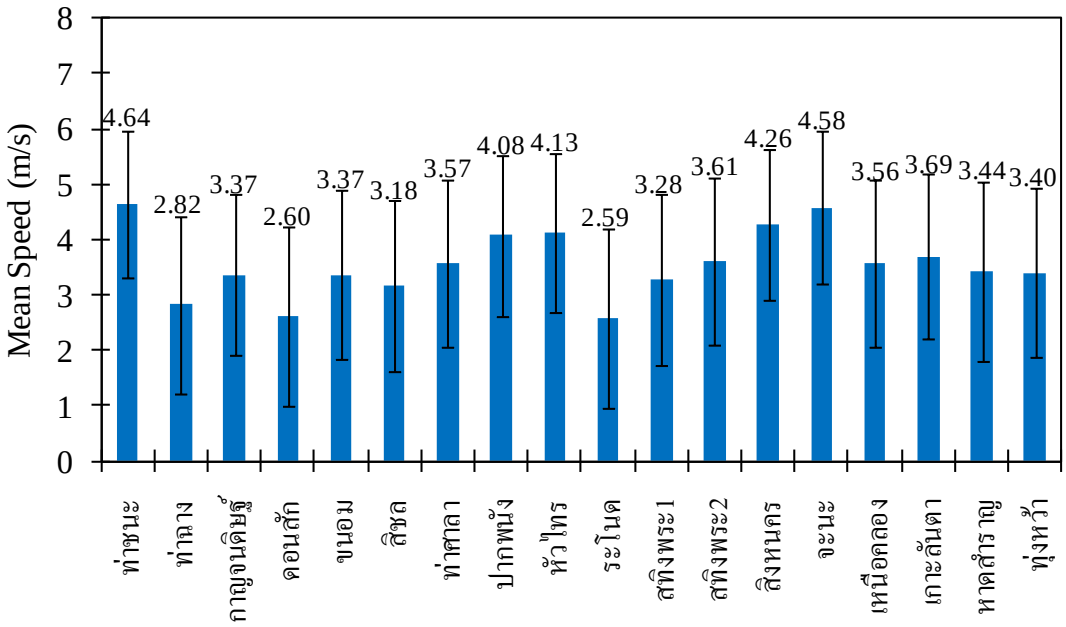
ตารางที่ 4.1 สัมประสิทธิ์แรงลมเฉือนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553

ลำดับ	สถานี	สัมประสิทธิ์แรงลมเฉือน (ไร้หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	ท่าชนะ	0.15	0.01
2	ท่าฉาง	0.19	0.13
3	กาญจนดิษฐ์	0.39	0.12
4	ดอนสัก	0.27	0.24
5	ขนอม	0.30	0.11
6	สิชล	1.24	1.05
7	ท่าศาลา	0.45	0.31
8	ปากพนัง	0.17	0.08
9	หัวไทร	0.27	0.03
10	ระโนด	0.75	0.98
11	สทิงพระ1	0.52	0.35
12	สทิงพระ2	0.30	0.21
13	สิงหนคร	0.20	0.06
14	จะนะ	0.55	0.20
15	เหนือคลอง	0.97	0.65
16	เกาะลันตา	1.09	0.14
17	หาดสำราญ	0.53	0.06
18	ทุ่งหว้า	0.30	0.06

4.3 อัตราเร็วลมเฉลี่ยราย 3 ปี ที่ระดับความสูง 50 เมตร

เมื่อนำอัตราเร็วลมในช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 40 เมตร มาทำการประมาณค่านอกช่วงที่ระดับความสูง 50 เมตร โดยใช้ฟังก์ชันยกกำลัง ซึ่งความสูงดังกล่าวเป็นจุดศูนย์กลางของส่วนหมุนของกังหันลมผลิตไฟฟ้ารุ่น NEG-Micon NM 750-48 ขนาดกำลังผลิต 0.75 เมกะวัตต์ รุ่น Nordex N50 ขนาดกำลังผลิต 0.80 เมกะวัตต์ รุ่น Bonus 1.0 MW ขนาดกำลัง

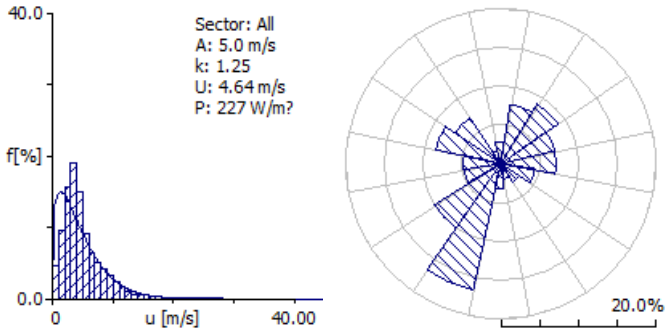
ผลิต 1.00 เมกะวัตต์ อัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 50 เมตรของทั้ง 18 สถานี มีค่าในช่วง 2.59-4.64 เมตรต่อวินาที แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.5 โดยมีจำนวนสถานีวิจัยพลังงานลมที่มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่า 4 เมตรต่อวินาที จำนวน 5 สถานี เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ สถานีท่าชนะ สถานีจะนะ สถานีสิงหนคร สถานีหัวไทร และ สถานีปากพนัง



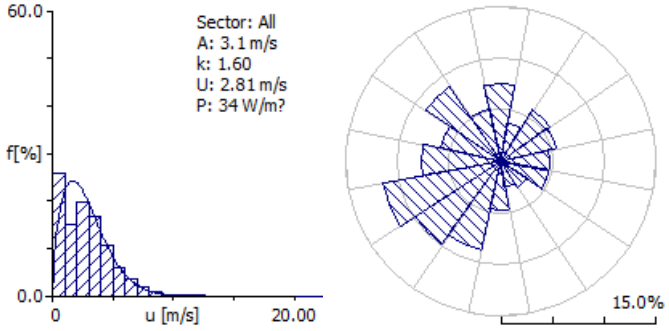
ภาพที่ 4.5 อัตราเร็วลมเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 50 เมตร

4.4 ภูมิอากาศลมที่ระดับความสูง 50 เมตร

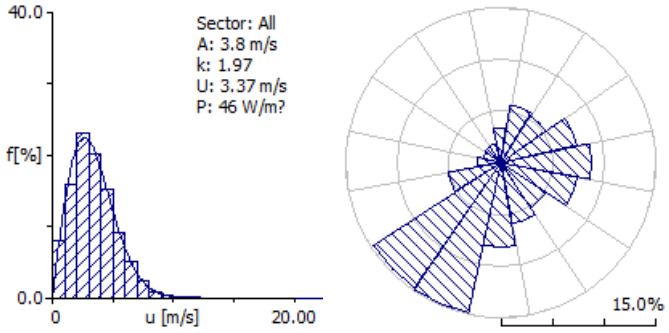
ข้อมูลอัตราเร็วลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time series) ระยะยาวรอบ 3 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551-ธันวาคม พ.ศ. 2553 นำมาวิเคราะห์ภูมิอากาศของลมราย 3 ปี สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับโปรแกรม WAsP 9.0 เพื่อการวิเคราะห์ศักยภาพของพลังงานลมเฉพาะแหล่ง (micrositing) ในพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยระยะ 10 กิโลเมตร โดยพารามิเตอร์ระดับของการแจกแจงไวล์บุลล์มีค่าอยู่ในช่วง 2.80-5.20 เมตรต่อวินาที และค่าพารามิเตอร์รูปร่างมีค่าอยู่ในช่วง 1.18-2.31 โดยการแจกแจงไวล์บุลล์และผังลมที่ระดับความสูง 50 เมตร ทั้ง 18 สถานี แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.6-4.23



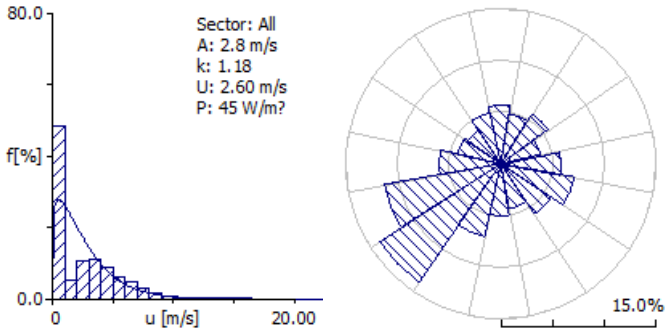
ภาพที่ 4.6 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี



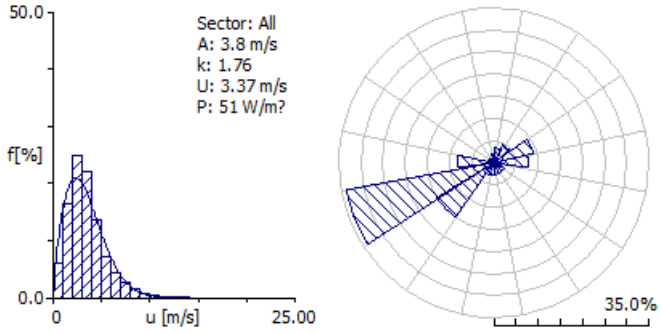
ภาพที่ 4.7 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี



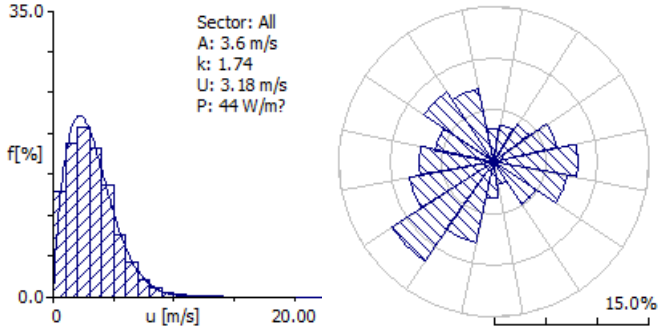
ภาพที่ 4.8 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมกาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี



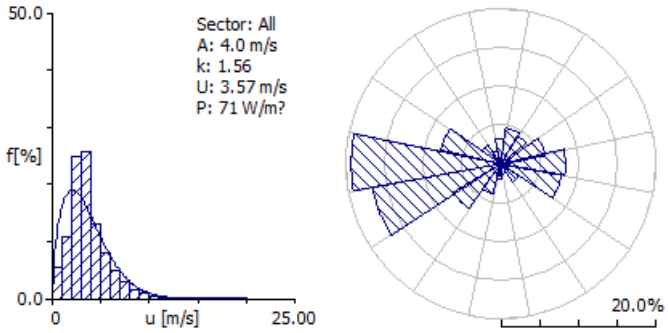
ภาพที่ 4.9 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมดอนสัก จ.สุราษฎร์ธานี



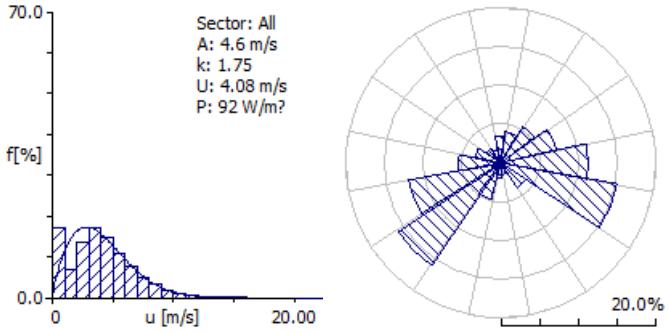
ภาพที่ 4.10 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมขนอม จ.นครศรีธรรมราช



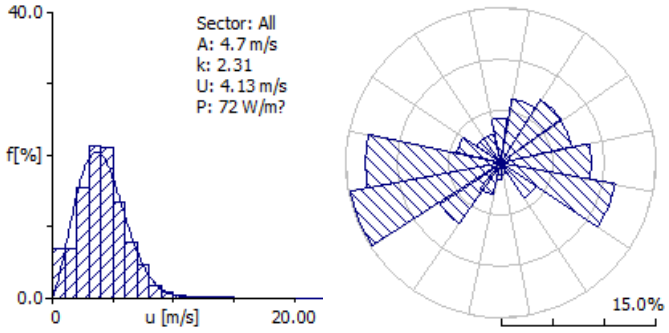
ภาพที่ 4.11 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมสิชล จ.นครศรีธรรมราช



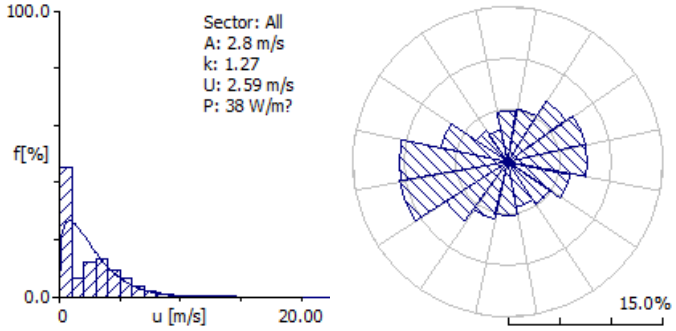
ภาพที่ 4.12 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช



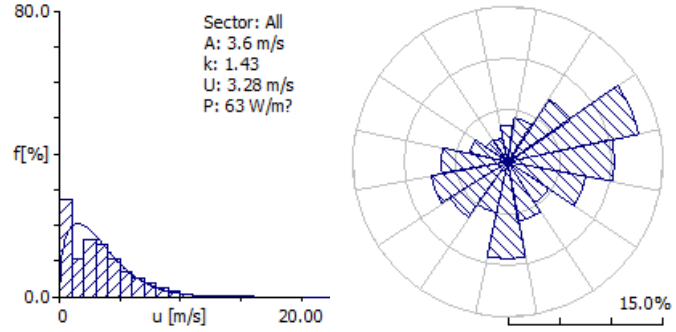
ภาพที่ 4.13 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552 สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช



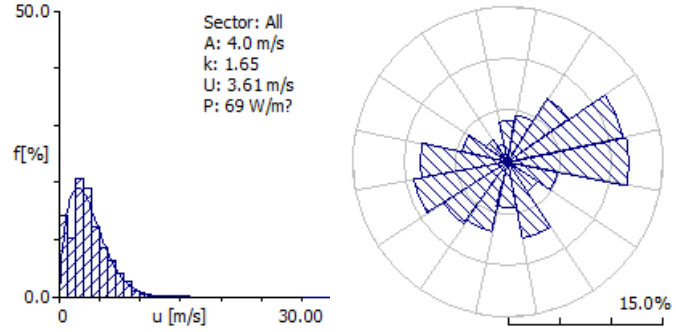
ภาพที่ 4.14 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552 สถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร จ.นครศรีธรรมราช



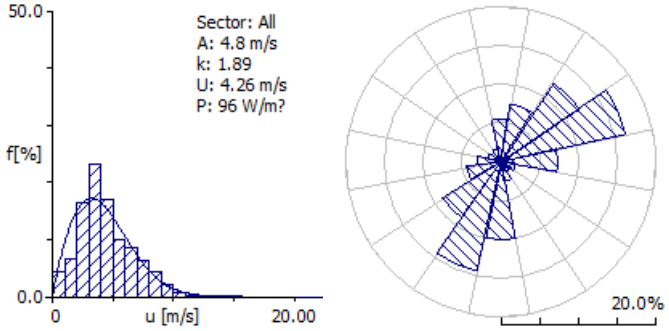
ภาพที่ 4.15 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมระโนด จ.สงขลา



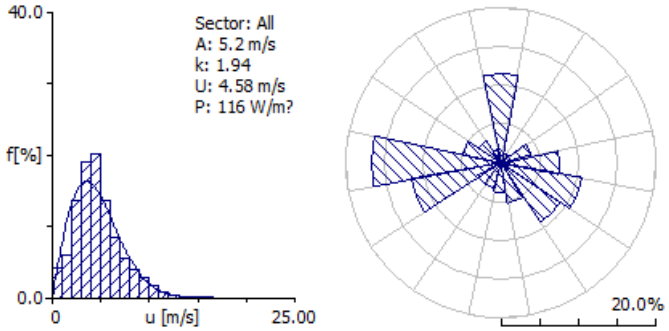
ภาพที่ 4.16 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมสทิงพระ1 จ.สงขลา



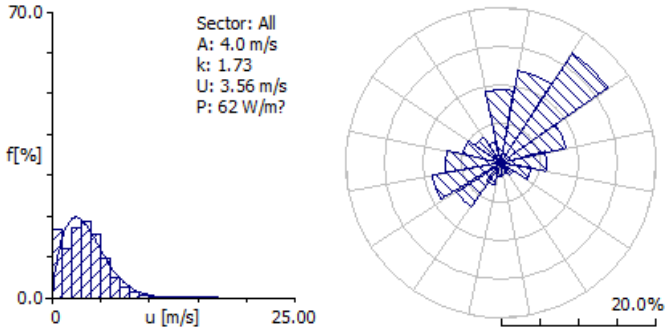
ภาพที่ 4.17 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมสทิงพระ2 จ.สงขลา



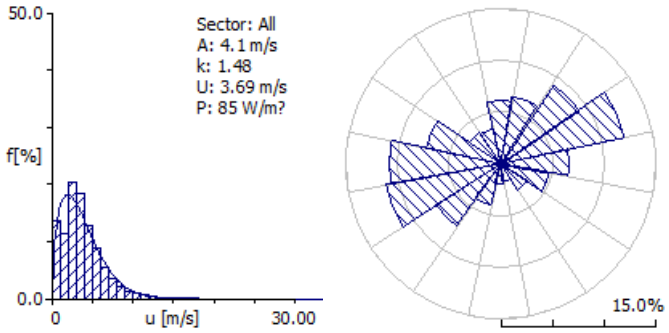
ภาพที่ 4.18 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร จ.สงขลา



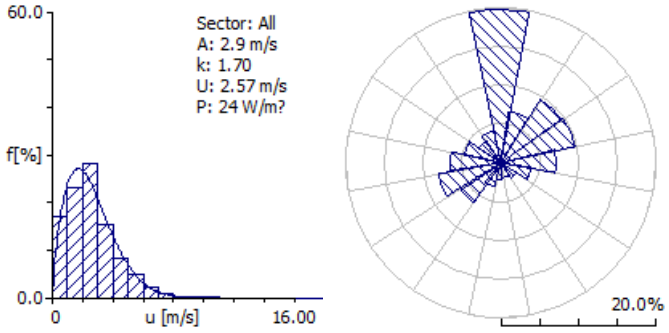
ภาพที่ 4.19 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมจะนะ จ.สงขลา



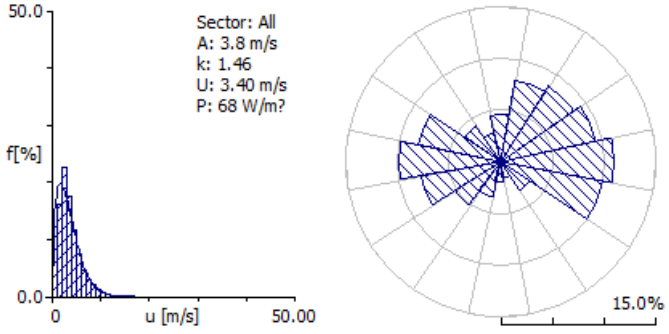
ภาพที่ 4.20 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมเหนือคลอง จ.กระบี่



ภาพที่ 4.21 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมเกาะลันตา จ.กระบี่



ภาพที่ 4.22 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมหาดสำราญ จ.ตรัง

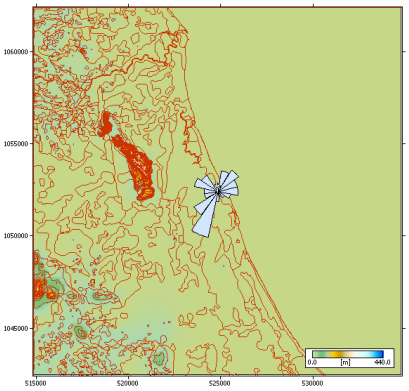


ภาพที่ 4.23 การแจกแจงไวบุลล์และผังลมของลมสถิติที่ระดับความสูง 50 เมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 สถานีวิจัยพลังงานลมทุ่งหว้า จ.สตูล

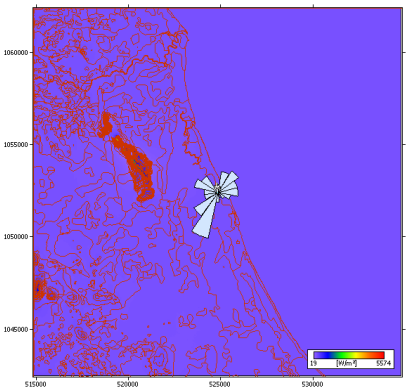
ในการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมโดยโปรแกรม WAsP 9.0 นั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลภูมิอากาศลม (observed wind climate) ระยะยาว จึงใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (time series) ราย 10 นาที รอบ 3 ปี ที่ระดับความสูง 50 เมตร สำหรับจัดทำไฟล์ข้อมูลนำเข้าภูมิอากาศลม เพื่อใช้ในการประเมินหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมโดยอาศัยกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ ตามลำดับ ข้อมูลภูมิอากาศลมและผังลม (wind rose) ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม WAsP 9.0 จากภาพที่ 4.6-4.23 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าลมส่วนใหญ่มีทิศทางในแนวตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

4.5 ข้อมูลเชิงพื้นที่ของอัตราเร็วลม ความหนาแน่นกำลังลม และปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี

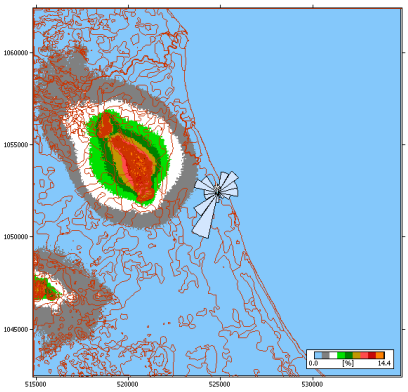
ข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปของแผนที่ดิจิตอลซึ่งแสดงลักษณะทางกายภาพและของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมได้แก่แผนที่ดัชนีความขรุขระซึ่งจัดทำมาจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการแปลผลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ที่มีความแยกชัด 10 เมตร และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้โดยกำหนดให้มีปริมาณเมฆไม่เกินร้อยละ 20 ซึ่งในการแปลภาพถ่ายดาวเทียมได้อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Erdas Imagine 8.7 และแสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่โดยรอบสถานีโดยใช้แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ชุด L7018 เส้นชั้นความสูงเส้นชั้นละ 30 เมตร รวมทั้งข้อมูลลมสถิติและข้อมูลเชิงพื้นที่ถูกนำไปวิเคราะห์โดยโปรแกรม WAsP 9.0 เพื่อสร้างแผนที่ลม (wind atlas) ในระดับสเกลจุลภาค (micro-scale) ภายในระยะ 10 กิโลเมตร โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลม โดยมีความแยกชัด (resolution) 50 เมตร สำหรับการศึกษาศักยภาพของพลังงานลมเฉพาะพื้นที่ (micrositing) ต่อไป โดยในการวิเคราะห์ผลของโปรแกรม WAsP 9.0 จะแสดงผลอยู่ในรูปของแผนที่ระดับความสูง (elevation) แผนที่ดัชนีความขรุขระ (roughness index) แผนที่อัตราเร็วลม (wind speed) ที่ระดับความสูง 50 เมตร แผนที่ความหนาแน่นกำลังลม (power density) ที่ระดับความสูง 50 เมตร แผนที่ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (annual energy production) ที่ระดับความสูง 50 เมตร โดยมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ของสถานีวิจัยพลังงานลมทั้ง 5 สถานี ซึ่งเป็นสถานีที่มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยมากกว่า 4 เมตรต่อวินาที ได้แก่ สถานีท่าชนะ สถานีจะนะ สถานีสิงหนคร สถานีหัวไทร และสถานีปากพนัง ตามลำดับ ข้อมูลเชิงพื้นที่ของอัตราเร็วลม ความหนาแน่นกำลังลม และปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.24-4.58



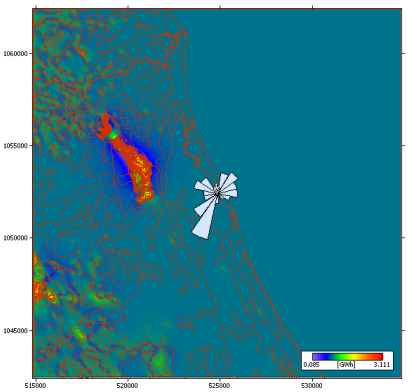
`**ภาพที่ 4.24** แผนที่ระดับความสูงของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ



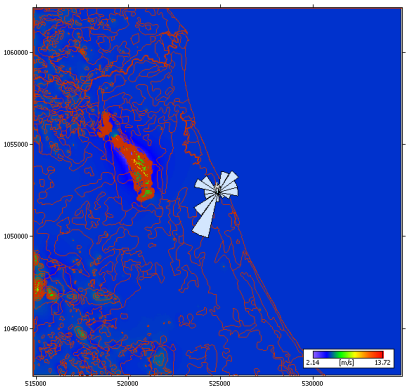
ภาพที่ 4.27 แผนที่ความหนาแน่นกำลังลมสถานีท่าชนะที่ระดับความสูง 50 เมตร



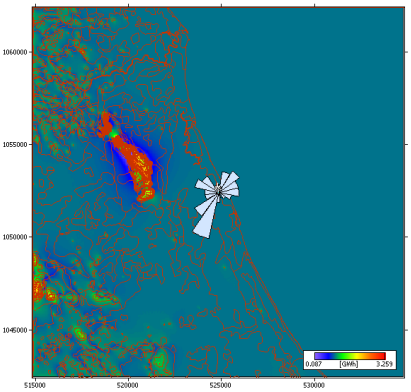
ภาพที่ 4.25 แผนที่ดัชนีความขรุขระของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ



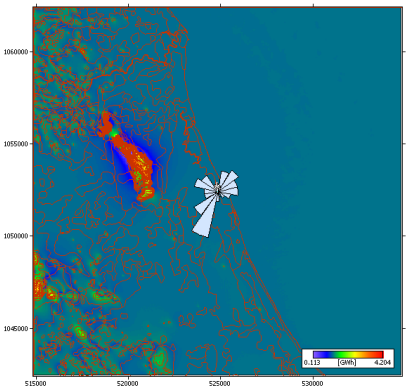
ภาพที่ 4.28 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ (กังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



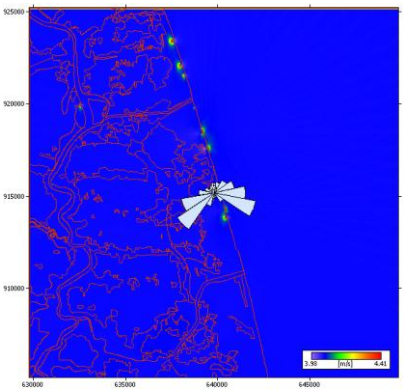
ภาพที่ 4.26 แผนที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยสถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะที่ระดับความสูง 50 เมตร



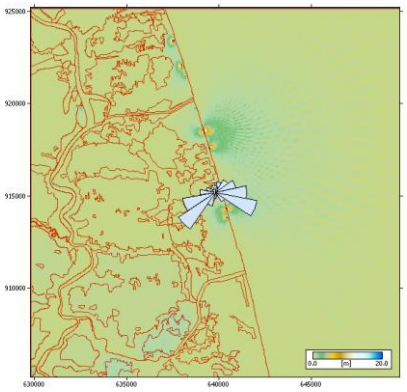
ภาพที่ 4.29 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ (กังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



