

**การประเมินแหล่งพลังงานลมระดับจุลภาคด้วย
แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ
Assessment of wind energy resources with a comma.
Computational Fluid Dynamics modeling.**

สมพล ชีวมงคลกานต์¹, จอมภพ แวค์กดี² และ ธเนศ ไชยชนะ²

¹ ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)
ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93110

² สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)
ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93110

*ติดต่อ: dung_ding19@hotmail.com, โทรศัพท์/โทรสาร 074-693975

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินแหล่งพลังงานลมระดับจุลภาคด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณบริเวณอำเภอปากพนังและอำเภอเชียรใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยได้ทำการติดตั้งเสาวัดลมสูง 80 m ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลลมระยะเวลา 1 ปี พ.ศ. 2553 นำข้อมูลลมมาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อทำการประเมินแหล่งพลังงานลมระดับจุลภาคสำหรับการจำลองฟาร์มกังหันลมขนาด 10 เมกะวัตต์ โดยมีการจัดวางฟาร์มกังหันลมรูปแบบ 5D ผลการศึกษาพบว่าความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 m สำหรับสถานีวัดลมปากแพรกมีค่าเท่ากับ 4.23 เมตรต่อวินาที ส่วนสถานีวัดลมเสื่อหิงมีค่าเท่ากับ 4.23 เมตรต่อวินาที สำหรับการประมาณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของการจัดวางฟาร์มกังหันลมรูปแบบ 5D มีค่าเท่ากับ 8,975.7 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี โดยมีประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 10.25 ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ได้รับการพัฒนามบนพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 8-10 ปี

คำหลัก: พลังงานลม, พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี, ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า, ฟาร์มกังหันลม

Abstract

This research aims to study micro-siting wind resource assessment using computational fluid dynamics model at Pak Panang and Chian Yai districts of Nakhon Si Thammarat province. By installing two met tower 80 m the observed wind data was collected 1 year in 2010. Wind data was analyzed by a computational fluid dynamics model. The average annual wind speed at height of 80 m at Pak Panang station was 4.23 m/s, while it was 4.23 m/s at Chian Yai station. In case of the 10 MW wind farm installation according to the parking criteria 5D, the AEP was 8,975.7 MWh/y, respectively. The C.F. of the wind farm power plant was in the range of 10.25%. An economic analysis showed that wind farm power plant that has been developed in land in southern Thailand has a payback period of 8-10 years.

Keywords: Wind Energy, Annual Energy Production, Capacity Factor, Offshore Wind Farm.

ETM-2062

1. บทนำ

การอนุรักษ์พลังงานมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นคงพลังงาน การลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน การลดต้นทุนการผลิตและบริการ การลดการเสียดุลการค้า และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ตลอดจนการลดการปลดปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม (Wind Power) ถือเป็นการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานที่สะอาด (Green Power) และเป็นพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ที่มีความยั่งยืนทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมและการทดแทนแบบไม่สิ้นสุด [1] การดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมสามารถทำได้โดยเกิดผลกระทบต่อน้อยกว่าการใช้พลังงานอื่น ๆ ทั้งในกระบวนการก่อสร้างและในระยะเปิดดำเนินการ หลาย ๆ พื้นที่ในประเทศไทยได้ดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมตามความเหมาะสมและตามศักยภาพของแหล่งพลังงานลมในแต่ละพื้นที่ โดยที่มีเอกชนหลายรายลงทุนผลิตไฟฟ้าขายจากพลังงานลม โดยมีความคุ้มค่าในการลงทุนของธุรกิจผลิตไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer, [SPP]) และผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (Very Small Power Producer, [VSPP]) [1] การที่จะนำพลังงานลมมาใช้ต้องคำนึงถึงลักษณะภูมิประเทศ อัตราเร็วลม และทิศทางลม สำหรับบริเวณภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่ติดกับทะเลได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม (Monsoon) และลมบกลมทะเล (Land Breeze and Sea Breeze) [3] ในการที่จะติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้านั้น จะต้องมีการทำการศึกษาคุณลักษณะของข้อมูลลมในพื้นที่ อย่างน้อย 1 ปี อย่างไรก็ตาม ด้วยแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าที่หดตัวลงมีแนวโน้มที่การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ อาจชะลอออกไป หรือรับซื้อในปริมาณลดลงแต่ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (จำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบ 10-90 เมกะวัตต์) และผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (จำหน่าย