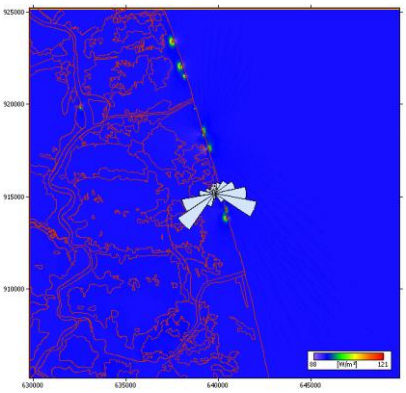
ภาพที่ 4.30 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมท่าชนะ (กังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



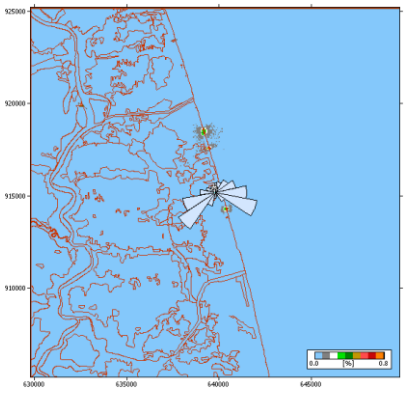
ภาพที่ 4.33 แผนที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยสถานีวิจัยพลังงานลมปากพนังที่ระดับความสูง 50 เมตร



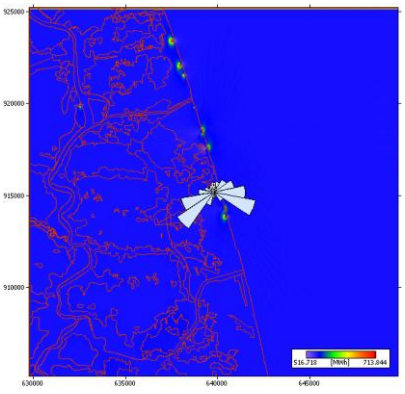
ภาพที่ 4.31 แผนที่ระดับความสูงของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง



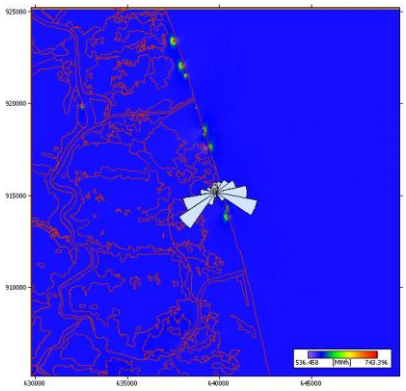
ภาพที่ 4.34 แผนที่ความหนาแน่นกำลังลมสถานีปากพนังที่ระดับความสูง 50 เมตร



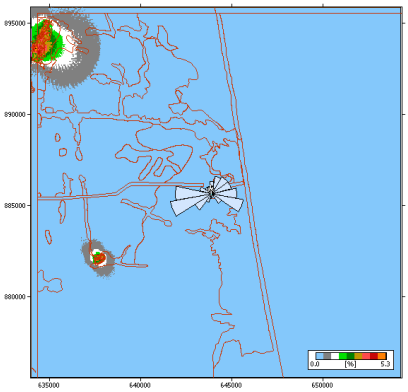
ภาพที่ 4.32 แผนที่ดัชนีความขรุขระของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง



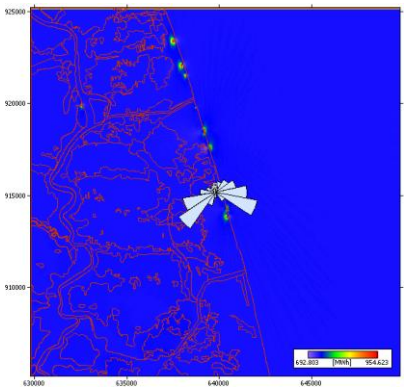
ภาพที่ 4.35 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง (กังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



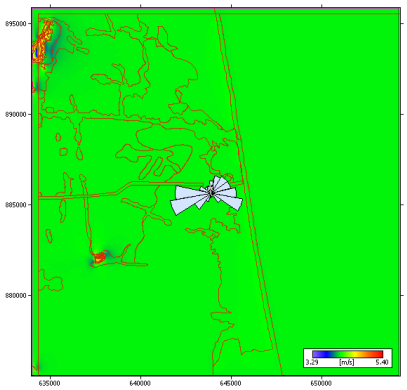
ภาพที่ 4.36 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง (กังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



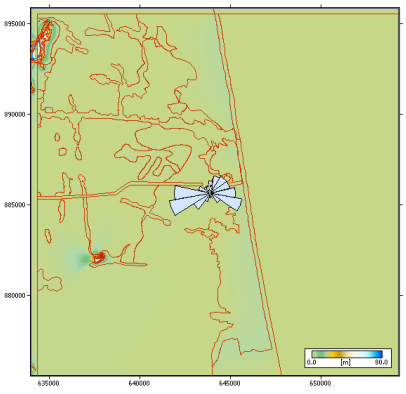
ภาพที่ 4.39 แผนที่ดัชนีความขรุขระของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร



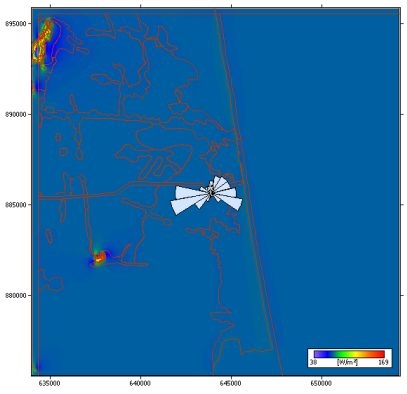
ภาพที่ 4.37 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง (กังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



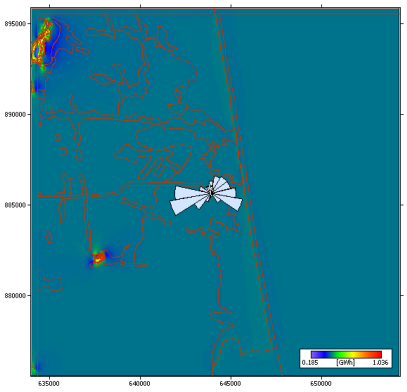
ภาพที่ 4.40 แผนที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยสถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทรที่ระดับความสูง 50 เมตร



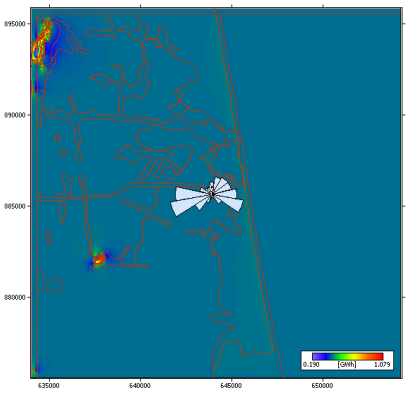
ภาพที่ 4.38 แผนที่ระดับความสูงของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร



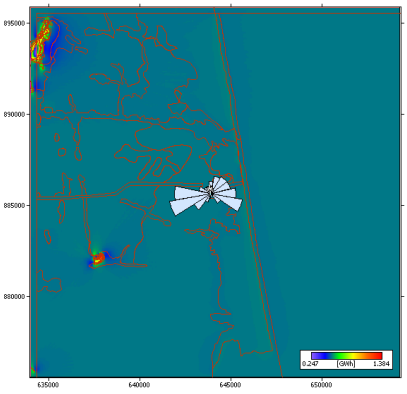
ภาพที่ 4.41 แผนที่ความหนาแน่นกำลังลมสถานีหัวไทรที่ระดับความสูง 50 เมตร



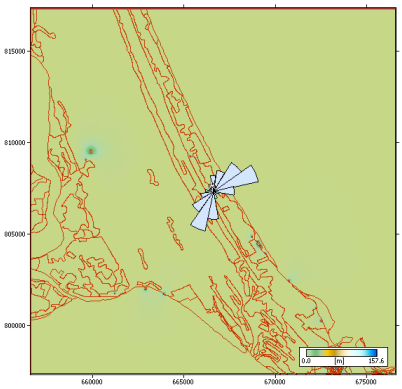
ภาพที่ 4.42 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร (กังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



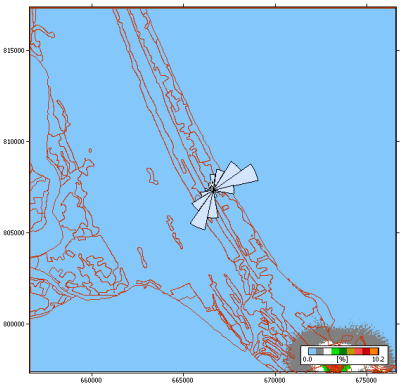
ภาพที่ 4.43 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร (กังหันขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



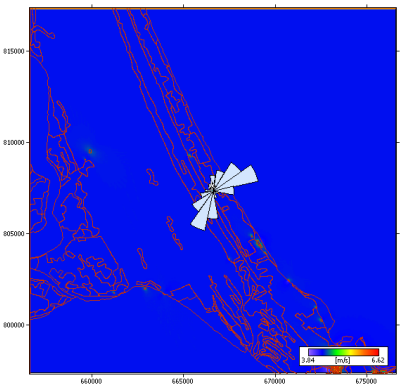
ภาพที่ 4.44 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมหัวไทร (กังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



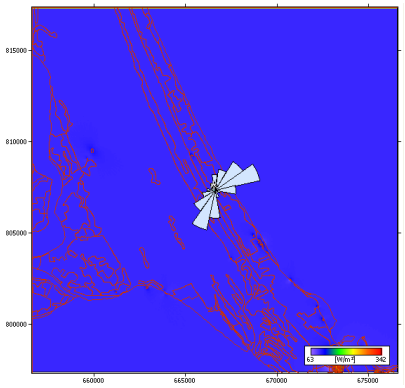
ภาพที่ 4.45 แผนที่ระดับความสูงของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร



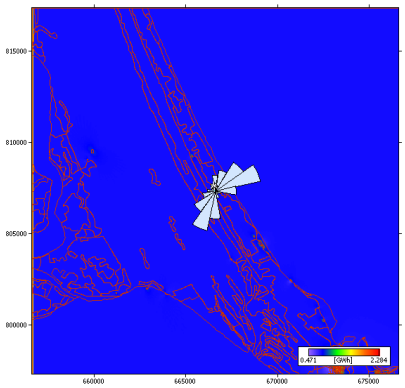
ภาพที่ 4.46 แผนที่ดัชนีความขรุขระของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร



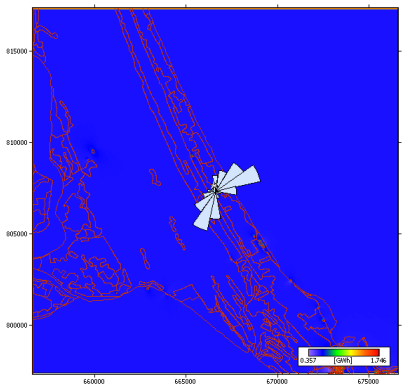
ภาพที่ 4.47 แผนที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยสถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนครที่ระดับความสูง 50 เมตร



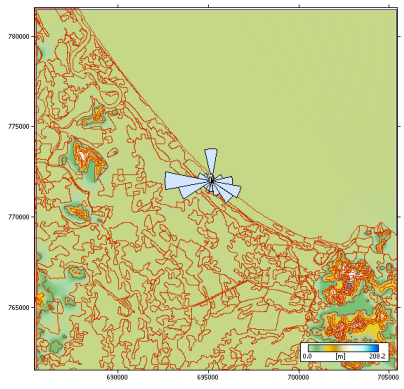
ภาพที่ 4.48 แผนที่ความหนาแน่นกำลังลมสถานีสิงหนครที่ระดับความสูง 50 เมตร



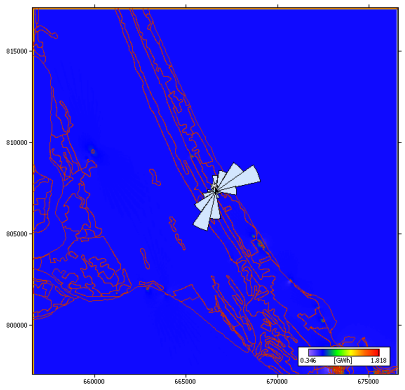
ภาพที่ 4.51 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร (กังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



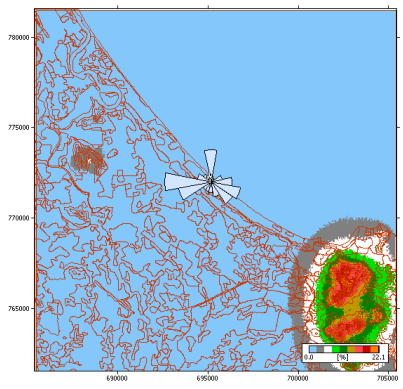
ภาพที่ 4.49 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร (กังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



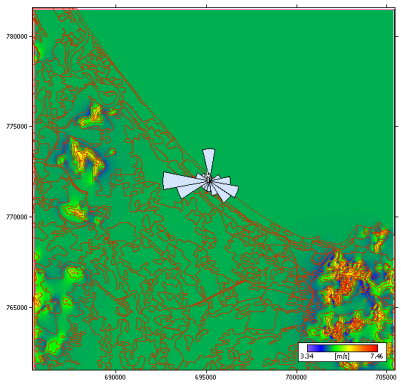
ภาพที่ 4.52 แผนที่ระดับความสูงของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานจะนะ



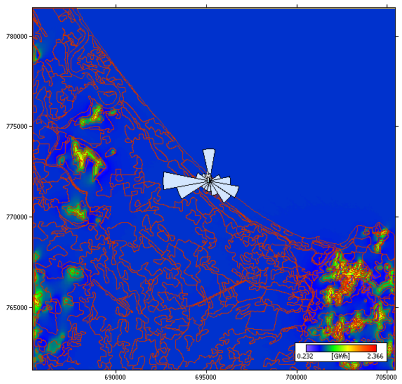
ภาพที่ 4.50 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมสิงหนคร(กังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



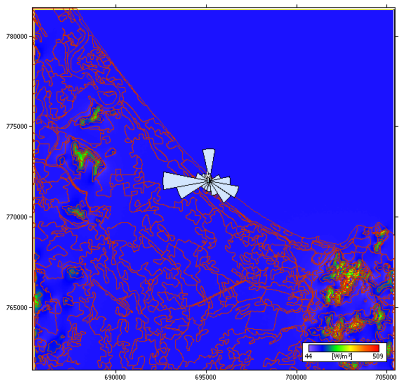
ภาพที่ 4.53 แผนที่ดัชนีความขรุขระของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยพลังงานลมจะนะ



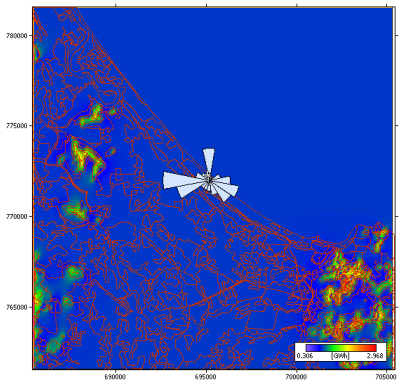
ภาพที่ 4.54 แผนที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยสถานีวิจัยพลังงานลมจะนะที่ระดับความสูง 50 เมตร



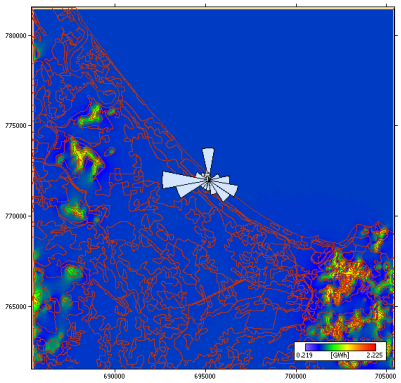
ภาพที่ 4.57 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมจะนะ (กังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



ภาพที่ 4.55 แผนที่ความหนาแน่นกำลังลมสถานีจะนะที่ระดับความสูง 50 เมตร

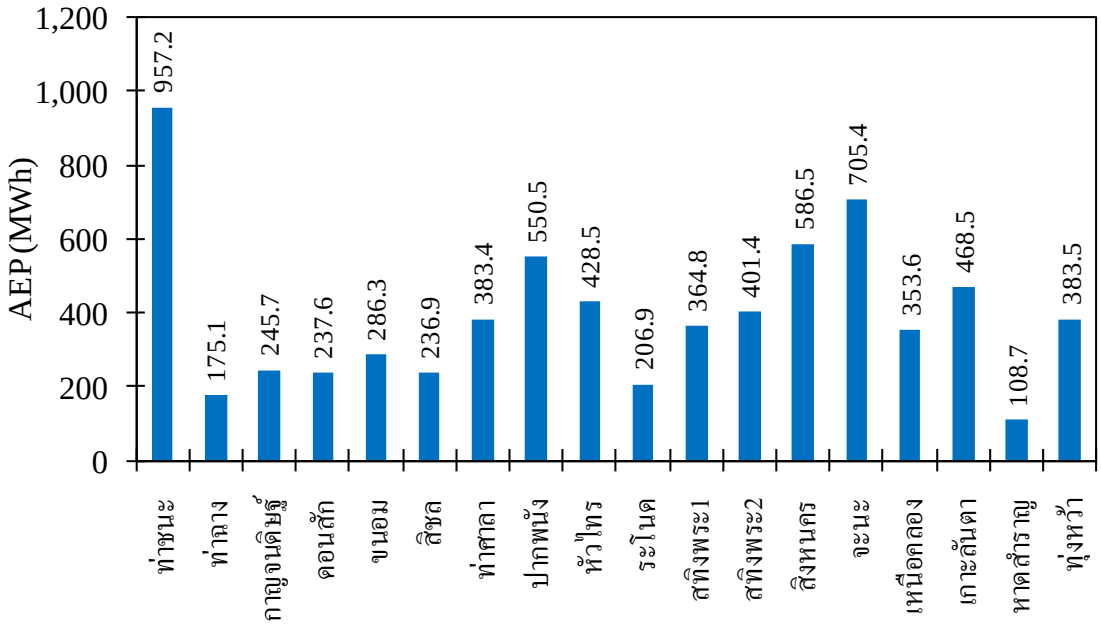


ภาพที่ 4.58 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมจะนะ (กังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์)

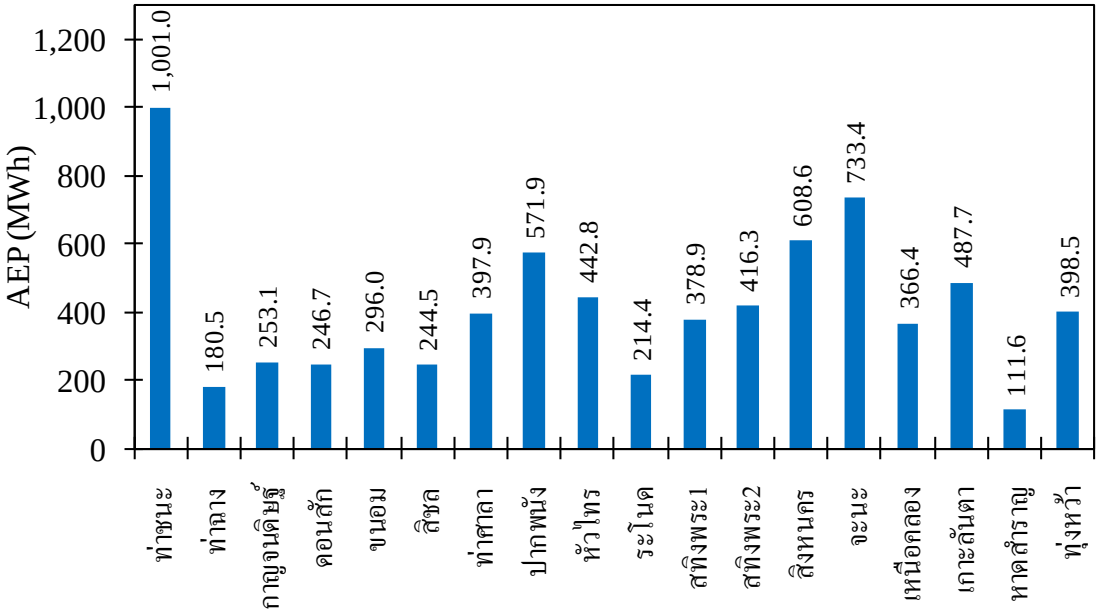


ภาพที่ 4.56 แผนที่ AEP สถานีวิจัยพลังงานลมจะนะ (กังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์)

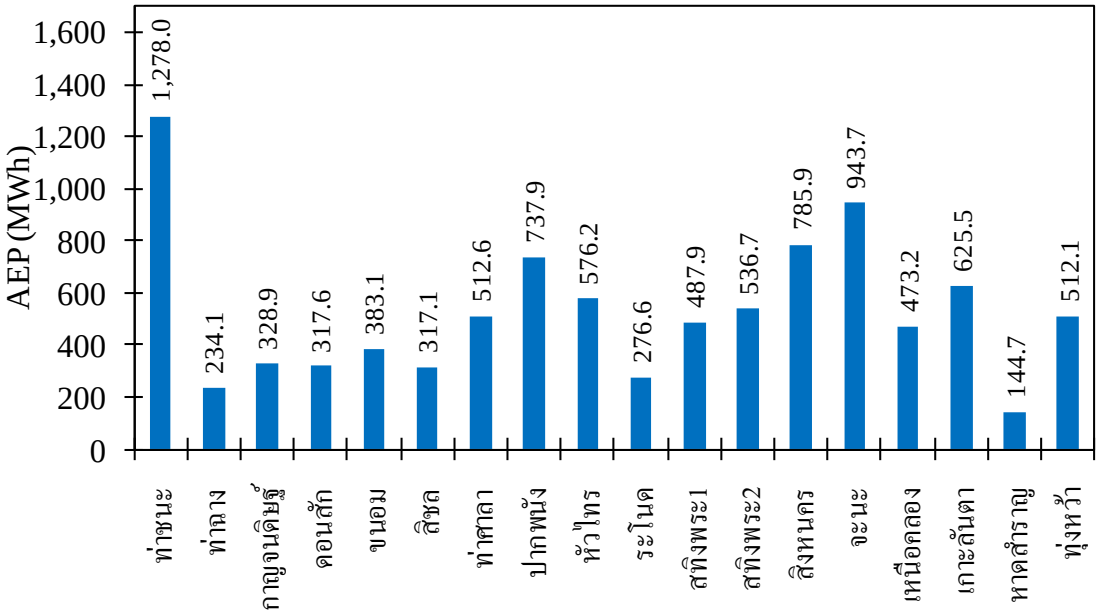
ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีในกรณีของการติดตั้งกังหันลมขนาด 0.75 เมกะ-วัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ ณ สถานีวิจัยพลังงานลม ได้ทำการประเมินโดยใช้โปรแกรม WAsP 9.0 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี อ.ปากพนัง และ อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช และ อ.จะนะ จ.สงขลา โดยมีปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะ-วัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ มีค่าอยู่ในช่วง 108.7-957.2 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี 111.8-1,001.0 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี และ144.7-1,278.6 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิรายปีมีค่าขึ้นกับทรัพยากรลมของแต่ละสถานี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องพิจารณาประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้าประกอบเพิ่มเติมด้วย โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาวิจัยของทั้ง 18 สถานี แสดงดังภาพที่ 4.59-4.61



ภาพที่ 4.59 ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิรายปีจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม

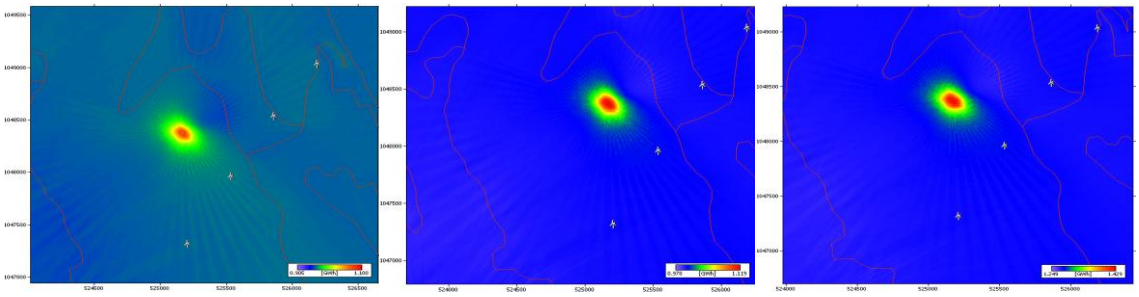


ภาพที่ 4.60 ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิรายปีจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม



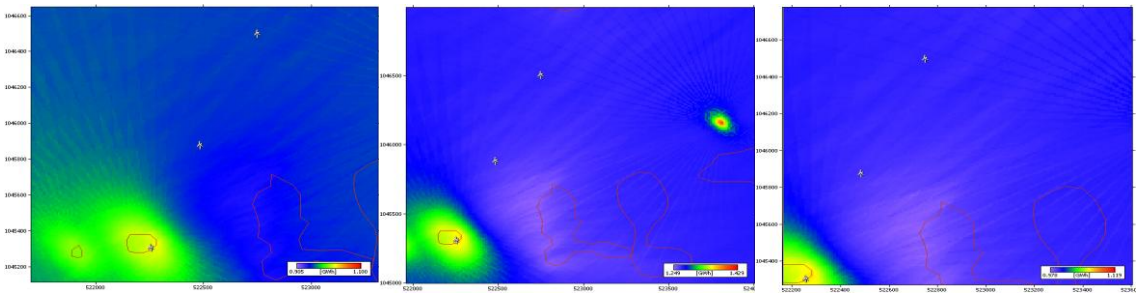
ภาพที่ 4.61 ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิรายปีจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม

โดยแผนที่ลมจากโปรแกรม WAsP 9.0 ถูกนำไปซ้อนทับ (overlay) กับแผนที่ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (constraint land-use map) ที่ได้รับการพัฒนาจากข้อมูลจำนวน 16 ชั้นข้อมูล ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สถานีวิจัยพลังงานลม เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ ระบบจำหน่าย 33 กิโลโวลต์ ลำคลอง ถนนสายหลักและสายรอง เขตเมืองและชุมชน ป่าชายเลน พื้นที่นาข้าว สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนมะพร้าว แม่น้ำและแหล่งน้ำ พื้นที่ป่าไม้ ขอบเขตตำบลและพื้นที่โดยรอบ 10 กิโลเมตร ซึ่งจะทำให้ได้พื้นที่แหล่งลมดีที่สามารถพัฒนาเป็นโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยในการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมดังกล่าวได้อาศัยหลักเกณฑ์การจัดวางกังหันลม 5DX10D ซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวก (wake loss) โดยสามารถจัดวางกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้อย่างเหมะสม (optimization) และให้กำลังการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด ซึ่งจากการอาศัยแนวทางดังกล่าวในการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมในพื้นที่ 14 ตำบล 5 อำเภอ ของ 3 จังหวัด ได้แก่ อ.ท่าชนะ ของ จ.สุราษฎร์ธานี ปากพนัง อ.เชียรใหญ่ และ อ.หัวไทร ของ จ.นครศรีธรรมราช และ อ.จะนะ ของ จ.สงขลา ทำให้สามารถพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่สามารถติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ ได้จำนวน 34 คลัสเตอร์ จำนวนกังหันลม 386 ตัว ปริมาณกำลังการผลิตติดตั้ง 289.5 เมกะวัตต์ และสามารถพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่สามารถติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.80 เมกะวัตต์ ได้จำนวน 34 คลัสเตอร์ จำนวนกังหันลม 314 ตัว ปริมาณกำลังการผลิตติดตั้ง 251.2 เมกะวัตต์ และสามารถพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่สามารถติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 1.0 เมกะวัตต์ ได้จำนวน 34 คลัสเตอร์ จำนวนกังหันลม 278 ตัว ปริมาณกำลังการผลิตติดตั้ง 278 เมกะวัตต์ โดยมีผลการวิเคราะห์ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากฟาร์มกังหันลมแต่ละคลัสเตอร์ แต่ละขนาดกำลังการผลิตติดตั้งในพื้นที่ดังกล่าวแสดงดังภาพที่ 4.62-4.95



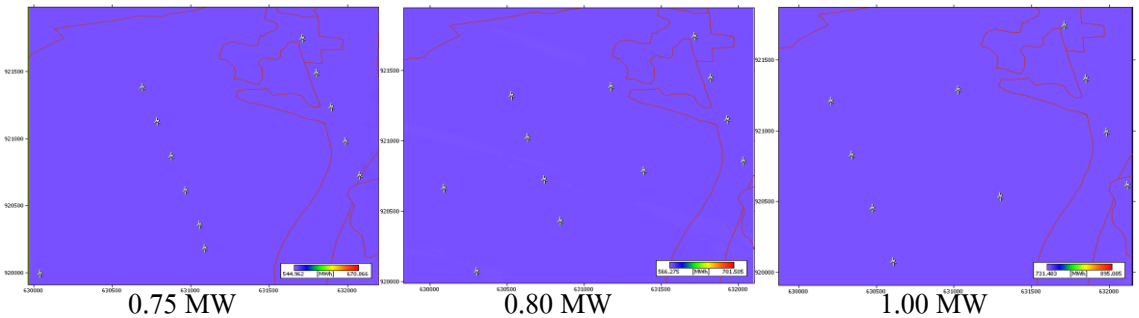
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.62 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.ตะกรบ อ.ท่าชนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



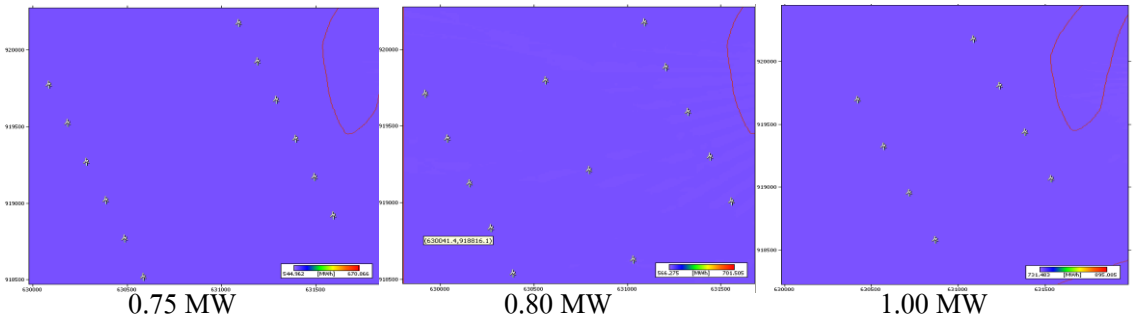
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.63 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.ตะกรบ อ.ท่าชนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



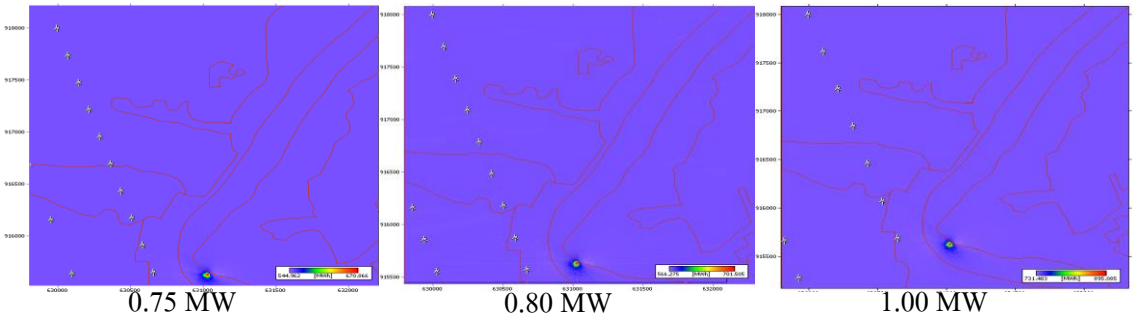
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.64 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.หูล่อง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



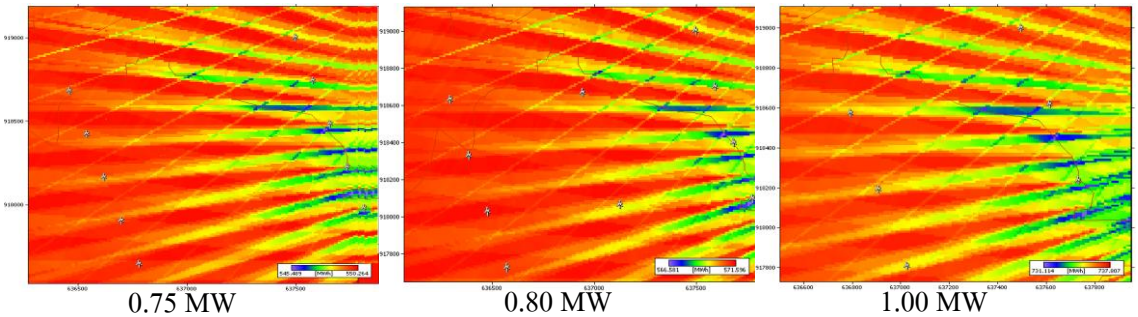
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.65 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.หูล่อง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



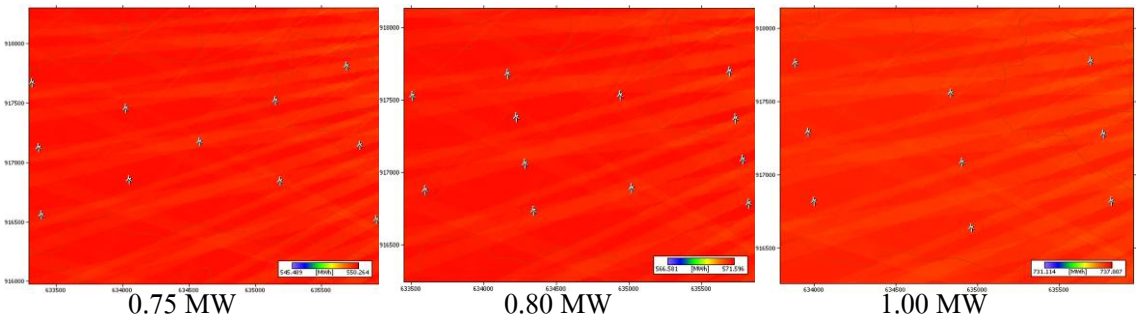
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.66 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.หูล่อง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



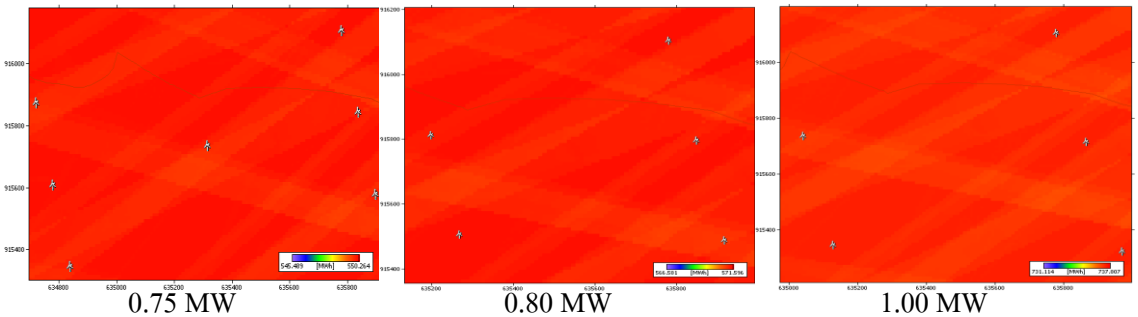
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.67 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.บ้านเพิง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



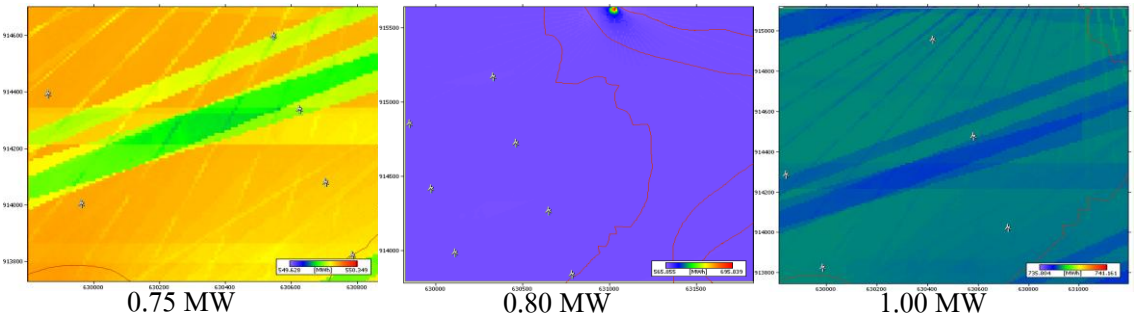
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.68 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.บ้านเพิง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



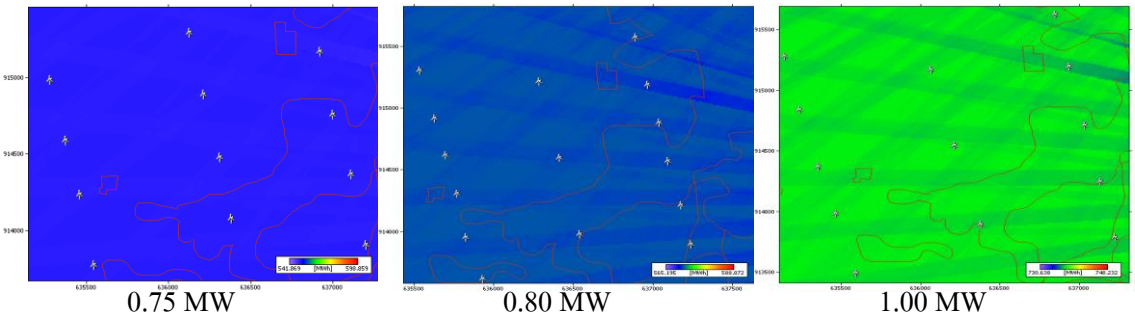
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.69 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.บ้านเพิง อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



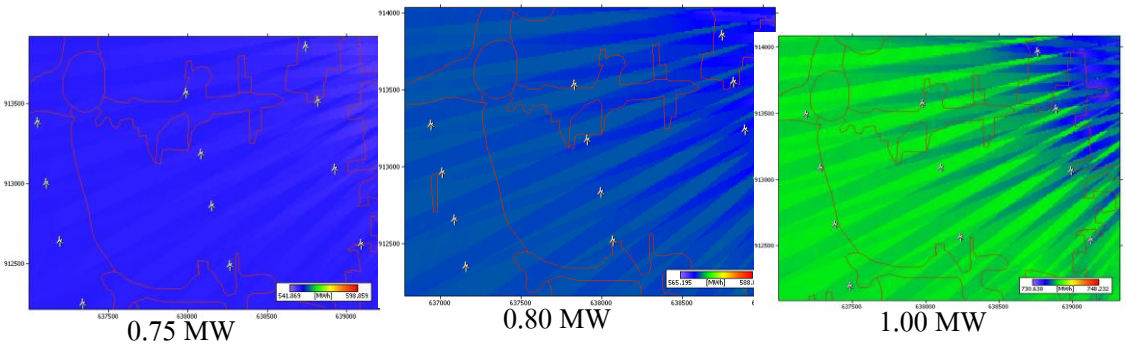
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.70 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.บ้านใหม่ อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



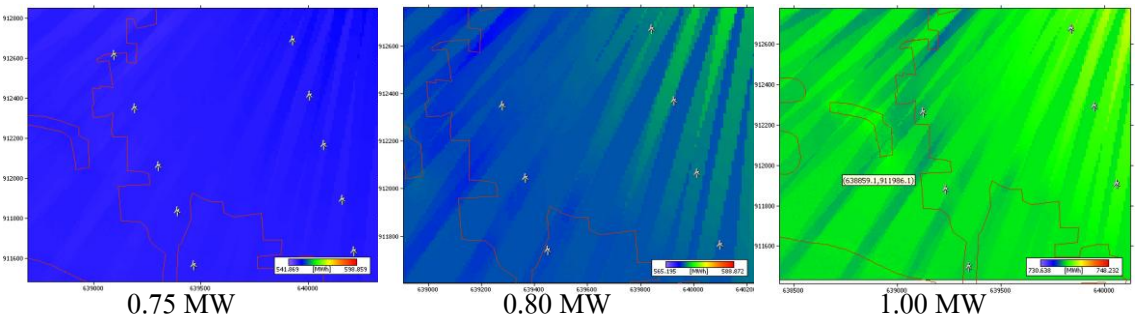
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.71 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.ท่าพญา อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



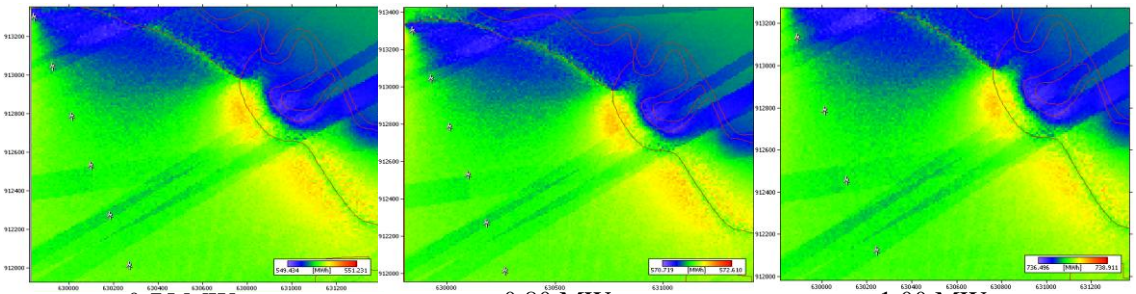
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.72 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.ท่าพญา อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



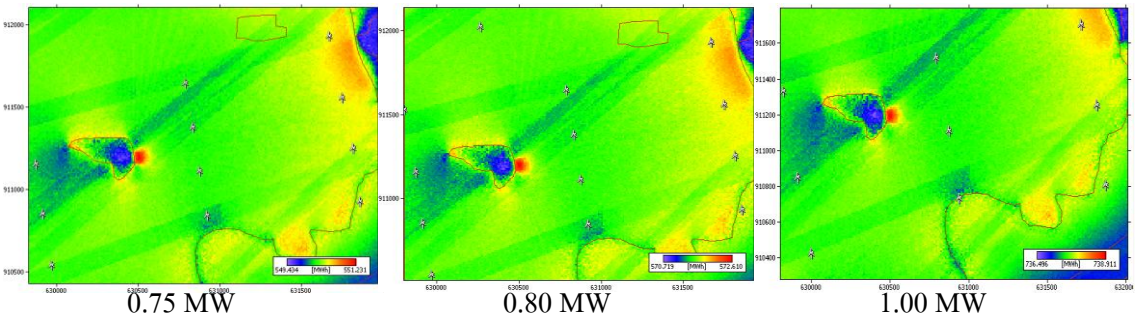
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.73 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.ท่าพญา อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



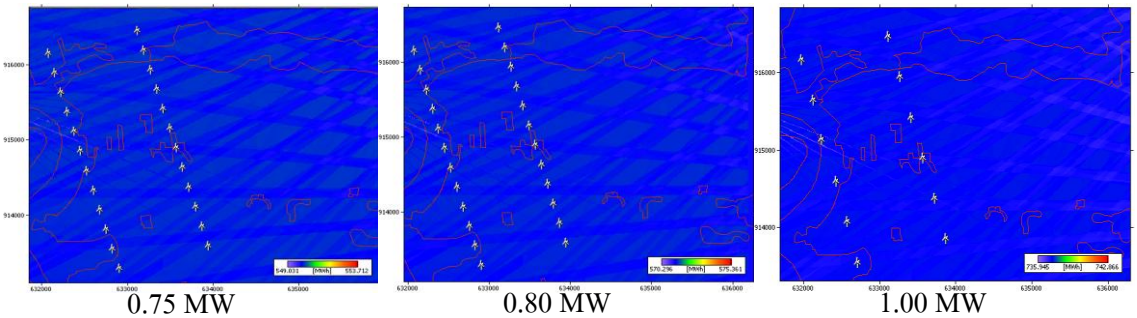
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.74 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.บางศาลา อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



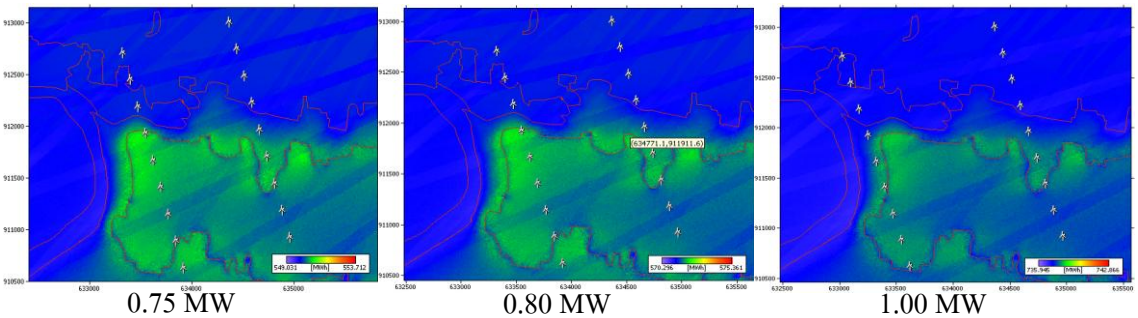
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.75 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.บางศาลา อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



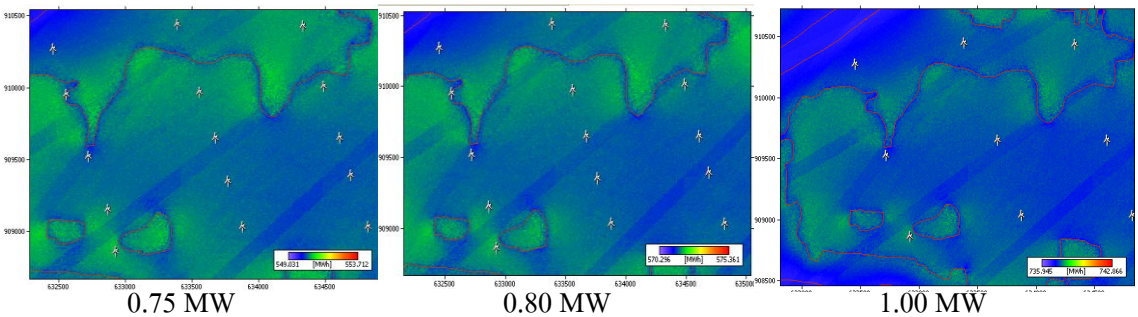
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.76 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.ปากแพรก อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



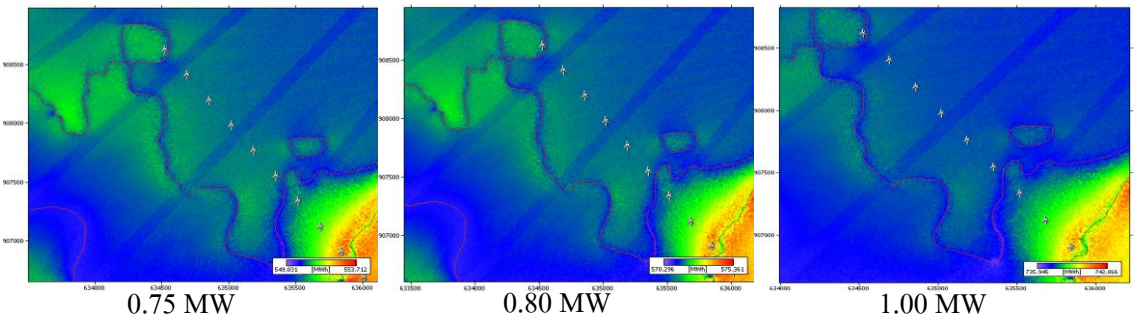
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.77 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.ปากแพรก อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



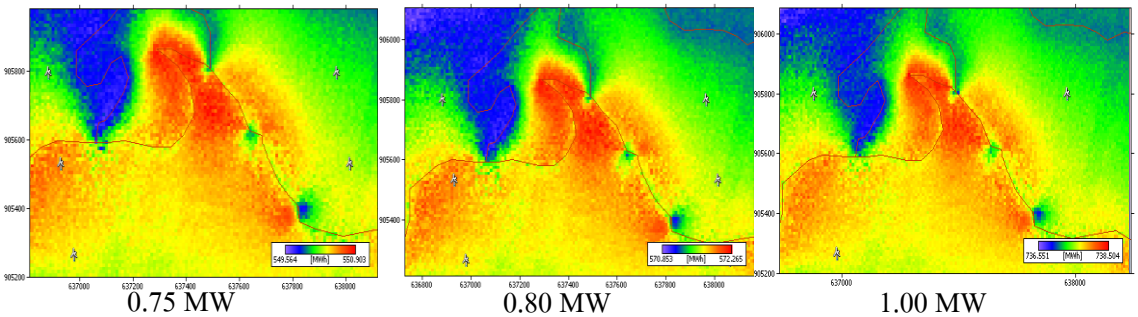
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.78 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.ปากแพรก อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



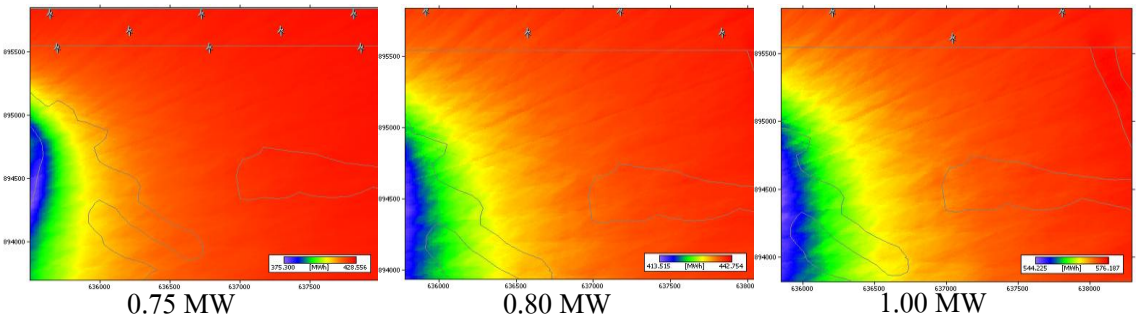
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.79 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 4 ต.ปากแพรก อ.ปากพนัง (ความแยกชัด 10 เมตร)



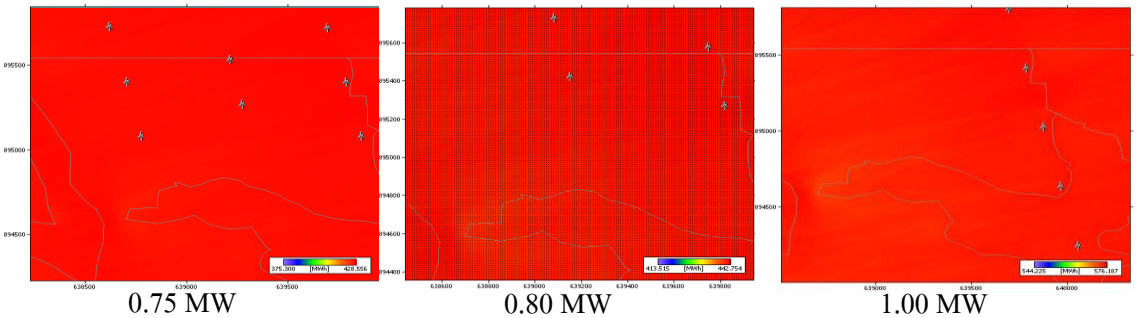
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.80 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.เสือหึง อ.เชียรใหญ่ (ความแยกชัด 10 เมตร)



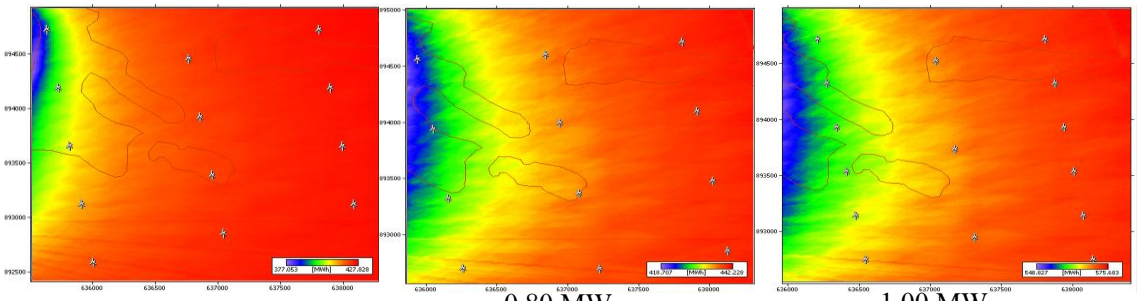
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.81 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.บางนบ อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



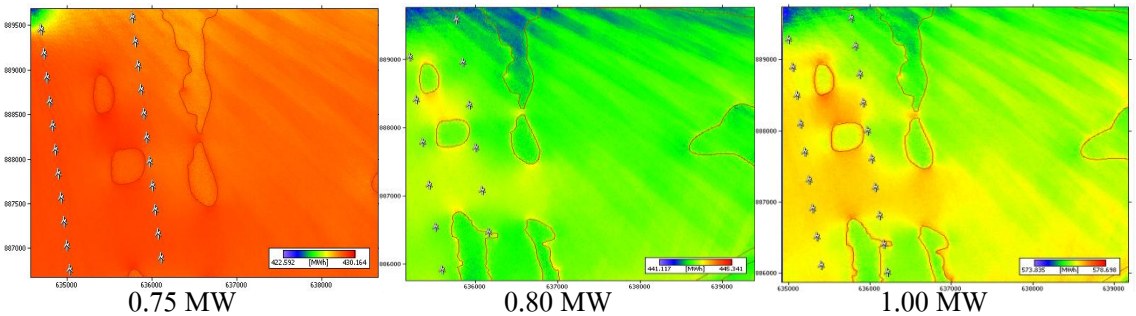
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.82 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.บางนบ อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