ไฟฟ้าเข้าระบบไม่เกิน 10 เมกะวัตต์) ซึ่งผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ในประเทศ เช่น ชยะ ชานอ้อย แกลบ เปลือกไม้ ลม แสงอาทิตย์ และน้ำ มีแนวโน้มที่จะได้รับผลดี เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าทั้งสองประเภทดังกล่าว โดยไม่จำกัดจำนวนและระยะเวลาการรับซื้อเพื่อให้เกิดการกระจายการลงทุนภายในประเทศไปตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินศักยภาพของพลังงานลมเฉพาะแหล่งในเขตอำเภอปากพนังและอำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2 เพื่อจำลองการติดตั้งฟาร์มกังหันลมในรูปแบบของ VSPP

2.3 เพื่อประเมินค่าการผลิตพลังงานไฟฟ้ารายปี และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลมในรูปแบบของ VSPP

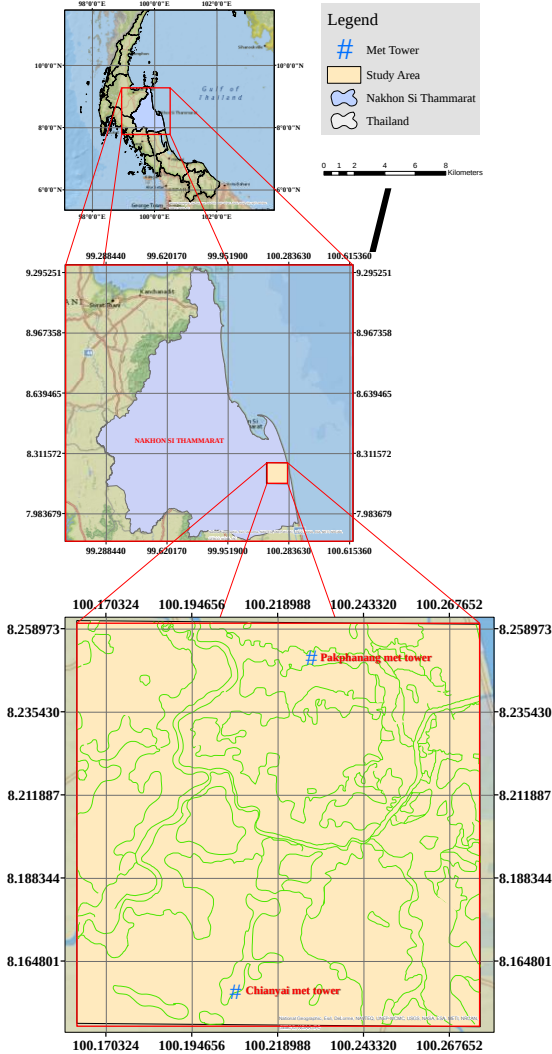
2.4 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมในรูปแบบของ VSPP ในพื้นที่อำเภอปากพนังและอำเภอเชียรใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

3. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

เสาสูง 80 m ถูกใช้ในการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วและทิศทางของลม ณ ตำบลปากแพรก อำเภอปากพนัง และตำบลเสื่อหิง อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีพิกัดแสดงดังตารางที่ 1 โดยทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วชนิด 3 ลูกถ้วยรุ่น NRG#40C ที่ระดับความสูง 60 m 70 m และ 80 m และเซนเซอร์วัดทิศทางลมรุ่น SP200 ติดตั้งที่ระดับความสูง 60 m และ 80 m พร้อมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความกดอากาศ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบอัตโนมัติ ทำการตรวจวัดทุกๆ 1 นาที และบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที และวิธีการวัดลมเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61400 [9] โดยเริ่มตรวจวัดและบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม-ธันวาคม 2553 แล้วนำ