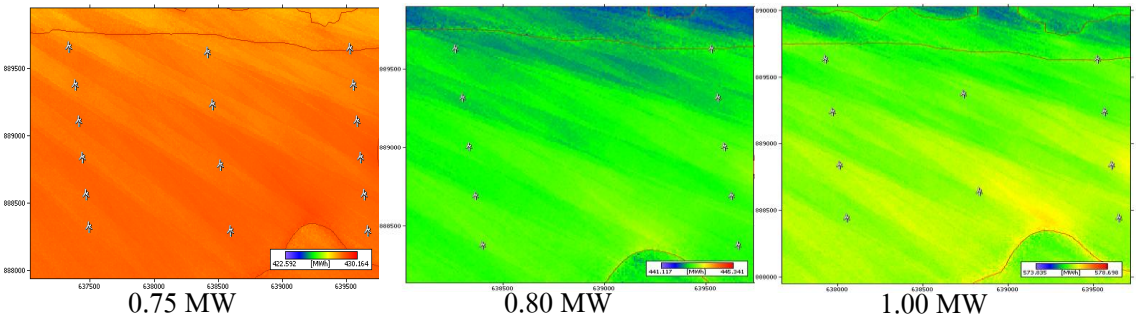
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.83 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.บ้านราม อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



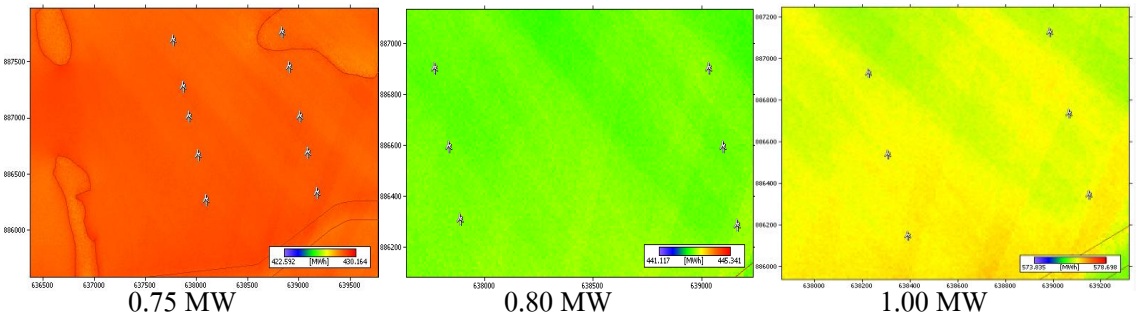
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.84 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.ทรายขาว อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



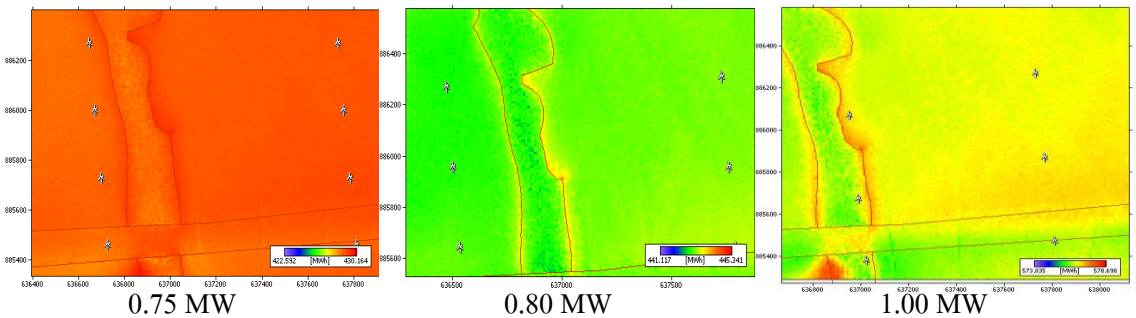
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.85 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.ทรายขาว อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



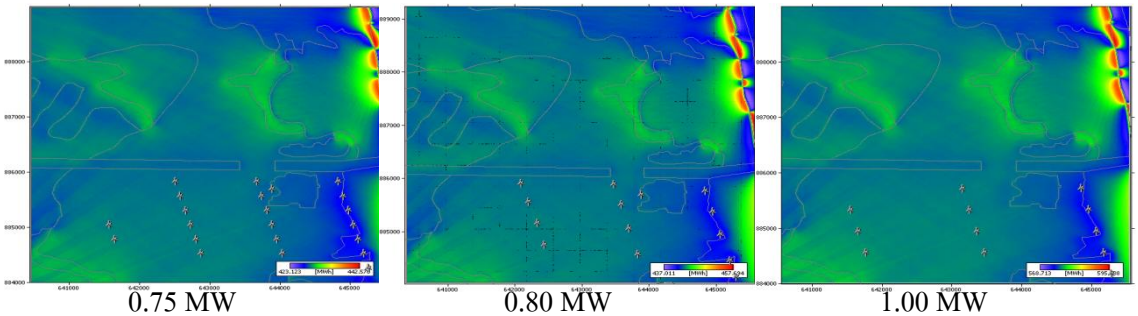
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.86 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.ทรายขาว อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



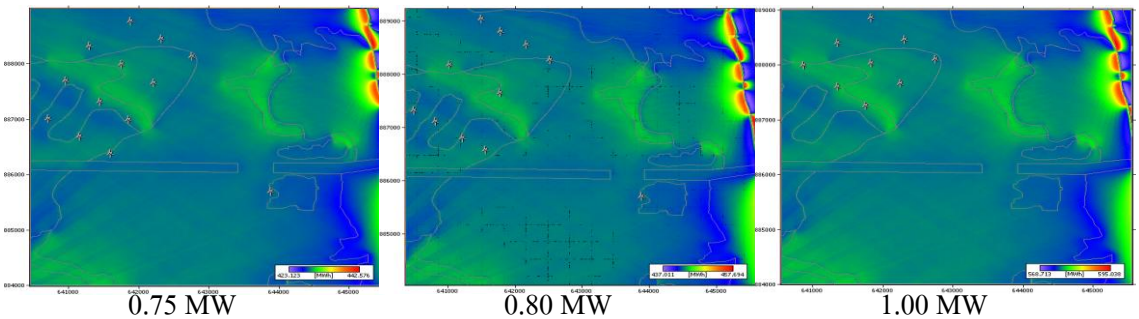
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.87 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 4 ต.ทรายขาว อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



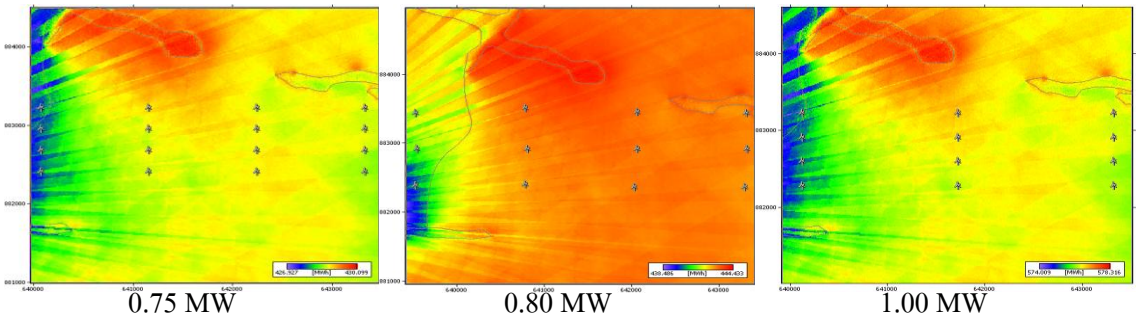
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.88 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.หัวไทร อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



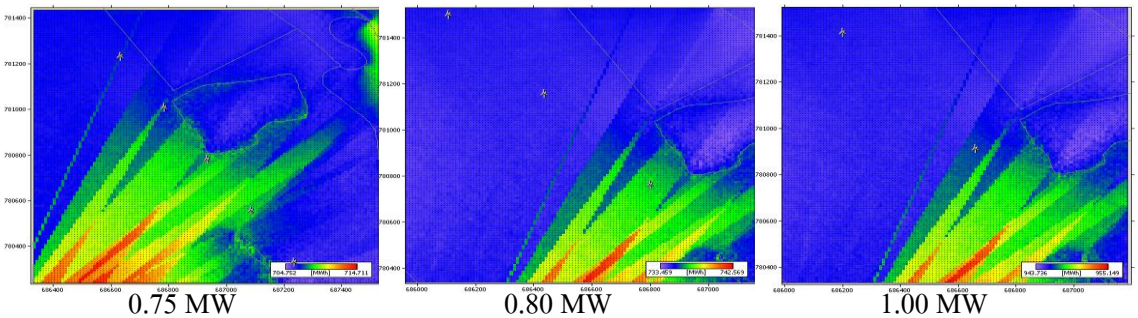
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.89 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.หัวไทร อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



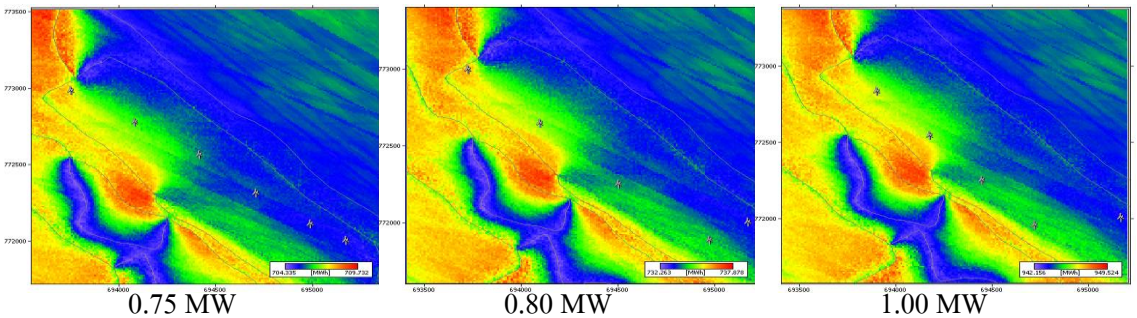
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.90 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.เขาพังไกร อ.หัวไทร (ความแยกชัด 10 เมตร)



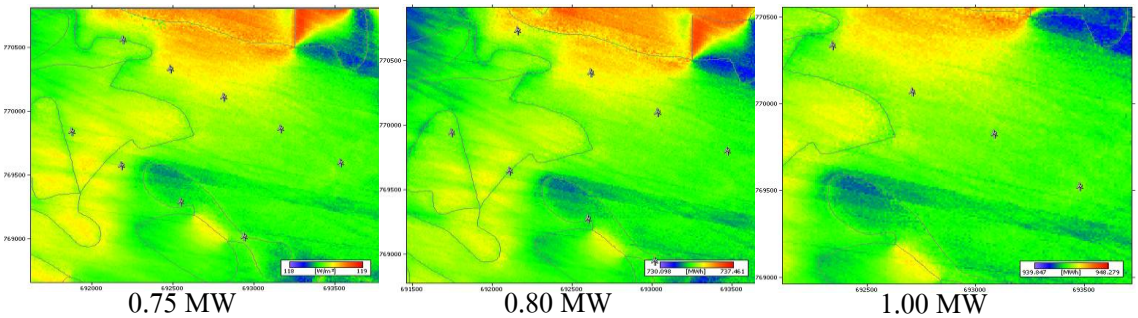
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.91 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.นาทับ อ.จะนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



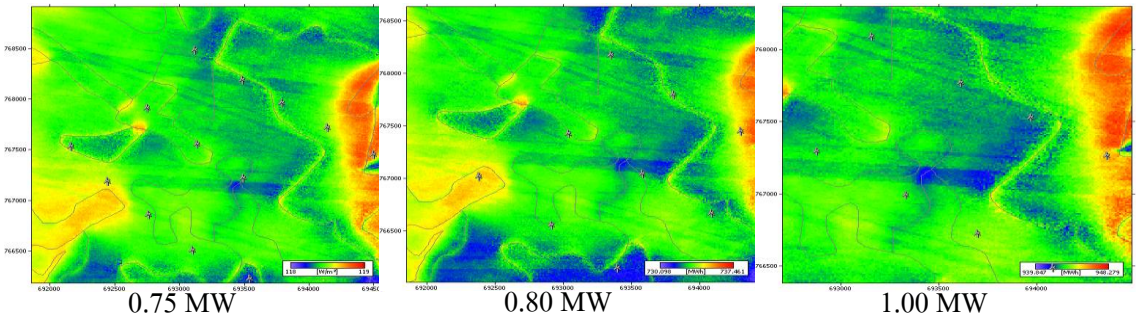
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.92 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 1 ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



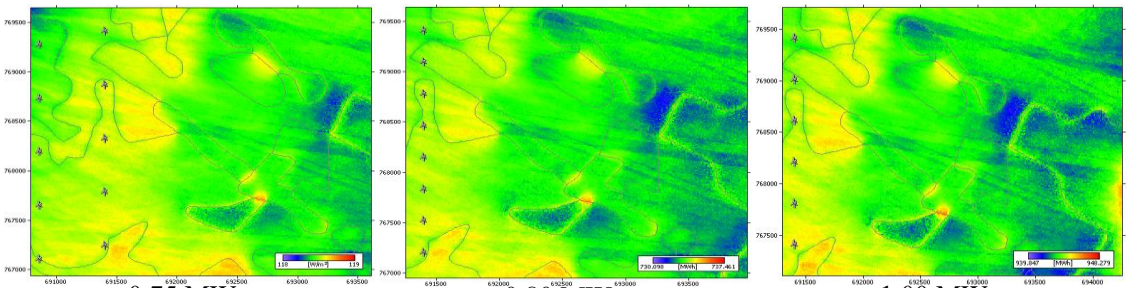
0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.93 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 2 ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.94 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 3 ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)



0.75 MW 0.80 MW 1.00 MW

ภาพที่ 4.95 โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม คลัสเตอร์ 4 ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ (ความแยกชัด 10 เมตร)

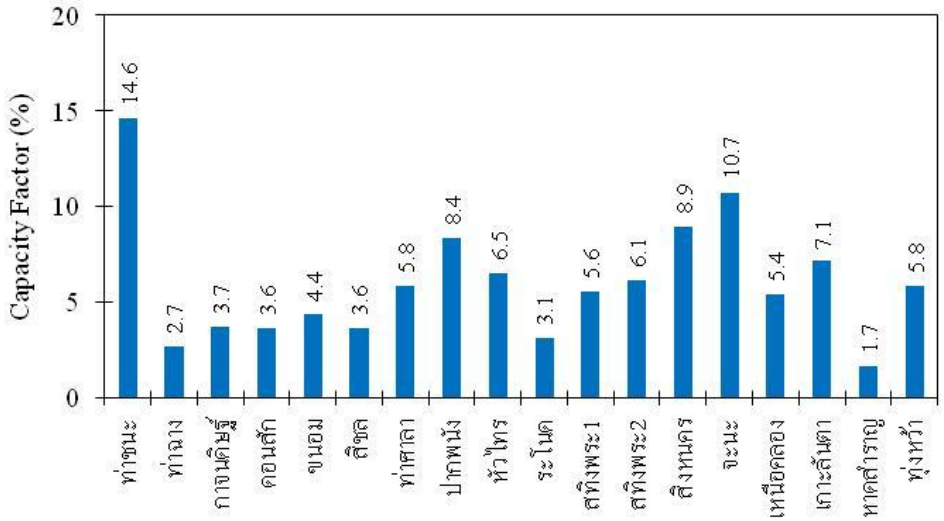
4.6 การประเมินทางด้านเทคนิค

ในการประเมินทางด้านเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้พิจารณาพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ capacity factor (C.F.) ซึ่งแสดงรายละเอียดดังสมการในบทที่ 3 โดยที่โรงไฟฟ้าพลังงานลมที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีค่าประสิทธิภาพสูงและสามารถป้อนไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้มากกว่าและจะส่งผลต่อการวิเคราะห์โครงการหรือดัชนีทางด้านเศรษฐศาสตร์ซึ่งจะได้อภิปรายอย่างละเอียดในหัวข้อต่อไป

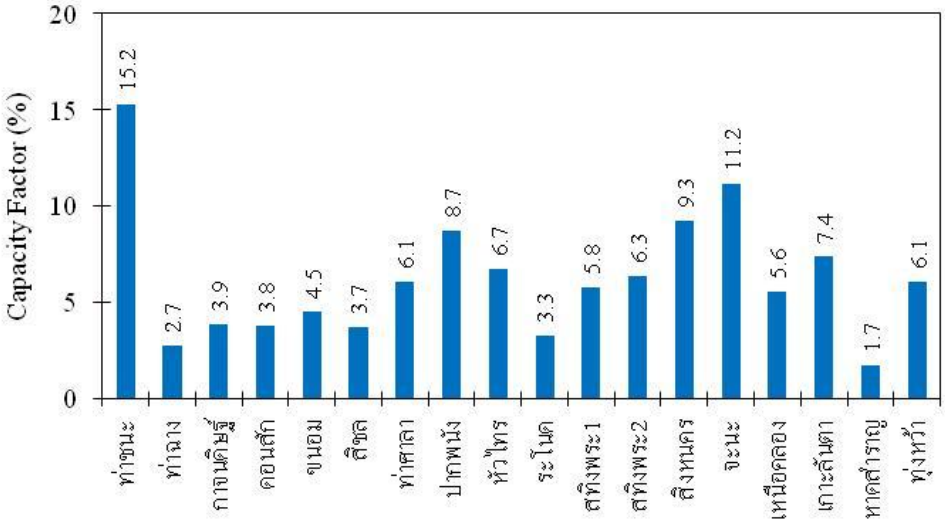
สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังงานลมสำหรับวิทยานิพนธ์นี้ได้แยกพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ โรงไฟฟ้าพลังงานลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง (installed capacity) 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.0 เมกะวัตต์ ที่ถูกติดตั้ง ณ สถานีวิจัยพลังงานลม และโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ถูกติดตั้ง ณ บริเวณแหล่งลมดี โดยมีกำลังการผลิตติดตั้งขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

โดยผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังงานลมในกรณีที่ถูกติดตั้ง ณ สถานีวิจัยพลังงานลม ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ1.00 เมกะวัตต์แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.96-4.98 ผลการวิจัยพบว่าโรงไฟฟ้าพลังงานลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ ที่ถูกติดตั้ง ณ สถานีวิจัย บริเวณ อ.ท่าชนะ ของ จ.สุราษฎร์ธานี อ.ปากพนัง และ อ.หัวไทรของ จ.นครศรีธรรมราช และ อ.จะนะ ของ จ.สงขลา มีค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมสูงกว่าสถานีวิจัยอื่นๆ ของพื้นที่ศึกษา โดยมีค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมในช่วงร้อยละ 6.5-19.5

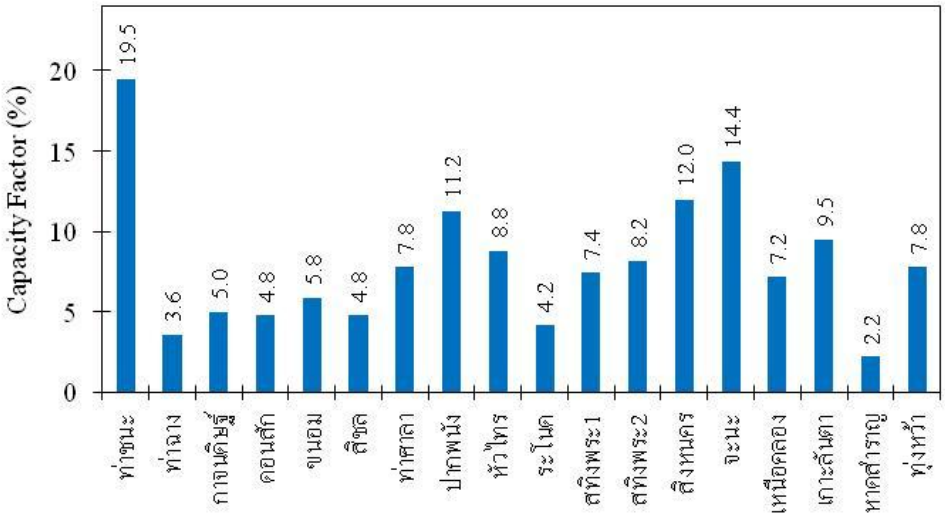
โรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของแหล่งลมดีและสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้ โดยการจัดวางตามหลักเกณฑ์ 5DX10D ซึ่งส่งผลให้ได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากฟาร์มกังหันลมมีค่ามากที่สุด (maximized AEP) จากแนวทางในการพัฒนาดังกล่าวประกอบกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WAsP 9.0 เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในรูปของความเร็วลมเฉลี่ย (mean speed) ความหนาแน่นกำลังลม (power density) ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีทั้งหมด (gross AEP) ของฟาร์มกังหันลม การสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวก (wake loss) ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ (net AEP) ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม เมื่อนำปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ได้รับการพัฒนาบนพื้นที่แหล่งลมดี



ภาพที่ 4.96 ประสิทธิภาพกังหันลมผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม



ภาพที่ 4.97 ประสิทธิภาพกังหันลมผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม



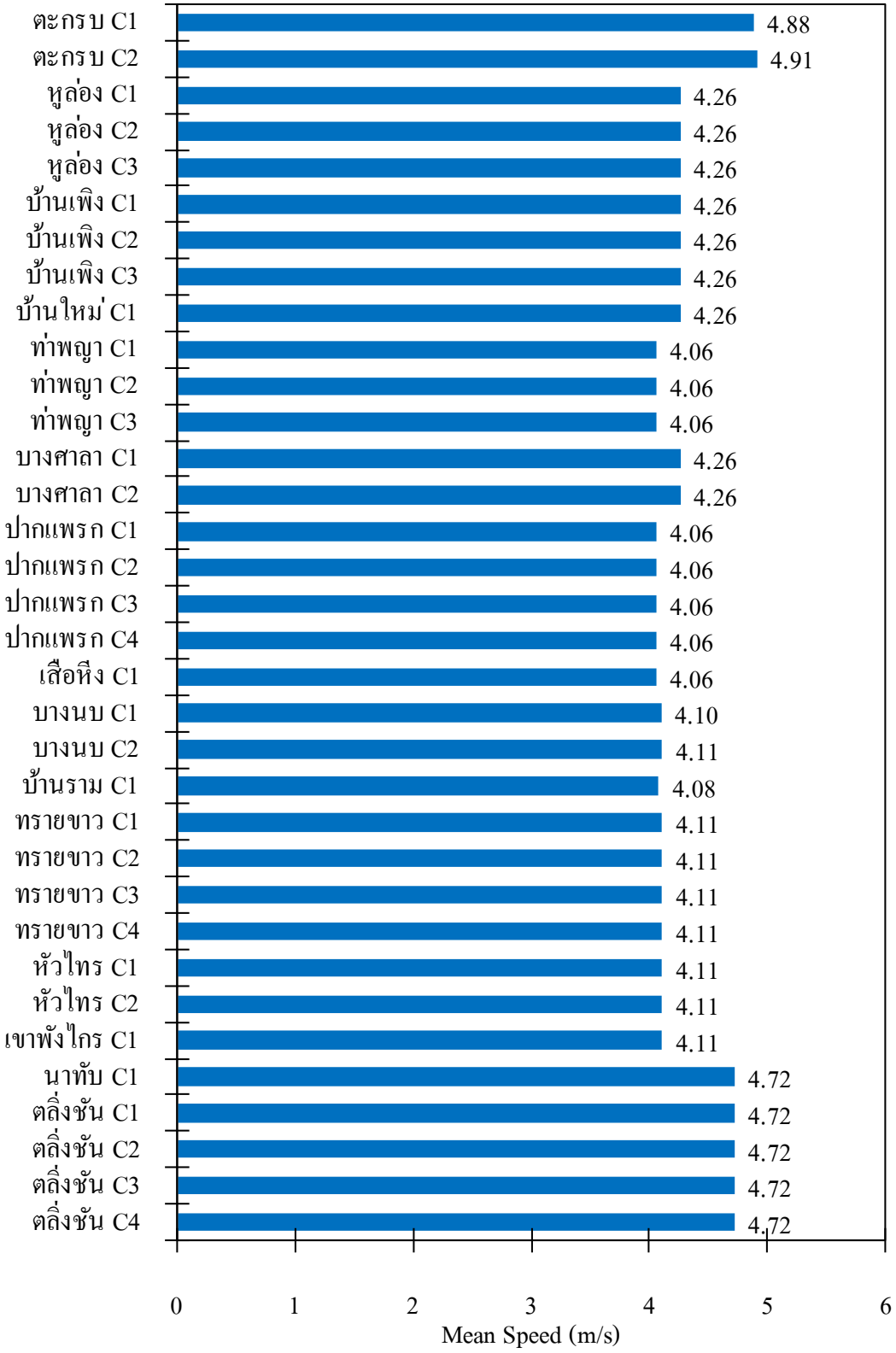
ภาพที่ 4.98 ประสิทธิภาพกังหันลมผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์ ณ ตำแหน่งสถานีวิจัยพลังงานลม

4.7 อัตราเร็วลมเฉลี่ยในช่วง 3 ปี ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย

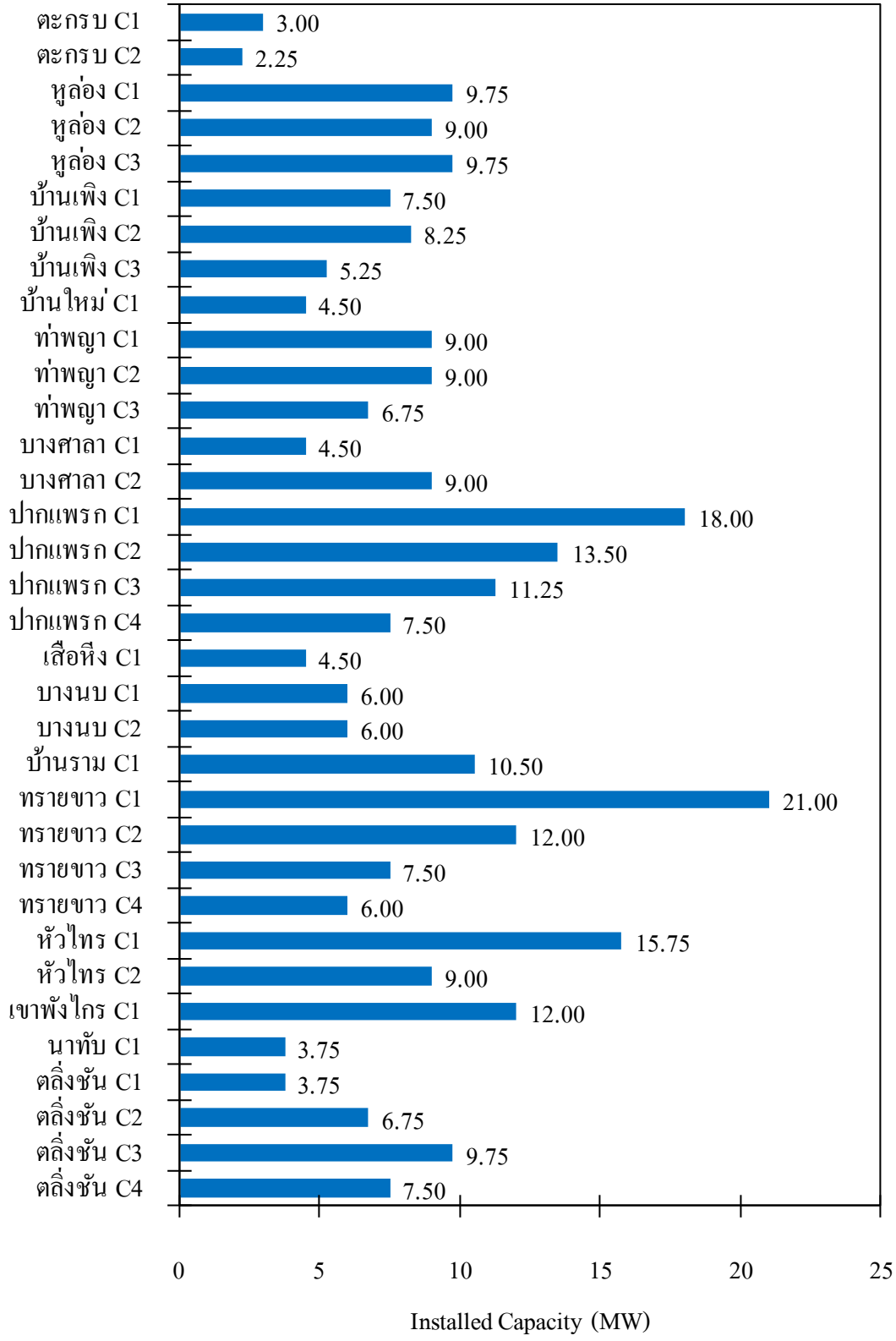
สำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ นั้นทำการวิเคราะห์การติดตั้งโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม ณ บริเวณแหล่งลมดี ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยในช่วง 3 ปี ที่ระดับความสูง 50 เมตร มีค่ามากกว่า 4.0 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นอัตราเร็วลมขีดเริ่ม (cut-in wind speed) ของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดดังกล่าว โดยพบว่าอัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 50 เมตร ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ได้รับการพัฒนา มีค่าในช่วง 4.06-4.72 เมตรต่อวินาที โดยอัตราเร็วเฉลี่ยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ระดับความสูง 50 เมตร มีค่าขึ้นกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่สถานีวิจัยพลังงานลมและเส้นชั้นระดับความสูงของแต่ละคลัสเตอร์ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.97

4.8 กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

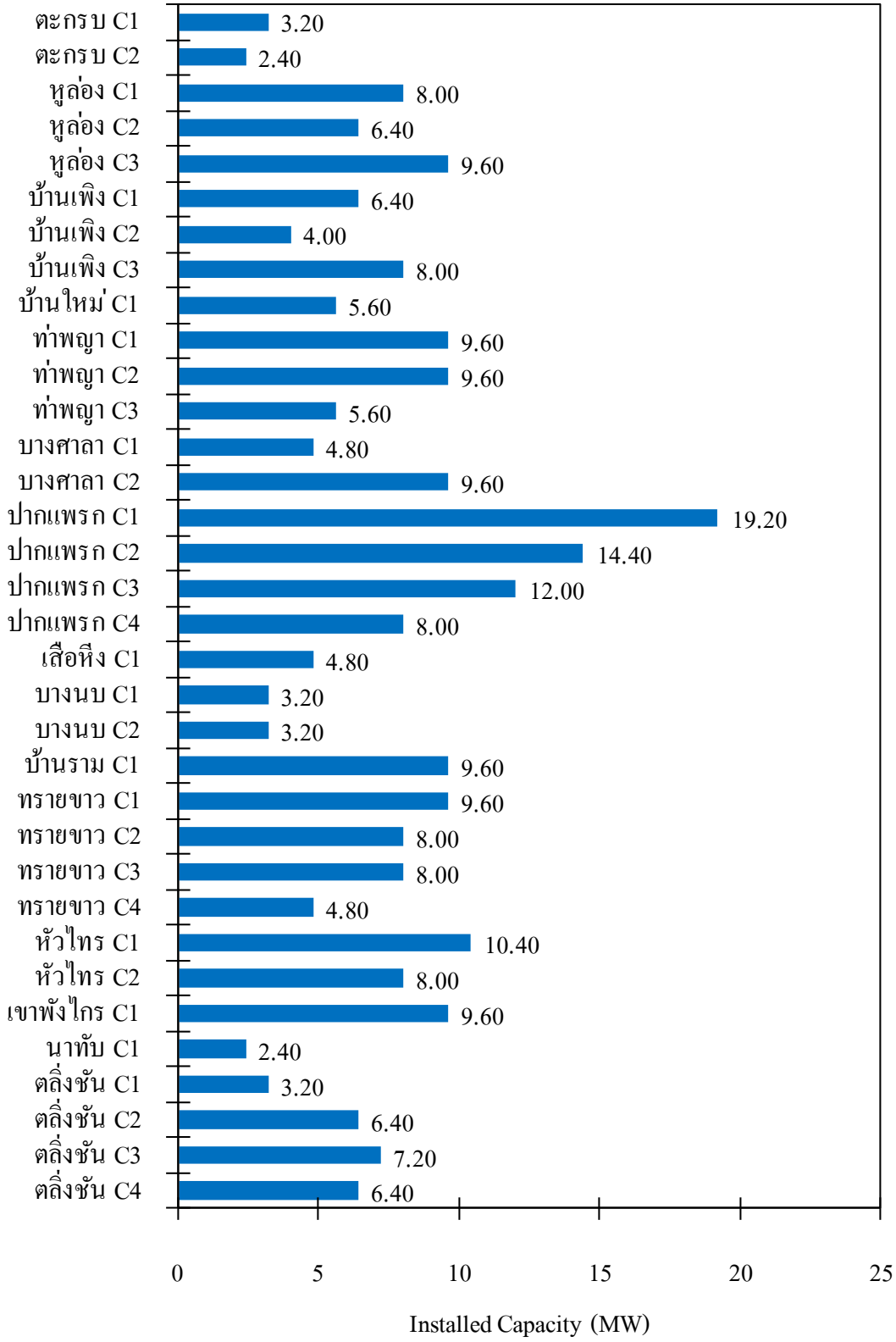
จากการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.75 เมกะวัตต์ บนพื้นที่แหล่งลมดีและเป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางรวมทั้งสามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WAsP 9.0 ทำให้ได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิที่พิจารณาการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวก กำลังการผลิตติดตั้งบริเวณที่มีการติดตั้งกังหันลมในพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนา แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.99-4.102



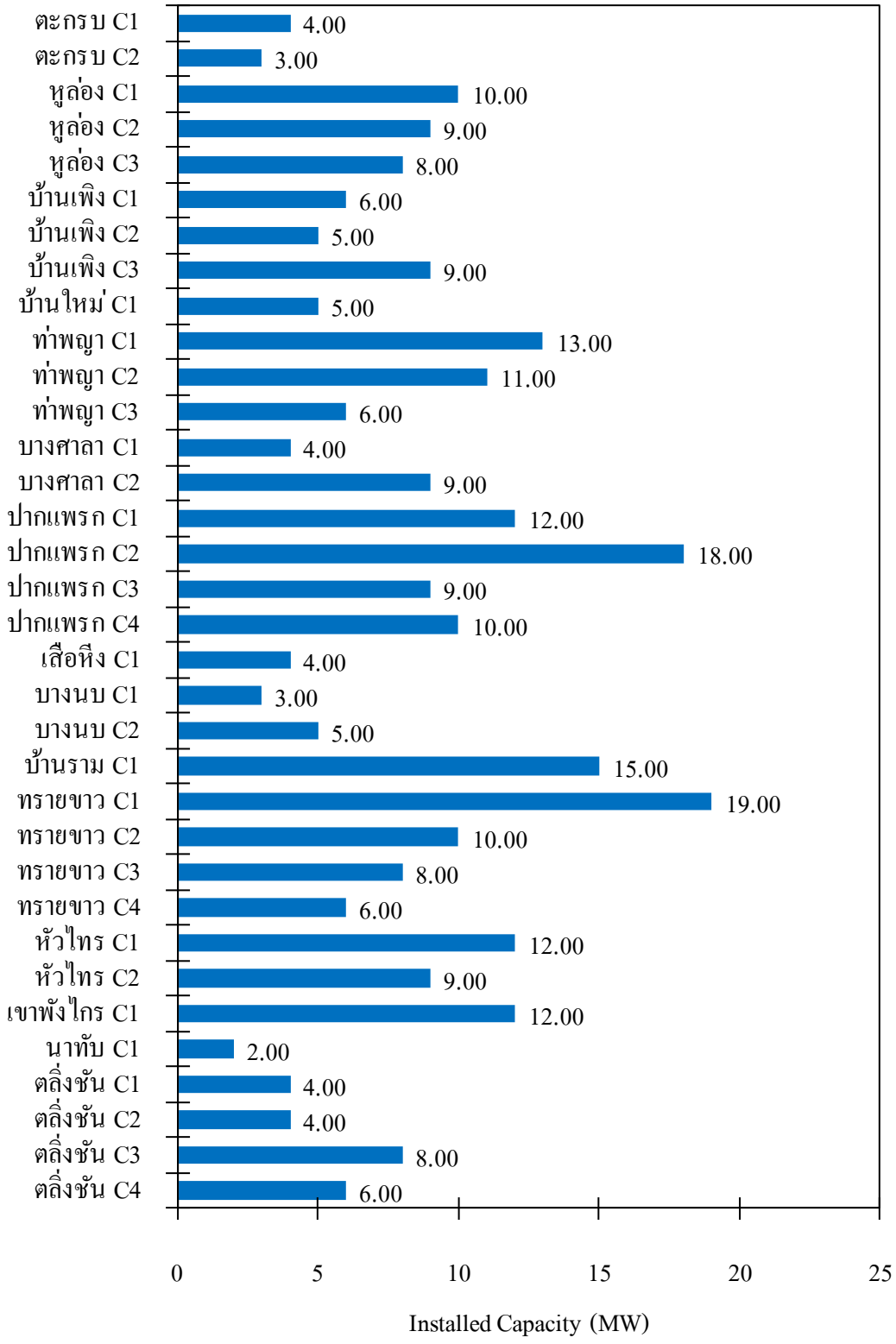
ภาพที่ 4.99 ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 50 เมตร



ภาพที่ 4.100 กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.101 กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.102 กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์

4.9 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิจากฟาร์มกังหันลม

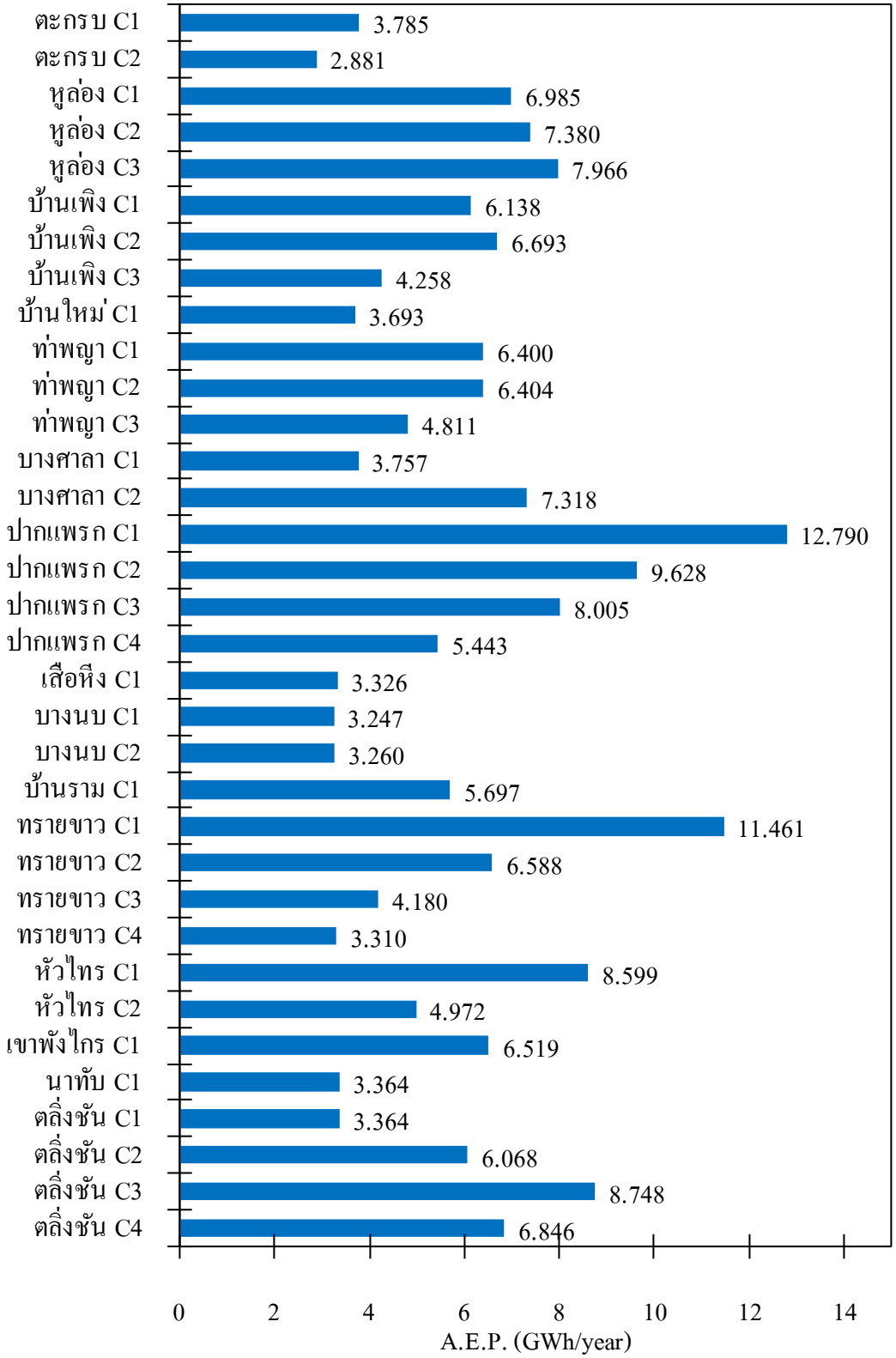
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิ (net AEP) ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยจะมีค่าขึ้นอยู่กับจำนวนกังหันลมหรือกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมนั่นเอง โดยผลการวิจัยพบว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ ของทั้ง 34 คลัสเตอร์ มีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งสิ้น 289.5 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สุทธิ 203.9 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี กังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 0.80 เมกะวัตต์ ของทั้ง 34 คลัสเตอร์ มีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งสิ้น 171.4 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สุทธิ 171.4 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี และกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 1.00 เมกะวัตต์ ของทั้ง 34 คลัสเตอร์ มีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งสิ้น 278.0 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สุทธิ 197.7 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี โดยมีรายละเอียดของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมจำแนกรายคลัสเตอร์แสดงดังภาพที่ 4.103-4.105

4.10 การสูญเสียเนื่องจากเวก

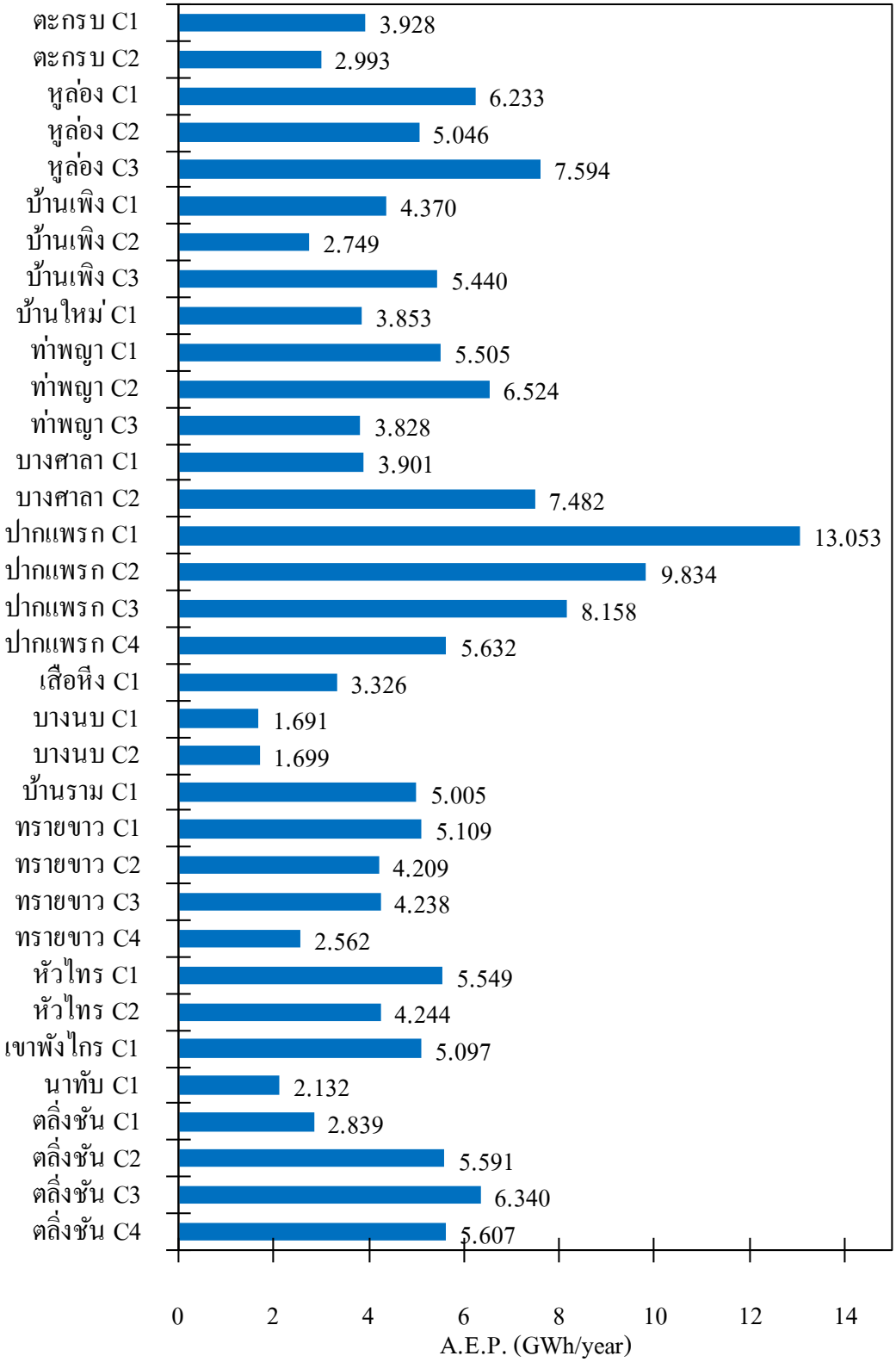
การสูญเสียเนื่องจากเวกของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมเกิดขึ้นเนื่องจากการจัดวางกังหันลม วิทยานิพนธ์นี้จะอาศัยหลักเกณฑ์การจัดวาง 5DX10D ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียจากอิทธิพลของเวก ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม ผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม WAsP 9.0 พบว่าการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวกของโรงไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนาบนพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีค่าในช่วงร้อยละ 0.19-4.94 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.106-4.108

4.11 ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

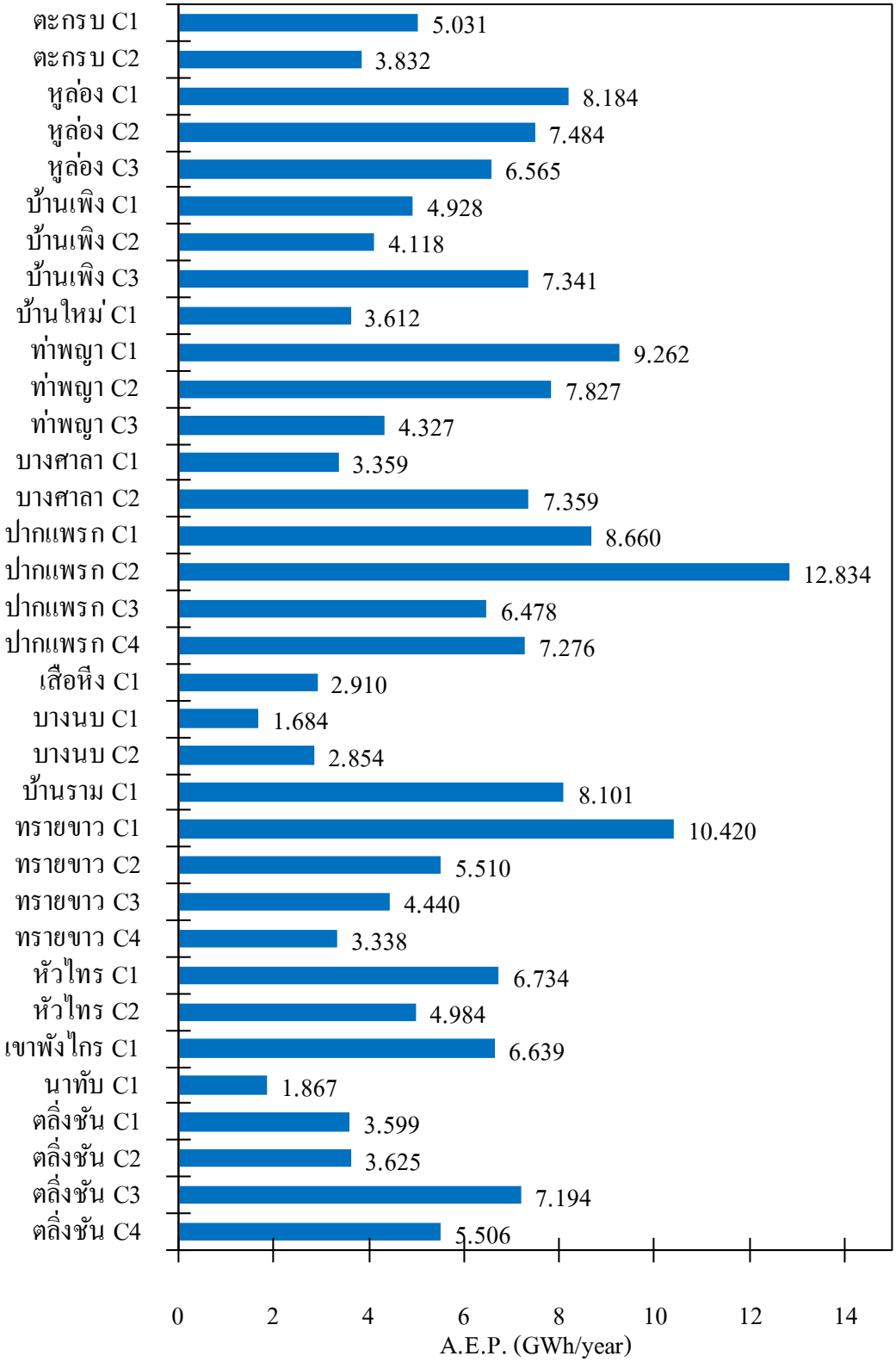
ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมพิจารณาจาก capacity factor: C.F. ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณพลังงานไฟฟ้ารายปีที่ผลิตได้สุทธิของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ทั้งปี ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า C.F. ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.18-14.40 และที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 0.80 เมกะวัตต์ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.03-14.24 และที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 1.00 เมกะวัตต์ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.32-14.58 แสดงรายละเอียดของแต่ละคลัสเตอร์ดังภาพที่ 4.109-4.111



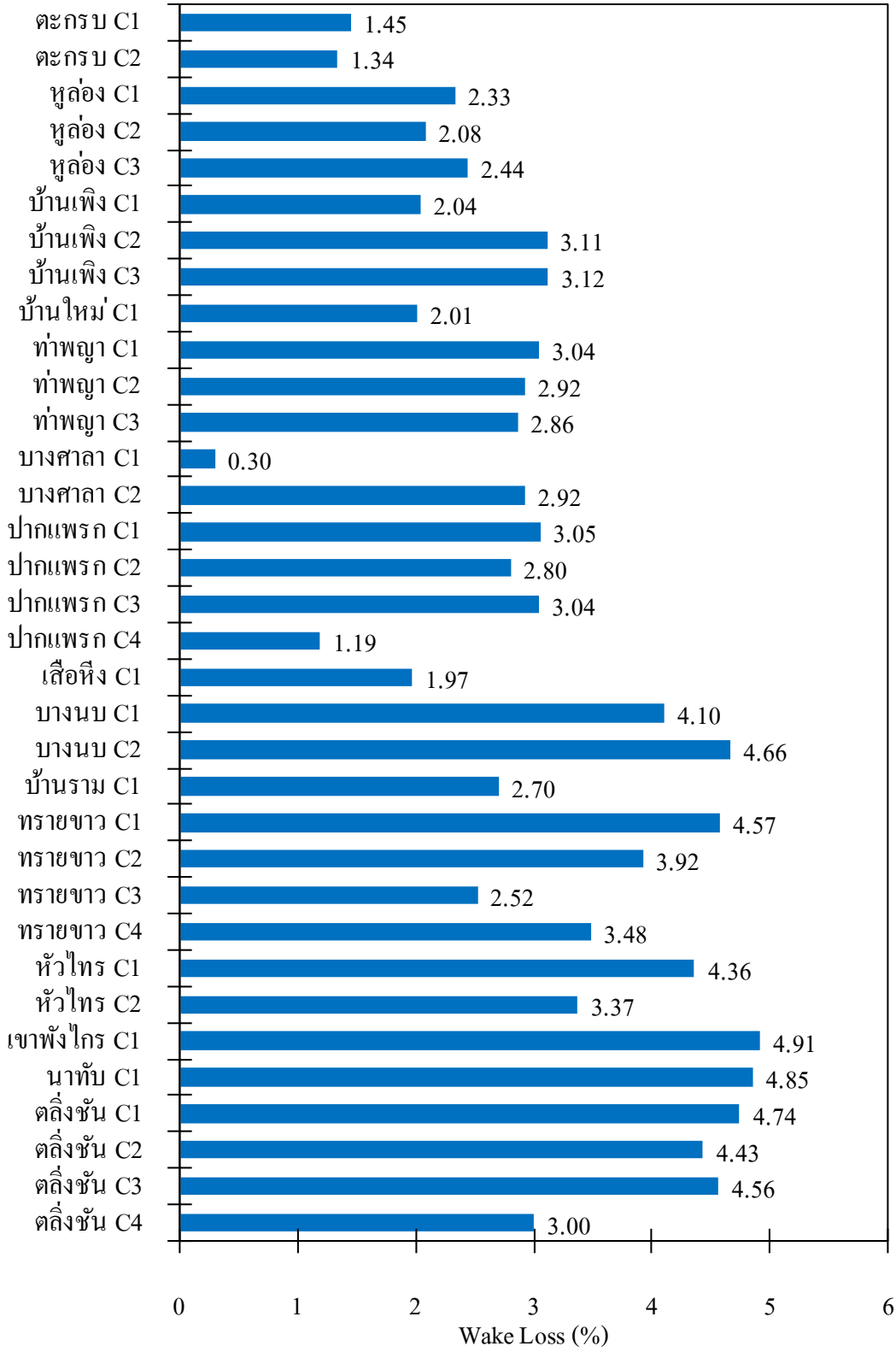
ภาพที่ 4.103 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์