ETM-2062

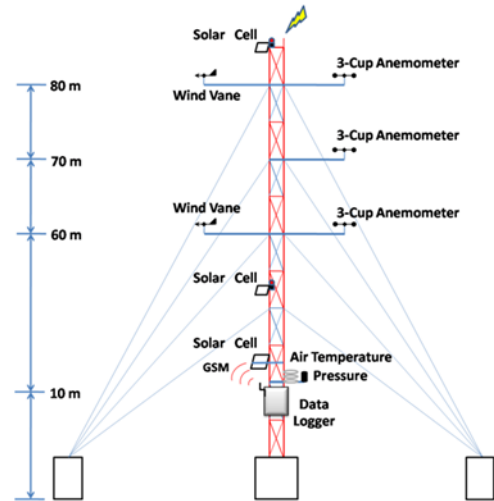
ข้อมูลที่ตรวจวัดมาจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมระดับจุลภาค การจัดทำแผนที่นี้ไม่ได้นำค่าข้อมูลอุณหภูมิมาวิเคราะห์ร่วมด้วยเนื่องจากข้อมูลมีความไม่สมบูรณ์เนื่องจากเกิดจากสาเหตุความผิดพลาดของอุปกรณ์ตรวจวัด



รูปที่ 1 ตำแหน่งของสถานีวัดลม



รูปที่ 2 สถานีวัดลมปากพนัง (ซ้าย)
และเชียรใหญ่ (ขวา)



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของสถานีวัดลม

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ในการศึกษาศักยภาพพลังงานลมนี้ใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณในการวิเคราะห์โดยโปรแกรม WindSim 5.0.1 แบบจำลองนี้มีความสามารถในการคำนวณการไหลแบบปั่นป่วนที่อยู่ใกล้พื้นผิวของภูมิประเทศ โดยการแก้สมการนาเวียร์-สโตกส์ ภายใต้สมมติฐานของของไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ความปั่นป่วนจะถูกนำมาพิจารณาโดยแบบจำลอง $k-\epsilon$ [4] การแก้สมการ Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) สำหรับการอนุรักษ์ของมวลเฉลี่ยและโมเมนตัมแสดงดังสมการต่อไปนี้ [5]

$$\frac{\partial U_i}{\partial X_i} = 0 \quad (1)$$

$$U_j \frac{\partial U_i}{\partial X_i} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial X_i} + \frac{\partial}{\partial X_j} \left[v \left(\frac{\partial U_i}{\partial X_j} + \frac{\partial U_j}{\partial X_i} \right) - \overline{u_i u_j} \right] \quad (2)$$

Reynolds stresses $\overline{u_i u_j}$ ประเมินผลจากสมมติฐาน

Boussinesq

$$\overline{u_i u_j} = -\nu_T \left(\frac{\partial U_i}{\partial X_j} + \frac{\partial U_j}{\partial X_i} \right) + \frac{2}{3} \delta_{ij} k \quad (3)$$

ETM-2062

เมื่อ k คือ พลังงานจลน์ปั่นป่วน
 v_T คือ ความหนืดปั่นป่วน

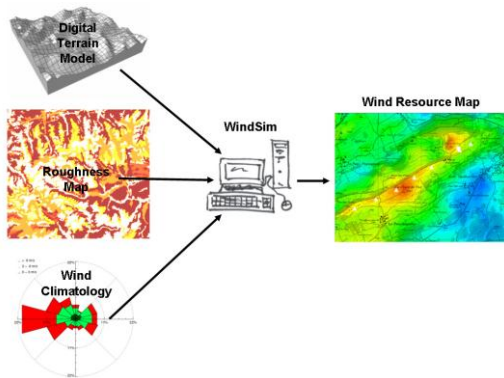
ความแตกต่างของความปั่นป่วนอาจนำมาใช้ในการศึกษานี้โดยที่ค่า $k-\varepsilon$ ใช้ค่ามาตรฐานจากรูปแบบคงที่ [6]

$$v_T = c_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (U_i \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{v_T}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} P_k - c_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (U_i k) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{v_T}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + P_k - \varepsilon \quad (6)$$

ในการป้อนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับโปรแกรม WindSim ได้แก่ ภูมิประเทศแบบดิจิทัล (digital terrain) ความสูงขรุขระ (roughness height) และภูมิอากาศวิทยาของลม (wind climatology) จากสถานีวัดลมในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา ขั้นตอนของการประเมินศักยภาพพลังงานลมสามารถสรุปได้แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนของการสร้างแบบจำลอง CFD [7]