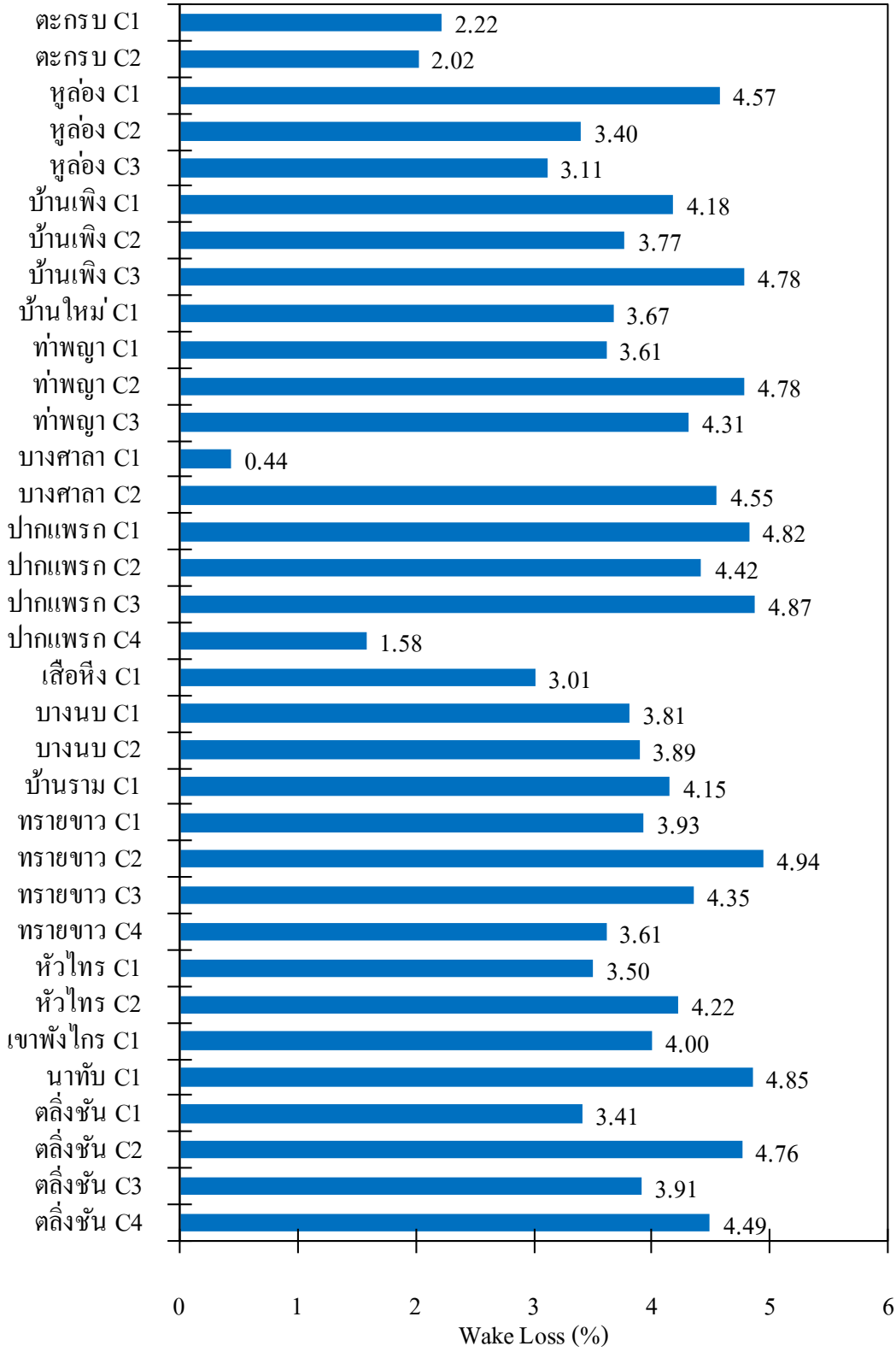
ภาพที่ 4.104 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์



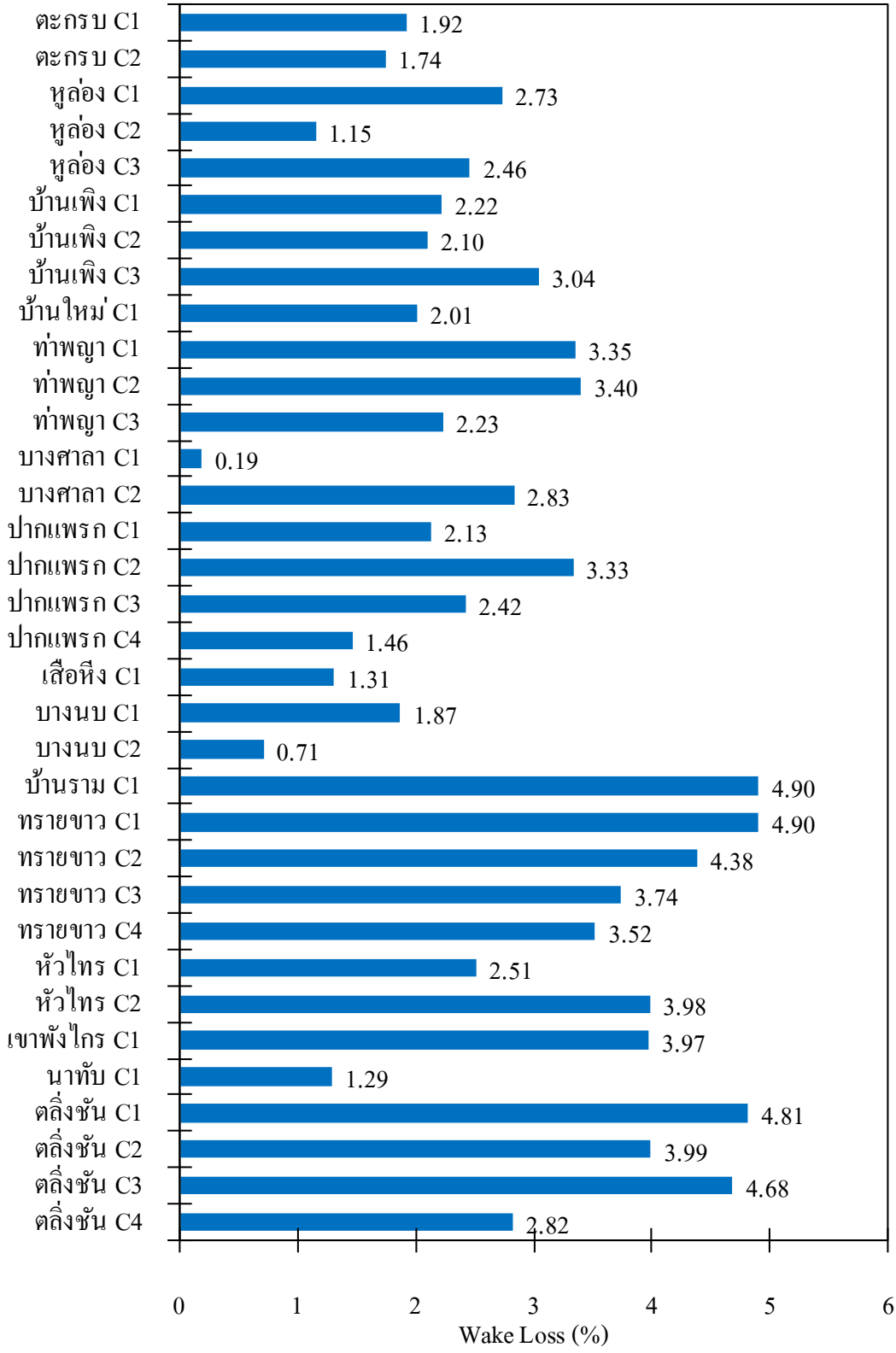
ภาพที่ 4.105 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม
ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์



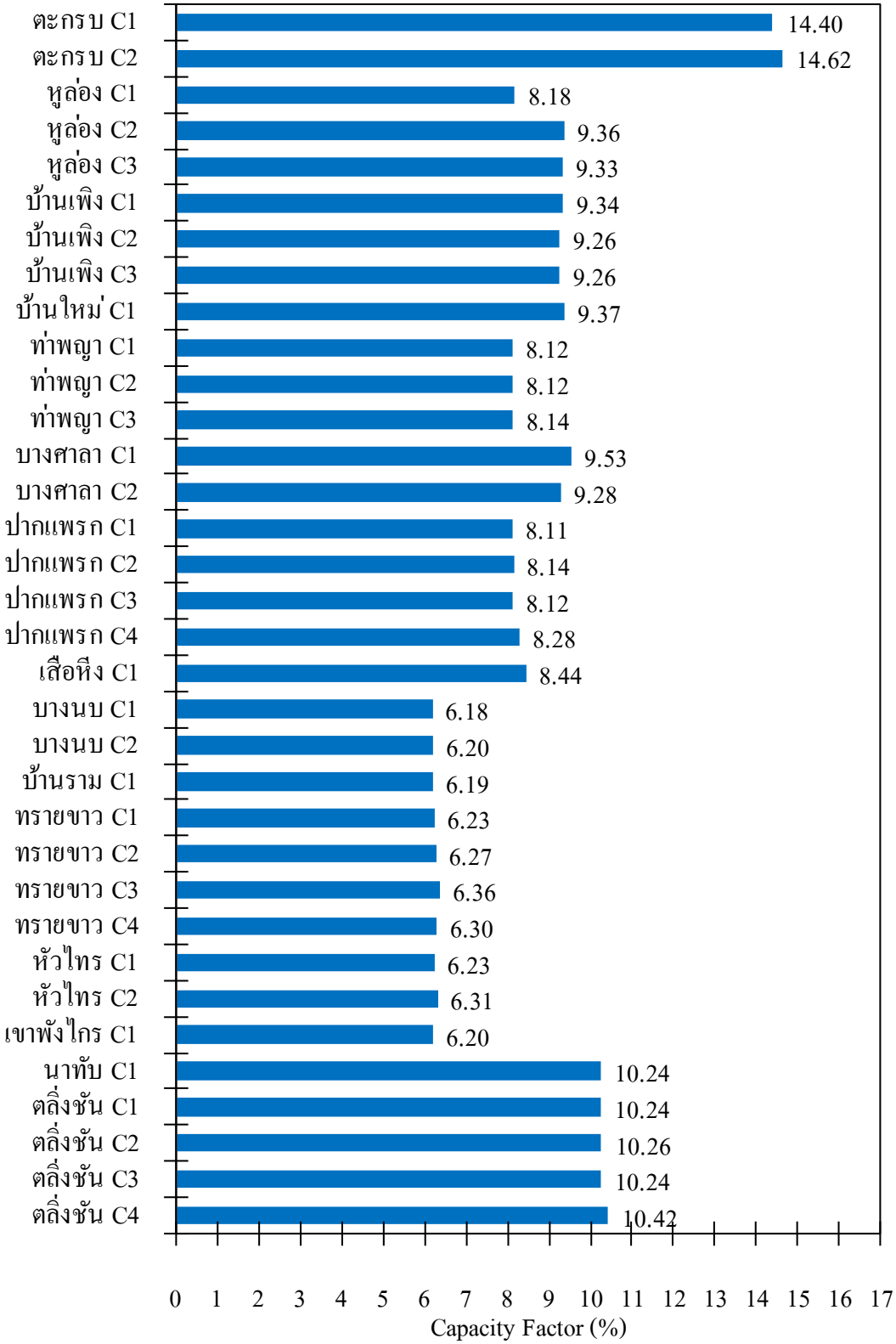
ภาพที่ 4.106 การสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวกของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์



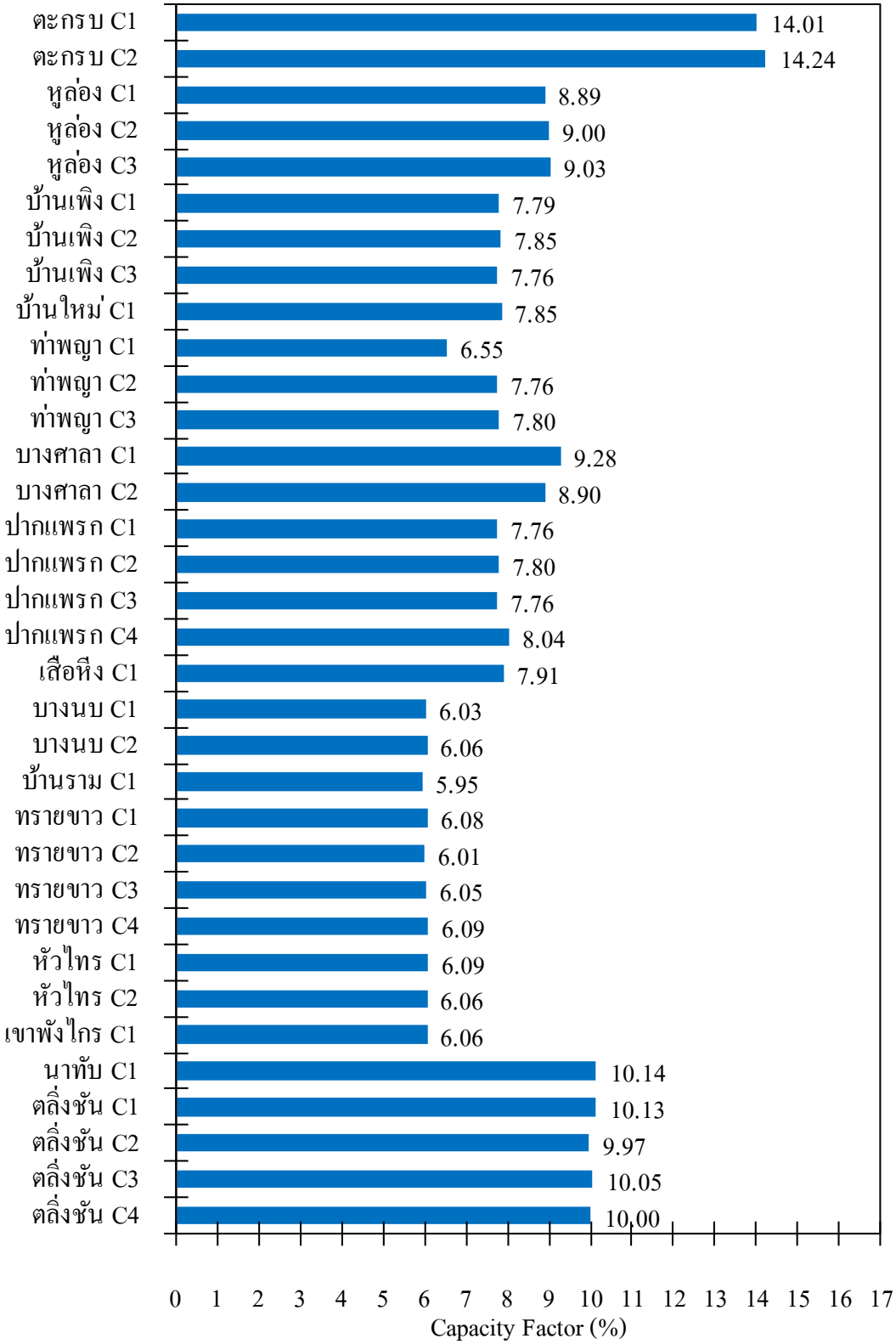
ภาพที่ 4.107 การสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวกของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์



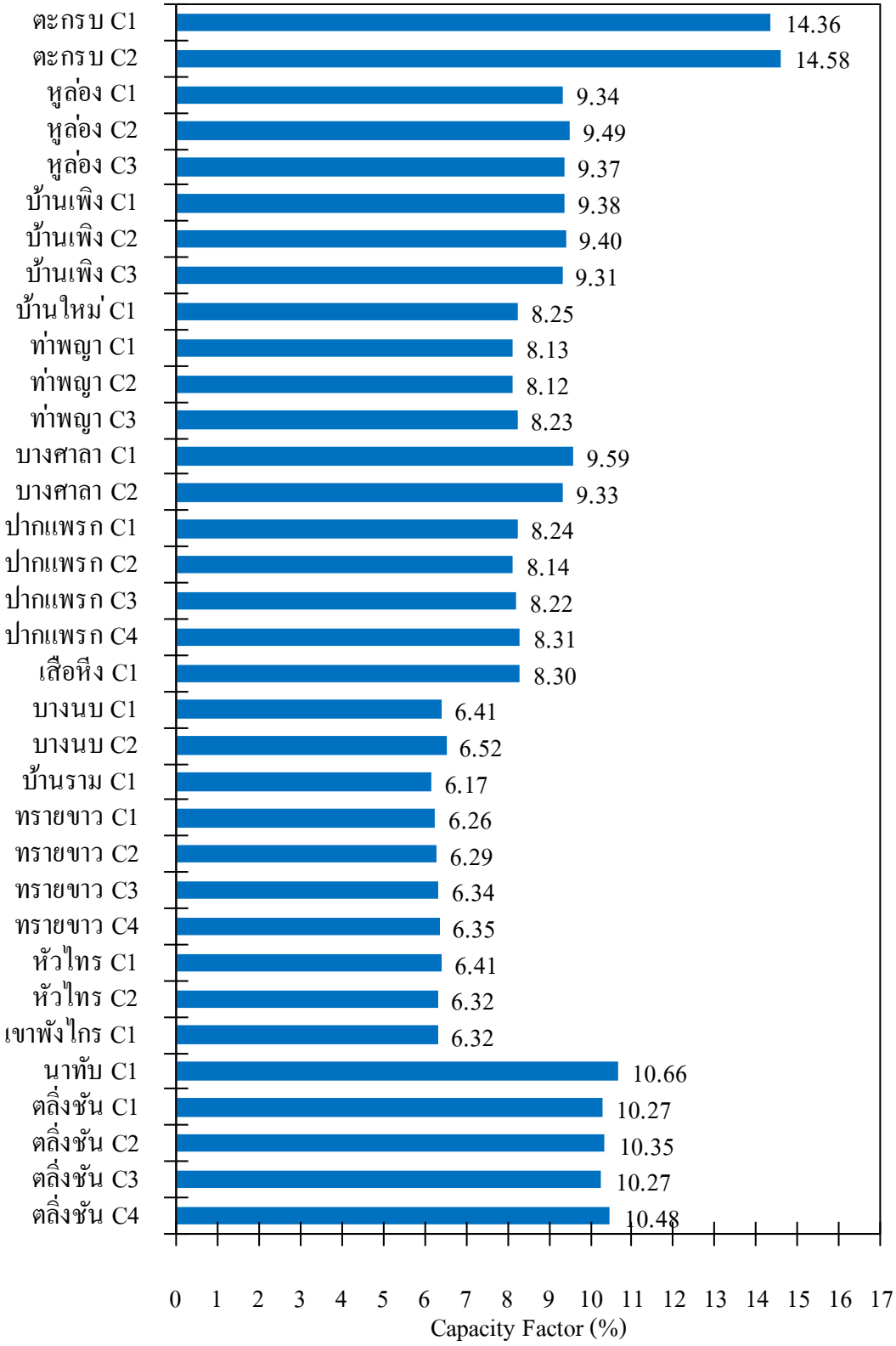
ภาพที่ 4.108 การสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเวกของกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.109 ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.110 ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์



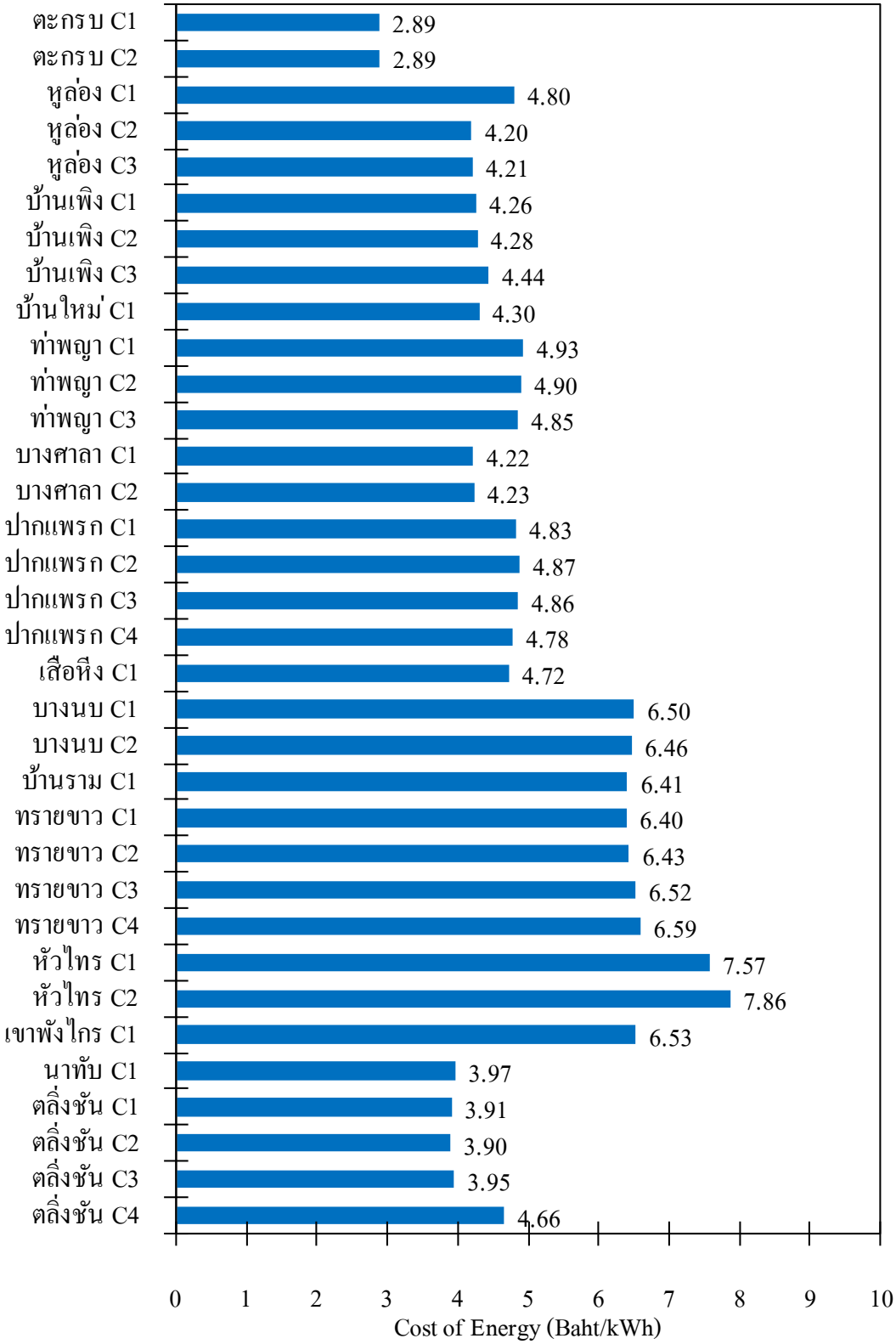
ภาพที่ 4.111 ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์

4.12 ต้นทุนต่อหน่วยไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

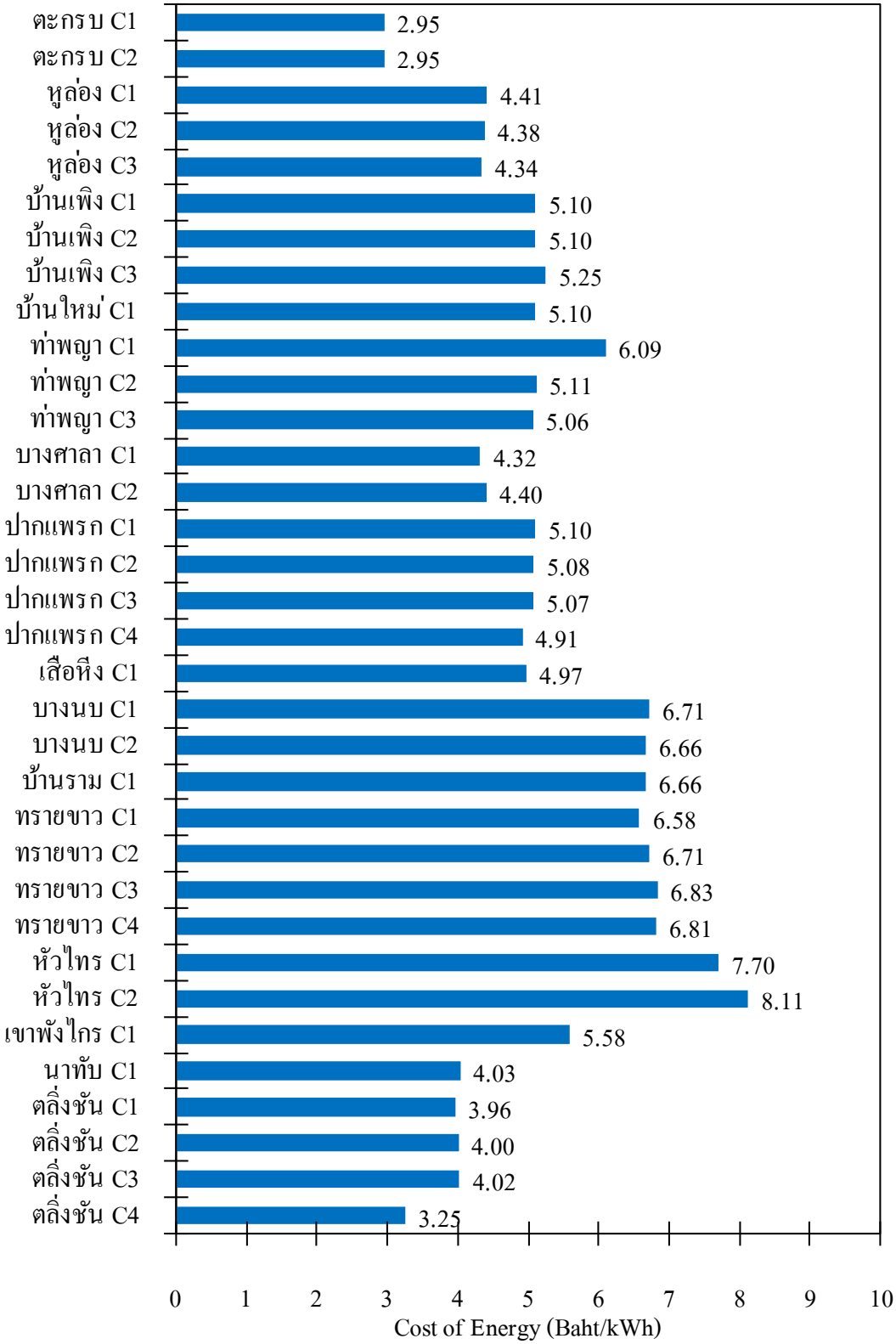
ต้นทุนต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยภายใต้สภาวะความเร็วลมเฉลี่ยตลอดทั้งปีโดยเมื่อพิจารณาต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของโครงการอย่างถี่ถ้วนแล้วมีค่าอยู่ในช่วง 2.0-5.9 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.75 เมกะวัตต์ ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม และมีค่าอยู่ในช่วง 2.00-6.00 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.80 เมกะวัตต์ ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม และมีค่าอยู่ในช่วง 2.0-5.7 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 1.0 เมกะวัตต์ ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม ซึ่งเป็นราคาที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ รายละเอียดต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.112-4.114

4.13 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

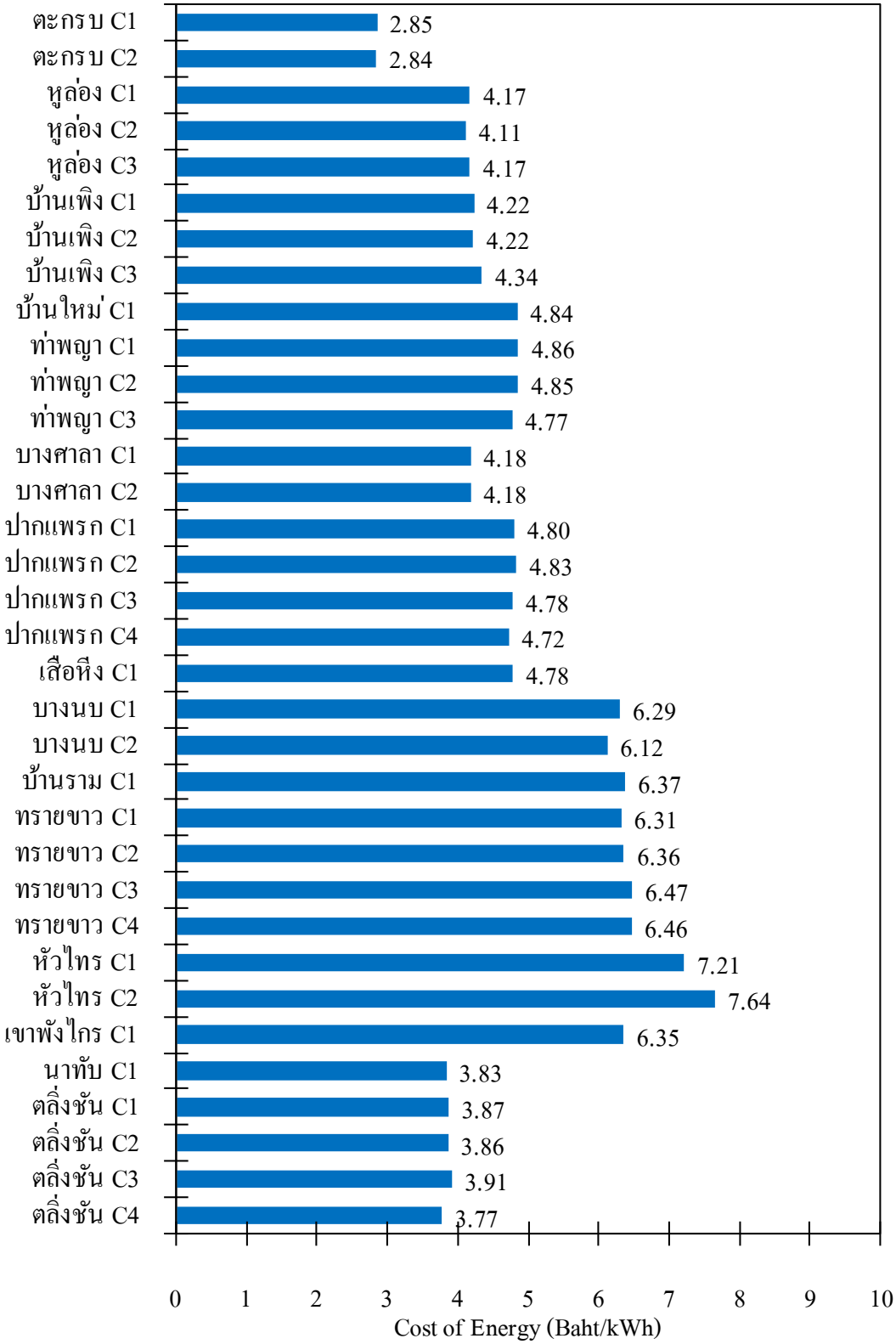
ผลการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมทั้ง 34 คลัสเตอร์ ถูกนำไปวิเคราะห์ดัชนีทางการเงินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการไฟฟ้าพลังลมโดยอ้างอิงจากประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรายเล็กมาก (VSPP) โดยทำการวิเคราะห์ดัชนีทางการเงิน BCR NPV FIRR และ PBP ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมทุกคลัสเตอร์และใช้หลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ BCR > 1 NPV > 0 FIRR > MLR+1% และ PBP < 20 ปี ผลการวิเคราะห์ดัชนีทางการเงินของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมของแต่ละคลัสเตอร์แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 9-14 โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ได้รับการพัฒนาบนพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 6-20 ปี ขึ้นอยู่กับความเร็วลมและต้นทุนของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม เมื่อพิจารณาจำนวนโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ผ่านเกณฑ์และสามารถพัฒนาได้ตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยในกรณีของการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.75 เมกะวัตต์ มีกำลังการผลิตติดตั้งรวมกันทั้งสิ้น 5.25 เมกะวัตต์ และในกรณีของการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์ มีกำลังการผลิตรวมกันทั้งสิ้น 5.6 เมกะวัตต์ และในกรณีของการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.0 เมกะวัตต์ มีกำลังการผลิตรวมกันทั้งสิ้น 7 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.112 ต้นทุนต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์

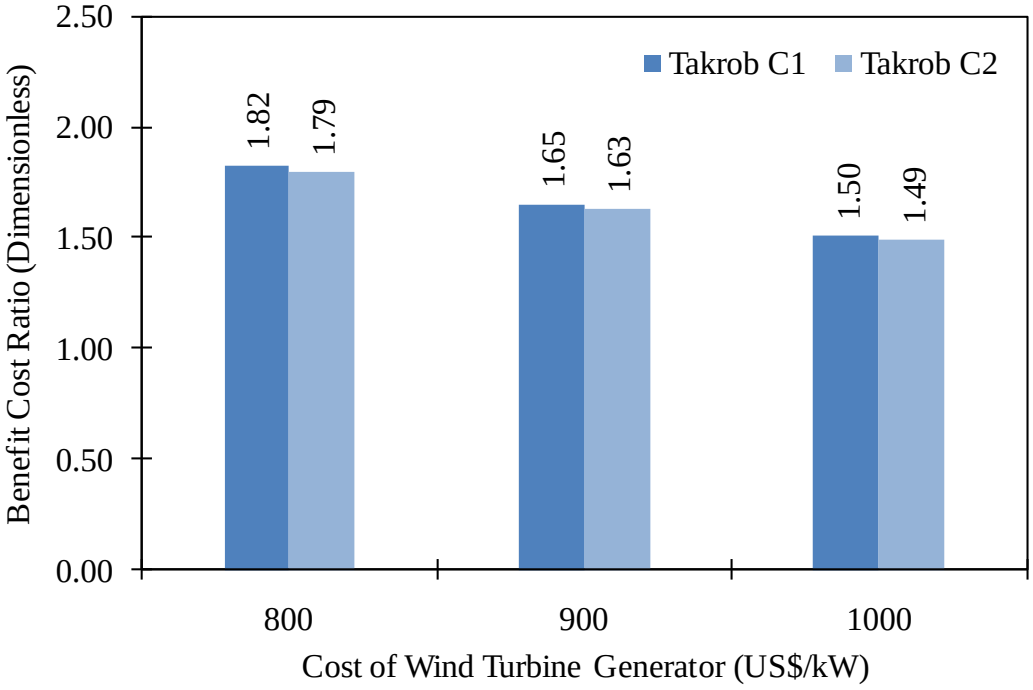


ภาพที่ 4.113 ต้นทุนต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์

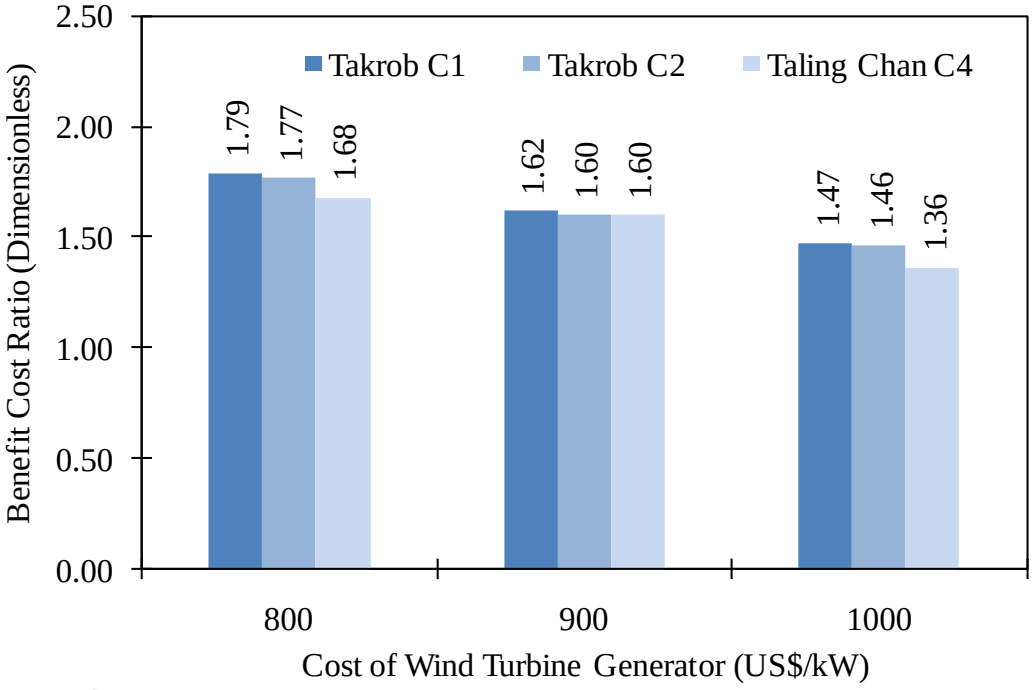


ภาพที่ 4.114 ต้นทุนต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์

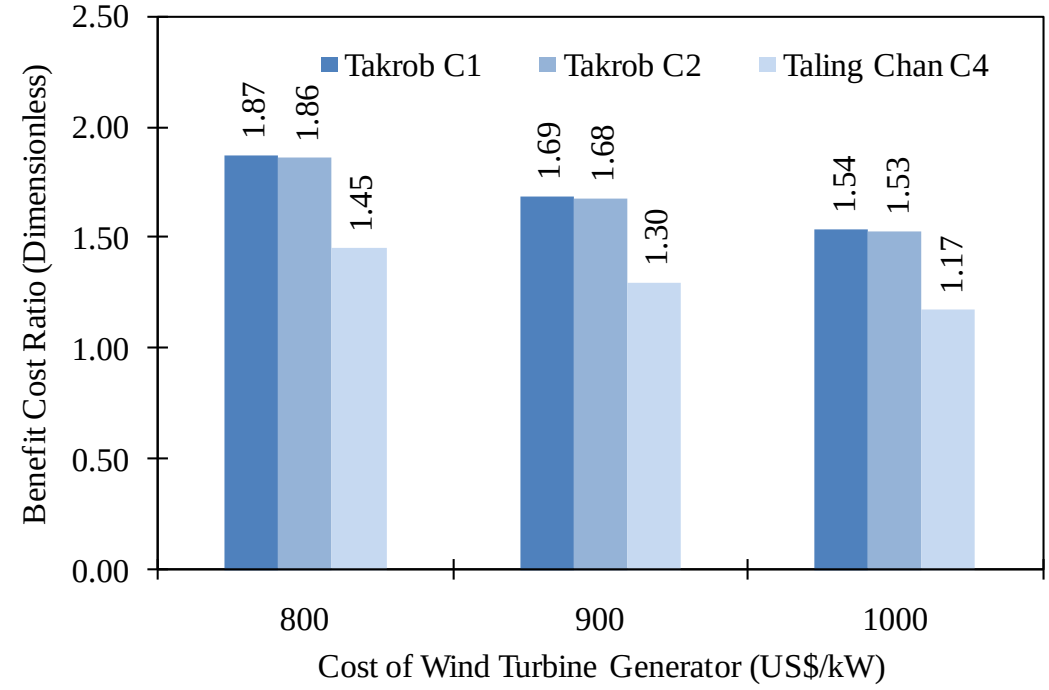
นอกจากนี้ศึกษาความอ่อนไหวของราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยพิจารณาราคากังหันลมที่ 800 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ 900 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ และ 1,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ ตามลำดับ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย ในกรณีที่หน่วยงานที่มีหน้าที่จัดหาพลังงานไฟฟ้าเป็นผู้พัฒนาโครงการหน่วยงานดังกล่าวเช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผลการศึกษาพบว่า ที่ราคากังหันลม 800 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ มีโรงไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นจากผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ได้แก่ โรงไฟฟ้าที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์ และ 1.00 เมกะวัตต์ ของคลัสเตอร์ที่ 4 พื้นที่ ต.ตลิ่งชัน อ.จะนะ จ.สงขลา ซึ่งส่งผลให้ในกรณีที่ราคากังหันลมผลิตไฟฟ้า 800 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์มีกำลังผลิตติดตั้งรวมเท่ากับ 5.25 เมกะวัตต์ สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานได้สุทธิ 6.66 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี 12.00 เมกะวัตต์ สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานได้สุทธิ 12.53 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี และ13.00 เมกะวัตต์ สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานได้สุทธิ 14.37 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี ดัชนีทางการเงินของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าบ่งบอกให้ทราบถึงโอกาสและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อราคาของกังหันลดลงซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดหาพลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างยิ่ง ดัชนีทางการเงินของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของราคากังหันลม ซึ่งได้แก่ BCR NPV FIRR และ PBP เมื่อพิจารณาค่า BCR ที่มีค่ามากกว่า 1 แปลความหมายได้ว่าผลตอบแทนที่มีค่ามากกว่าต้นทุนของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม สำหรับค่า NPV ที่มีค่ามากกว่า 0 หรือมีค่าเป็นบวกแปลความหมายได้ว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมีมูลค่าต่อการลงทุนหรือหากมีค่าเป็นลบก็จะสูญเสียมูลค่าต่อการลงทุน สำหรับค่า FIRR ที่มีค่ามากกว่าผลบวกของดอกเบี้ยเงินกู้กับร้อยละ 1 ของเงินกู้ แปลความหมายได้ว่า อัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้บวกกับร้อยละ 1 ของเงินกู้ ซึ่งหากค่า FIRR มีค่ามากก็จะส่งผลเชิงบวกต่อโครงการเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาค่า PBP หรือระยะเวลาคืนทุน หากมีระยะเวลาคืนทุนที่น้อยก็จะส่งผลเชิงบวกต่อโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมเช่นกัน ดัชนีทางการเงินของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมแสดงดังภาพที่ 4.115-4.126



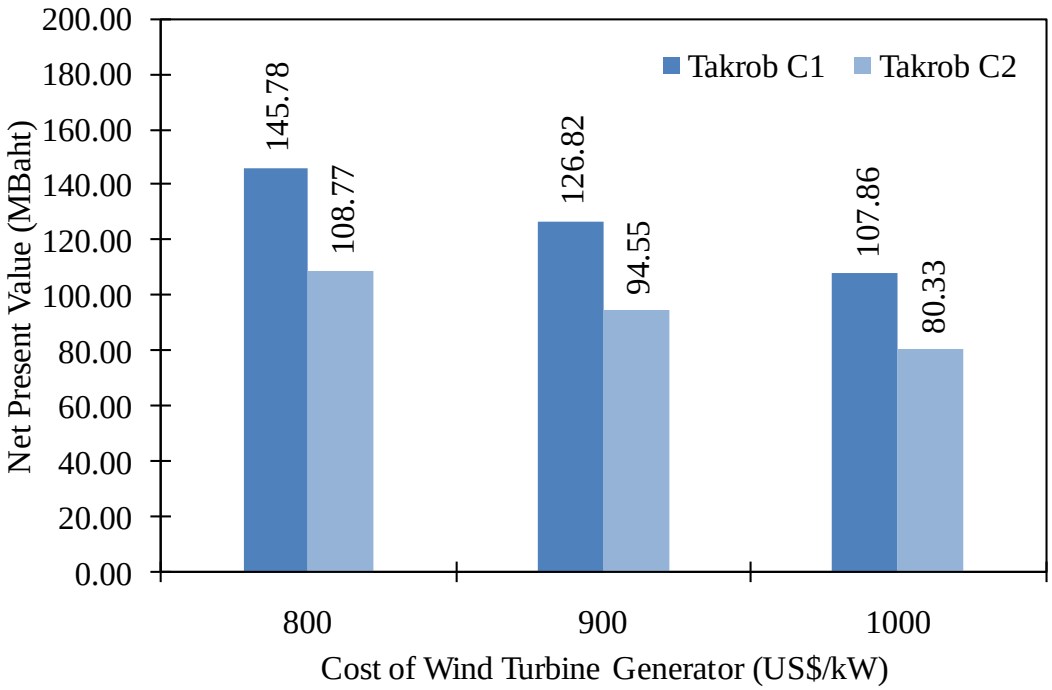
ภาพที่ 4.115 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



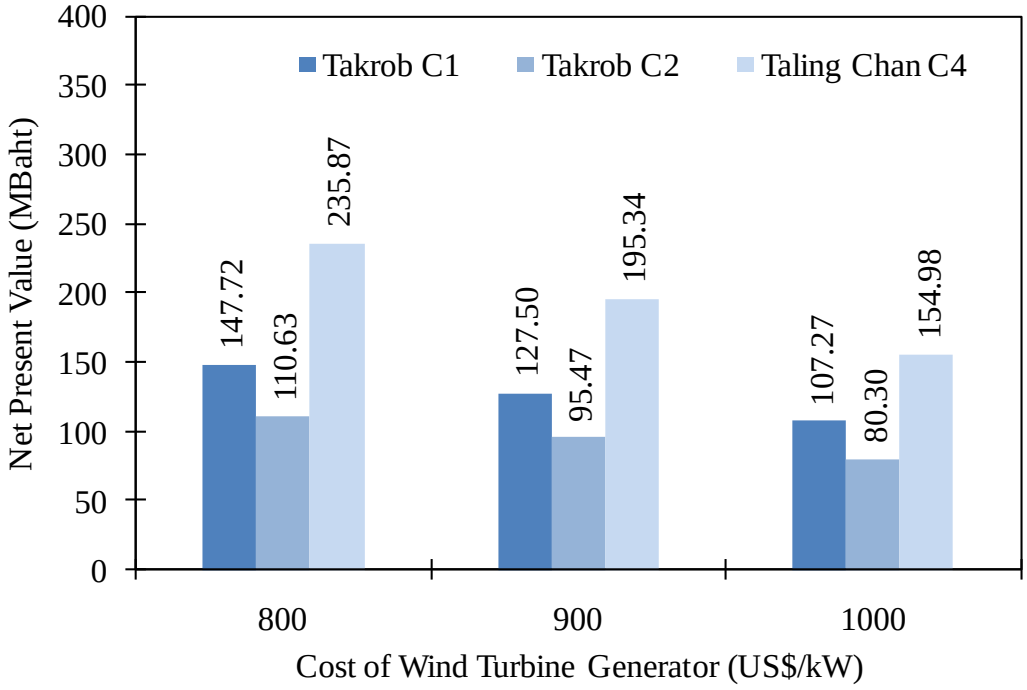
ภาพที่ 4.116 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



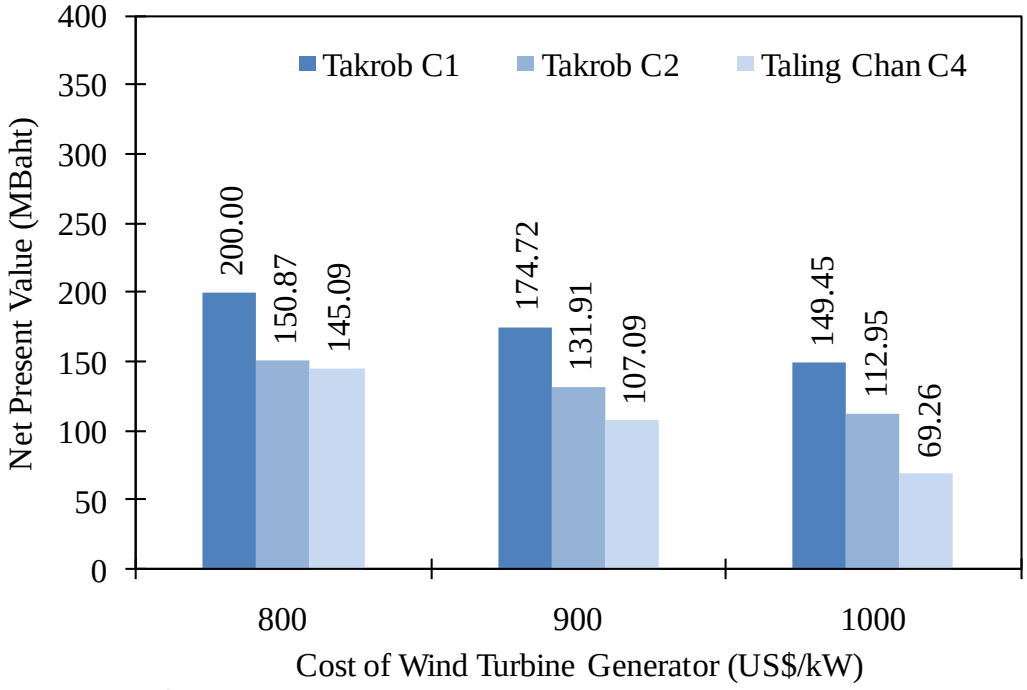
ภาพที่ 4.117 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



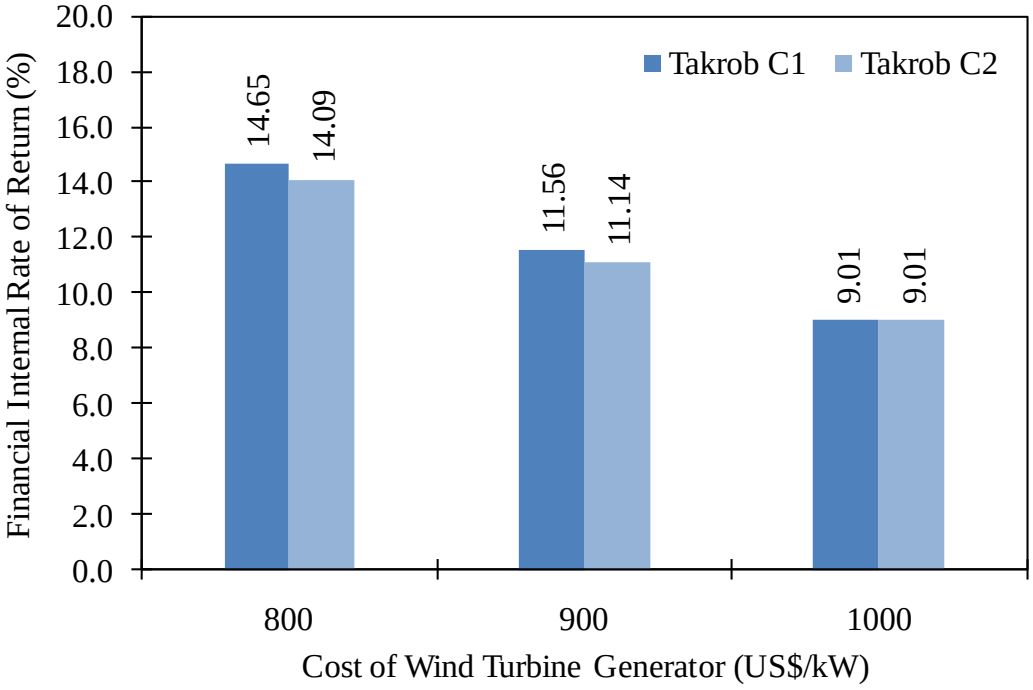
ภาพที่ 4.118 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



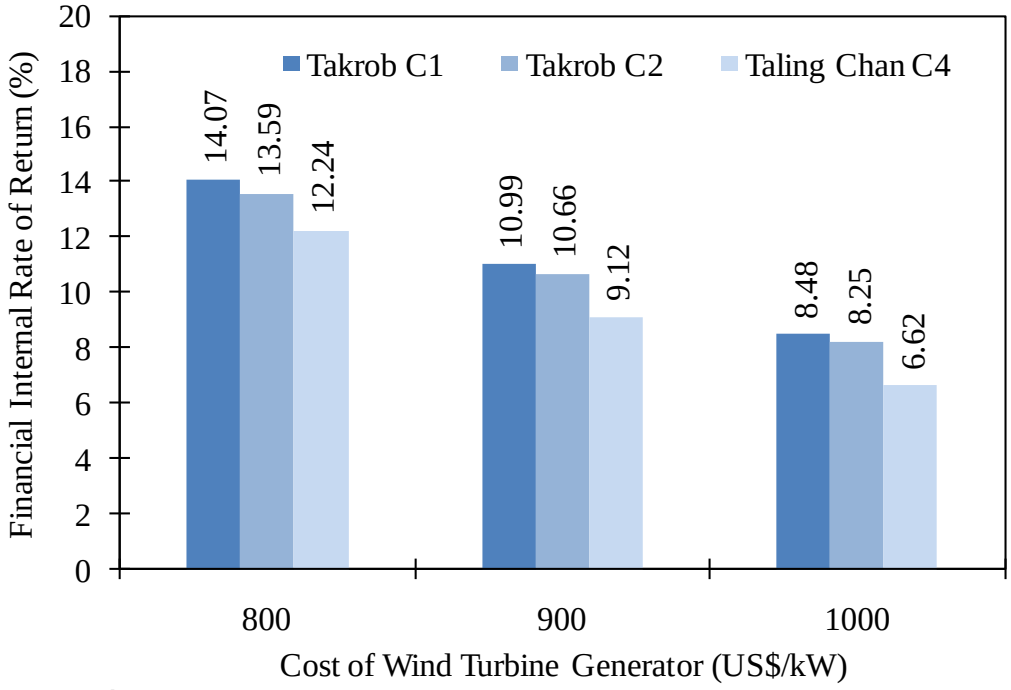
ภาพที่ 4.119 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



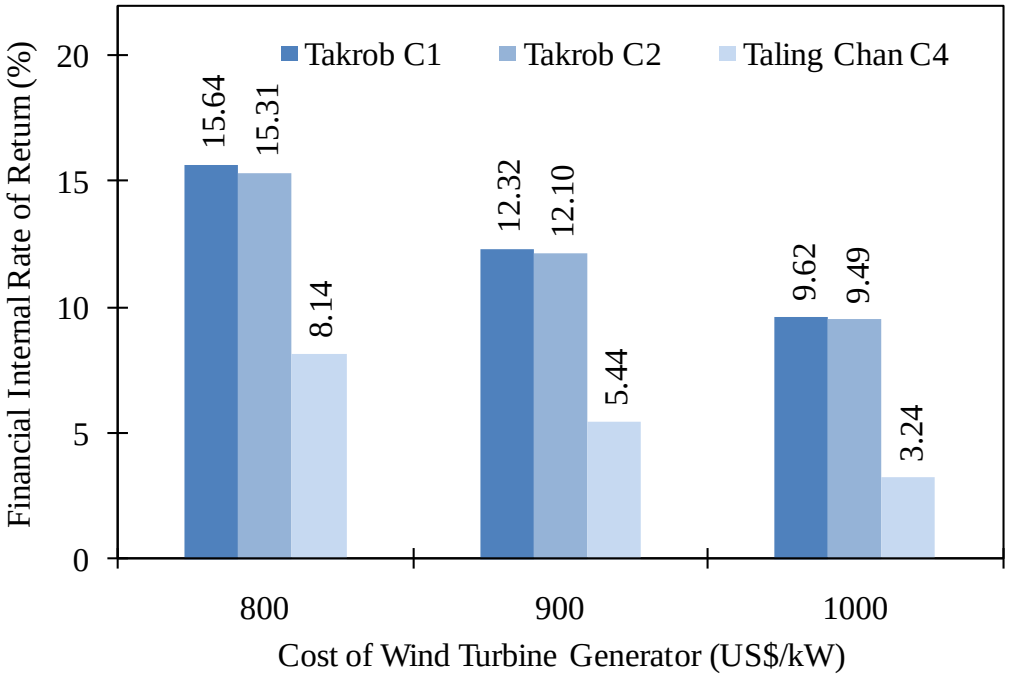
ภาพที่ 4.120 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



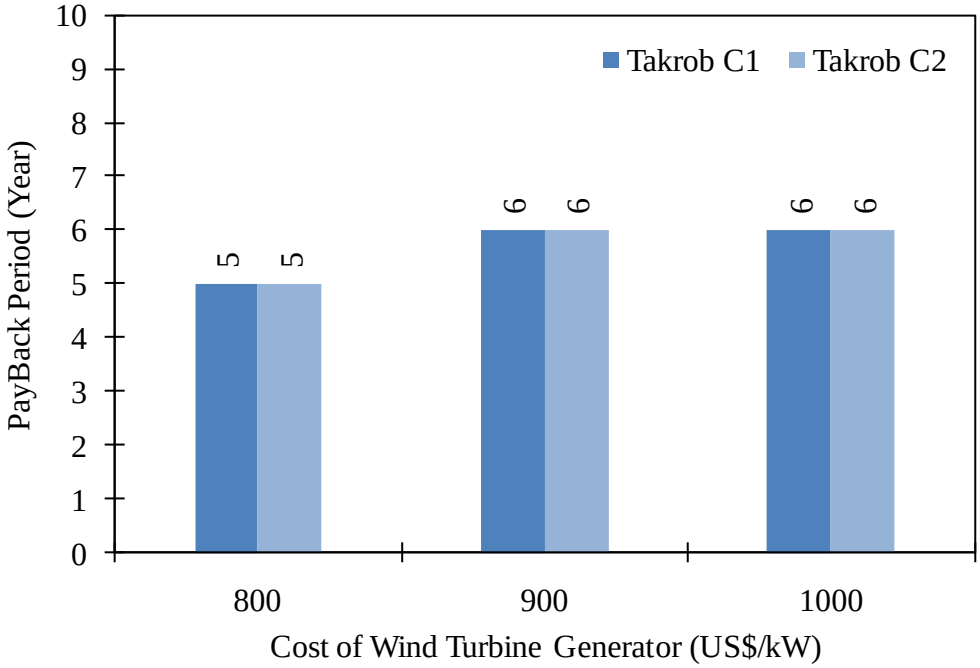
ภาพที่ 4.121 อัตราผลตอบแทนภายใน (FIRR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



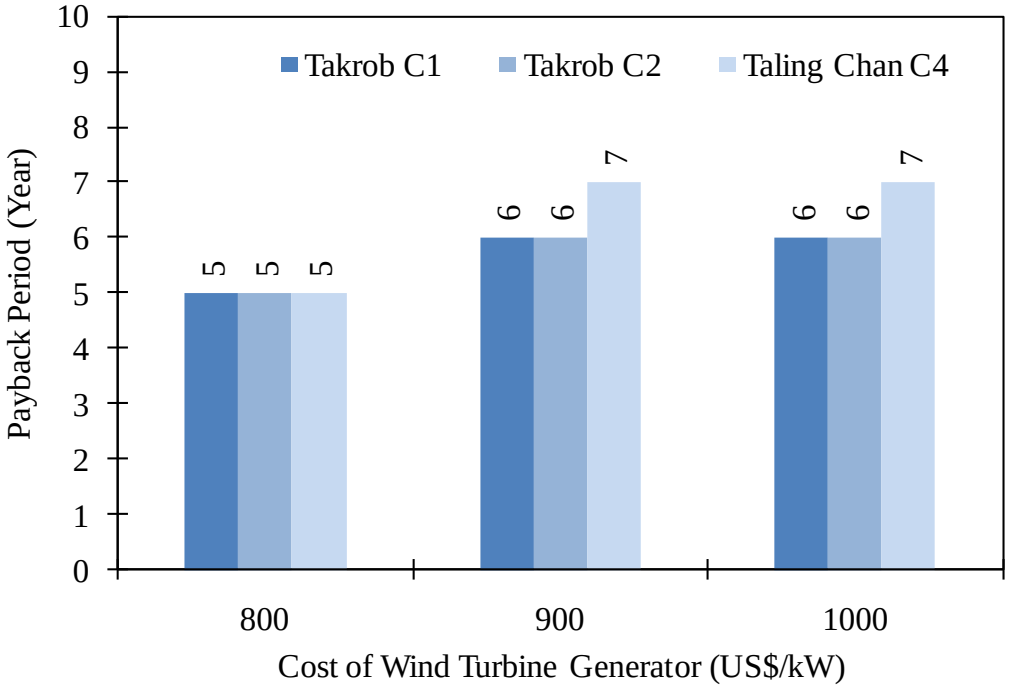
ภาพที่ 4.122 อัตราผลตอบแทนภายใน (FIRR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



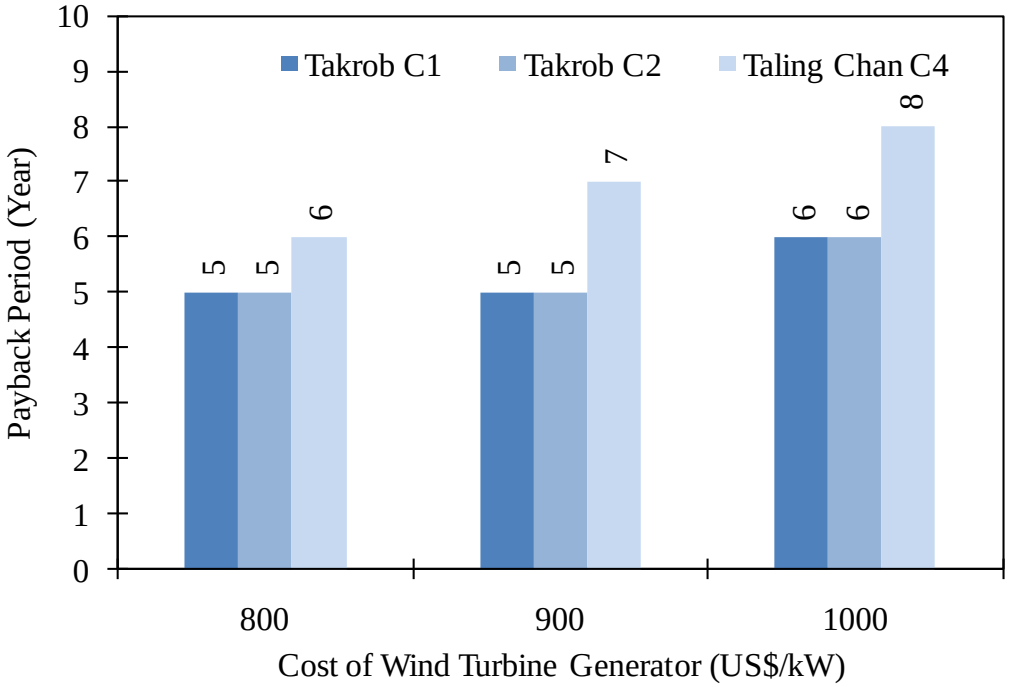
ภาพที่ 4.123 อัตราผลตอบแทนภายใน (FIRR) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์)



ภาพที่ 4.124 ระยะเวลาคืนทุน (PBP) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.75 เมกะวัตต์)



ภาพที่ 4.125 ระยะเวลาคืนทุน (PBP) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง
(กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 0.80 เมกะวัตต์)



ภาพที่ 4.126 ระยะเวลาคืนทุน (PBP) กรณีราคากังหันลมผลิตไฟฟ้าลดลง
(กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 1.00 เมกะวัตต์)

4.14 การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าพลังลม

จากการอ้างอิงสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศในกลุ่ม Non-Annex I ตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งเป็นประเทศที่ไม่มีพันธกรณีในการลด อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดหรือพลังงานสีเขียว (green power) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากพลังงานลมสามารถจัดทำโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ที่ได้รับการรับรองจาก UNFCCC Executive Board ซึ่งสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยสามารถขายคาร์บอนเครดิตให้กับประเทศ Annex I (ประเทศพัฒนาแล้ว) ผ่านแนวทางระยะเวลา 7 ปี และสามารถต่ออายุได้ไม่เกิน 2 ครั้ง รวมเป็น 21 ปี โดยตลาดซื้อขายคาร์บอนเครดิต (CERs) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ Annex I government, carbon fund และ carbon broker โดยโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาดสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานลมในรูปแบบของ VSPP อาจจะดำเนินการอยู่ในรูปของ Unilateral CDM (Non-Annex I) โดยการลงทุนโครงการขนาดเล็กเองและนำ CERs ไปขายกลุ่ม Annex I ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับที่ 31 ของโลกและเป็นอันดับ 4 ของอาเซียน โดยมีการปลดปล่อยในอัตราร้อยละ 0.75 ของโลก (world resource institute 2000) ซึ่งปริมาณ CERs ที่ได้จากโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดสามารถขายได้ในตลาดทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ regulated market และ voluntary market โดยราคาซื้อขาย CERs

ผลการวิจัยพบว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทยที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.75 เมกะวัตต์ รวมกันทั้งสิ้น 289.5 เมกะวัตต์ สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ 122,330 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และสำหรับโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 0.80 เมกะวัตต์ รวมกันทั้งสิ้น 251.2 เมกะวัตต์ สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ 102,217 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และสำหรับโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 1.00 เมกะวัตต์ รวมกันทั้งสิ้น 278 เมกะวัตต์ สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ 118,729 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยมีรายละเอียดสำหรับโรงไฟฟ้าแต่ละคลัสเตอร์แสดงดังภาพที่ 4.127-4.129

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์)

ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ตะกรบ	1	1.50	107.86	9.01	6
ตะกรบ	2	1.49	80.33	8.71	6
หูล่อง	1	0.92	-50.58	0.00	10
หูล่อง	2	1.06	33.42	1.07	9
หูล่อง	3	1.05	34.61	1.00	9
บ้านเพิง	1	1.03	16.80	0.60	9
บ้านเพิง	2	1.03	17.29	0.60	9
บ้านเพิง	3	0.97	-9.69	0.00	10
บ้านใหม่	4	1.02	4.79	0.29	9
ท่าพญา	1	0.89	-68.94	0.00	11
ท่าพญา	2	0.89	-62.96	0.00	11
ท่าพญา	3	0.91	-41.30	0.00	10
บางศาลา	1	1.04	11.46	0.70	9
บางศาลา	2	1.05	28.64	0.91	9
ปากแพรก	1	0.90	-89.70	0.00	11
ปากแพรก	2	0.90	-89.70	0.00	11
ปากแพรก	3	0.91	-68.87	7.38	10

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 เมกะวัตต์) (ต่อ)

ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ปากแพรก	4	0.92	-39.83	0.00	10
เสือหึง	1	0.93	-21.75	0.00	10
บางนบ	1	0.66	-136.78	0.00	16
บางนบ	2	0.67	-134.78	0.00	16
บ้านราม	1	0.68	-225.23	0.00	15
ทรายขาว	1	0.68	-453.66	0.00	15
ทรายขาว	2	0.67	-270.65	0.00	16
ทรายขาว	3	0.65	-187.20	0.00	17
ทรายขาว	4	0.64	-152.85	0.00	17
หัวไทร	1	0.52	-649.31	0.00	>20
หัวไทร	2	0.49	-423.58	0.00	>21
เขาพังไกร	1	0.66	-281.95	0.00	16
นาทับ	1	1.10	25.82	1.85	8
ตลิ่งชัน	1	1.12	31.32	2.30	8
ตลิ่งชัน	2	1.13	58.36	2.38	8
ตลิ่งชัน	3	1.11	70.72	1.96	8
ตลิ่งชัน	4	0.94	-28.75	0.10	10

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.80 เมกะวัตต์)

ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ตะกรบ	1	1.47	107.27	8.48	6
ตะกรบ	2	1.46	80.30	8.25	6
หูล่อง	1	1.00	1.77	0.06	9
หูล่อง	2	1.01	4.57	0.21	9
หูล่อง	3	1.02	14.04	0.42	9
บ้านเพิง	1	0.86	-60.78	0.60	11
บ้านเพิง	2	0.85	-39.26	0.60	11
บ้านเพิง	3	0.82	-98.56	0.00	12
บ้านใหม่	4	0.86	-54.61	0.00	11
ท่าพญา	1	0.85	-98.18	0.00	11
ท่าพญา	2	0.86	-90.90	0.00	11
ท่าพญา	3	0.87	-48.33	0.00	11
บางศาลา	1	1.02	4.86	0.28	9
บางศาลา	2	1.01	4.83	0.15	9
ปากแพรก	1	0.86	-129.35	0.00	11
ปากแพรก	2	0.86	-129.35	0.00	11
ปากแพรก	3	0.87	-103.33	7.38	11

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.80 เมกะวัตต์) (ต่อ)

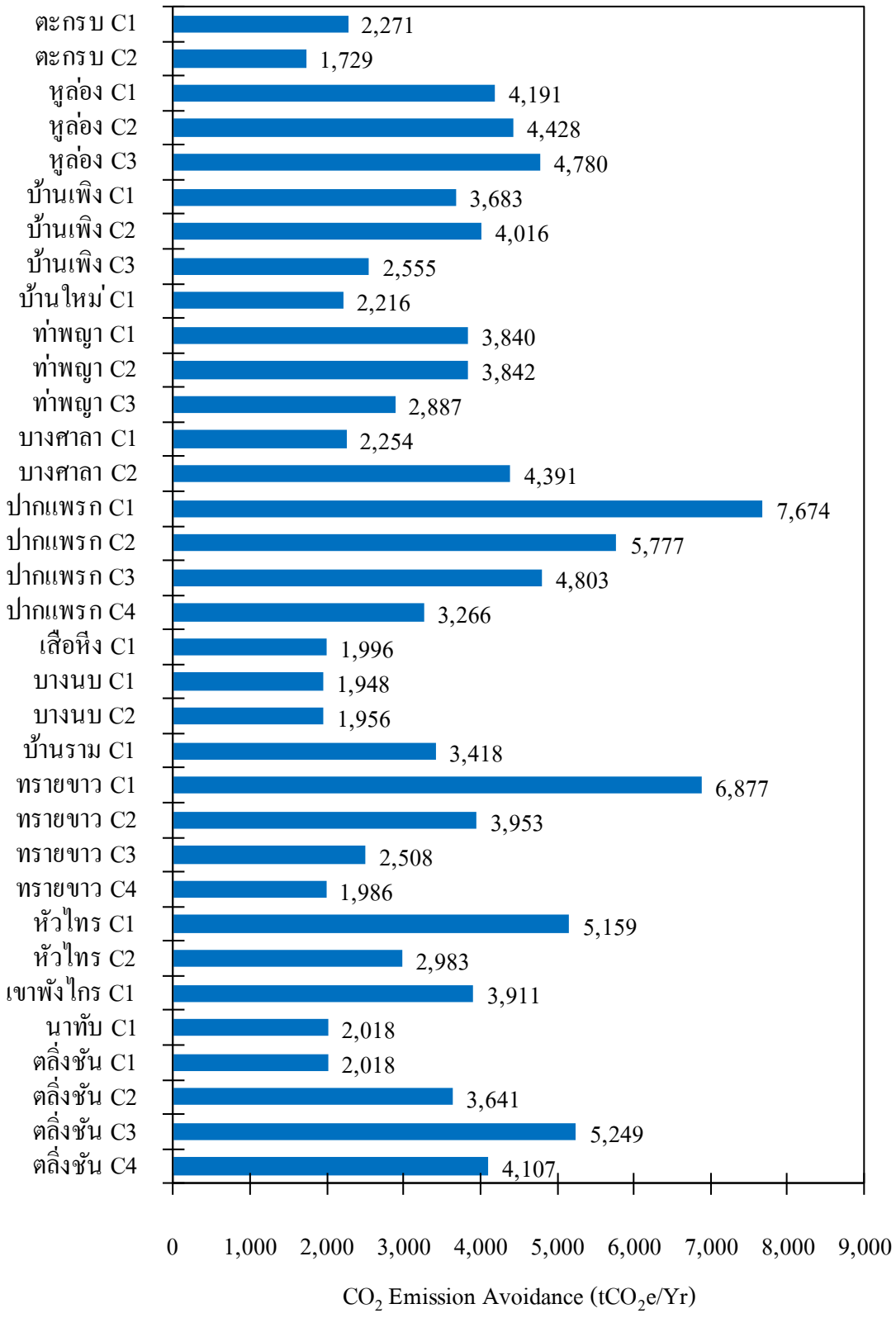
ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ปากแพรก	4	0.90	-55.25	0.00	11
เสือหึง	1	0.88	-37.69	0.00	11
บางนบ	1	0.64	-79.32	0.00	17
บางนบ	2	0.64	-77.75	0.00	17
บ้านราม	1	0.65	-222.41	0.00	16
ทรายขาว	1	0.66	-222.12	0.00	16
ทรายขาว	2	0.64	-196.33	0.00	17
ทรายขาว	3	0.62	-214.77	0.00	18
ทรายขาว	4	0.62	-129.62	0.00	18
หัวไทร	1	0.51	-431.40	0.00	>20
หัวไทร	2	0.47	-382.40	0.00	>20
เขาพังไกร	1	0.77	-148.56	0.00	13
นาทับ	1	1.08	13.16	1.47	9
ตลิ่งชัน	1	1.11	23.69	2.04	8
ตลิ่งชัน	2	1.10	42.65	1.85	8
ตลิ่งชัน	3	1.09	42.20	1.59	9
ตลิ่งชัน	4	1.36	154.98	6.62	7

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 1.00 เมกะวัตต์)

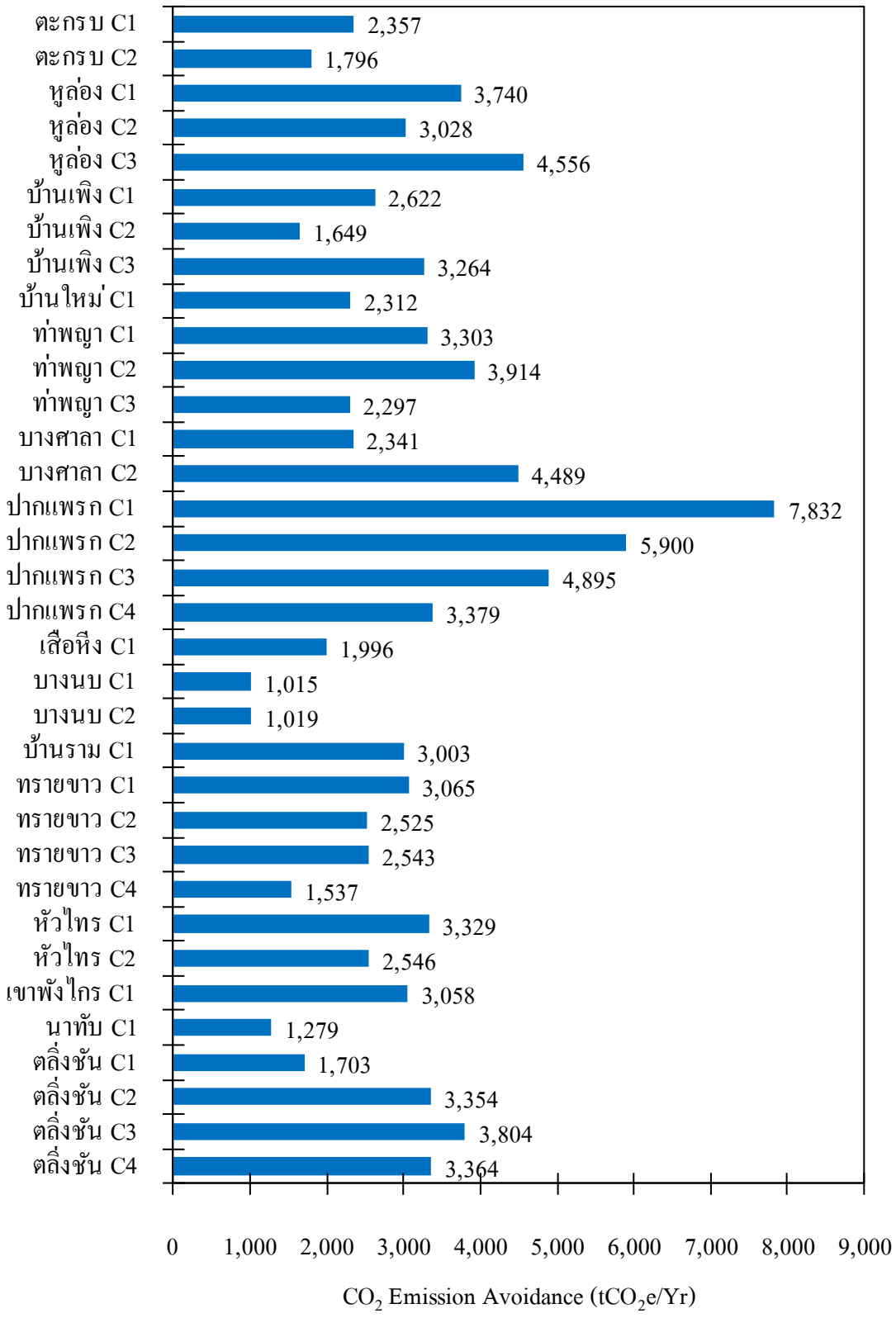
ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ตะกรบ	1	1.54	149.45	9.62	6
ตะกรบ	2	1.53	112.95	9.49	6
หูล่อง	1	1.07	43.74	1.27	9
หูล่อง	2	1.08	48.60	1.56	8
หูล่อง	3	1.07	34.63	1.25	9
บ้านเพิง	1	1.05	18.03	0.85	9
บ้านเพิง	2	1.05	15.43	0.88	9
บ้านเพิง	3	1.00	2.85	0.08	9
บ้านใหม่	4	0.90	-32.01	0.00	11
ท่าพญา	1	0.91	-81.21	0.00	11
ท่าพญา	2	0.91	-66.03	0.00	10
ท่าพญา	3	0.93	-28.52	0.00	10
บางศาลา	1	1.05	13.44	0.93	9
บางศาลา	2	1.07	38.31	1.24	9
ปากแพรก	1	0.91	-101.87	0.00	10
ปากแพรก	2	0.91	-101.87	0.00	10
ปากแพรก	3	0.93	-43.80	7.38	10

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมตามแนวชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศไทย (กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 1.00 เมกะวัตต์) (ต่อ)

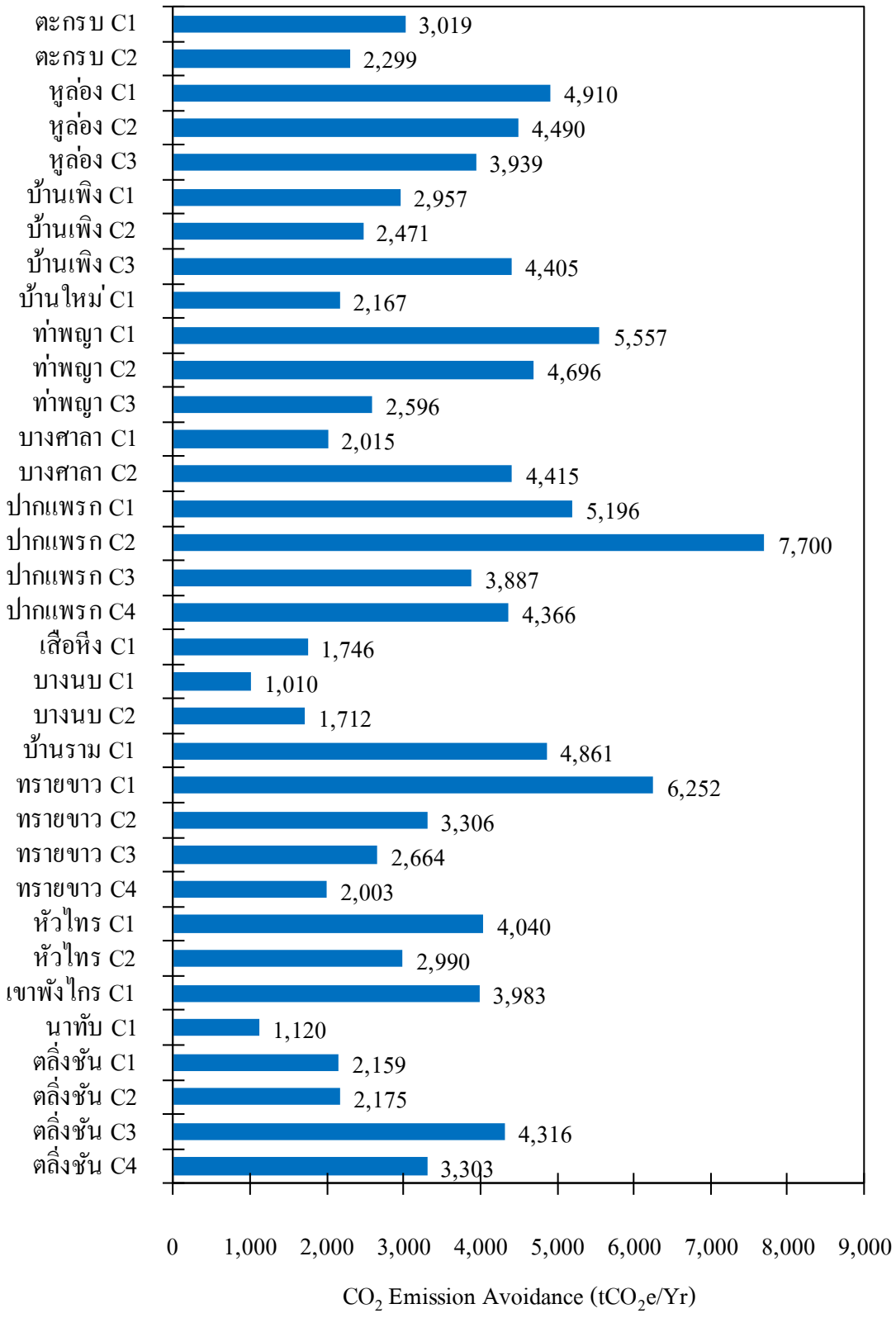
ตำบล	คลัสเตอร์	BCR	NPV (ล้านบาท)	FIRR (ร้อยละ)	PBP (ปี)
ปากแพรก	4	0.94	-40.83	0.00	10
เสือหึง	1	0.92	-21.58	0.00	10
บางนบ	1	0.68	-64.44	0.00	15
บางนบ	2	0.71	-97.12	0.00	14
บ้านราม	1	0.69	-308.17	0.00	15
ทรายขาว	1	0.69	-390.20	0.00	15
ทรายขาว	2	0.68	-215.06	0.00	15
ทรายขาว	3	0.66	-190.73	0.00	16
ทรายขาว	4	0.66	-143.06	0.00	16
หัวไทร	1	0.55	-446.74	0.00	>20
หัวไทร	2	0.51	-391.90	0.00	>20
เขาพังไกร	1	0.68	-259.50	0.00	15
นาทับ	1	1.14	19.08	2.54	8
ตลิ่งชัน	1	1.14	38.05	2.65	8
ตลิ่งชัน	2	1.14	38.10	2.64	8
ตลิ่งชัน	3	1.12	66.32	2.27	8
ตลิ่งชัน	4	1.17	69.26	3.24	8



ภาพที่ 4.127 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดการปลดปล่อยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.75 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.128 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดการปลดปล่อย
ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 0.80 เมกะวัตต์



ภาพที่ 4.129 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดการปลดปล่อยของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 1.00 เมกะวัตต์