4.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าเป็นค่าบ่งบอกสมรรถนะกังหันลมของผู้ผลิตคำนวณตามสมการที่ 7 [8]

$$\%C.F. = \frac{E_{out}}{E_r} \times 100 \quad (7)$$

เมื่อ C.F. คือ คาปาซิตีแฟกเตอร์ (%)

E_{out} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (kWh), $E_r = 8760 P_r$

P_r คือ กำลังการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม (kW)

4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมแบบการจัดวาง 5D ถูกนำไปวิเคราะห์ดัชนีทางการเงินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการไฟฟ้าพลังลม โดยอ้างอิงจากประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรายเล็กมาก โดยทำการวิเคราะห์ดัชนีทางการเงิน BCR NPV IRR และ PBP ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมและใช้หลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ $BCR > 1$ $NPV > 0$ $IRR > MLR+1\%$ และ $PBP < 20$ ปี

เมื่อ

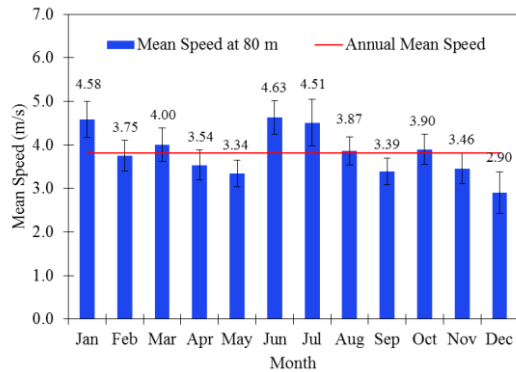
- Benefit-Cost Ratio: (BCR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน
- Net Present Value: (NPV) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
- Internal Rate of Return: (IRR) อัตราผลตอบแทนภายใน
- Payback Period: (PB) งวดเวลาคืนทุน

5. ผลการศึกษา

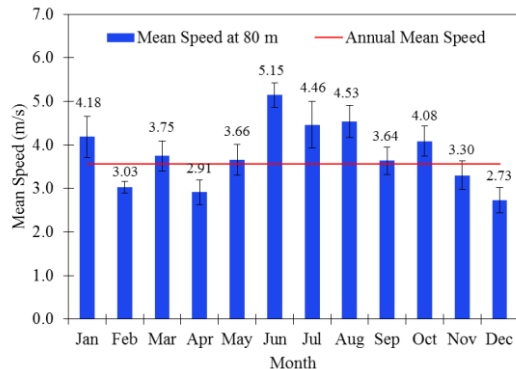
5.1 ผลการศึกษ้อัตราเร็วลม

เมื่อนำข้อมูลลมสถิติในช่วงเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2553 ที่ระดับความสูง 80 m มาทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนรายปี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับ 2 สถานีแสดงดังรูปที่ 5 และ 6

ETM-2062



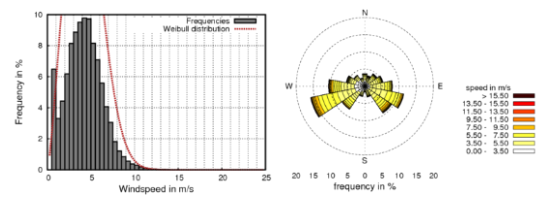
รูปที่ 5 อัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนสถานีปากพนัง



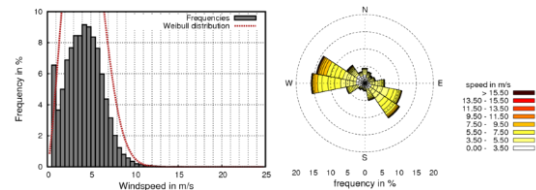
รูปที่ 6 อัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนสถานีเชียงใหม่

ตารางที่ 1 ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ของสถานีวิจัยพลังงาน ปากพนังและอำเภอเชียงใหม่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Monthly Mean Speed		
Month	ปากพนัง (m/s)	เชียงใหม่ (m/s)
January	4.78	4.51
February	3.67	3.37
March	4.00	3.73
April	3.55	3.13
May	3.76	3.62
June	4.91	5.18
July	4.67	4.77
August	4.28	4.50
September	3.43	4.22
October	3.97	3.67
November	3.59	3.30
December	2.90	2.76
Average	3.82	3.57



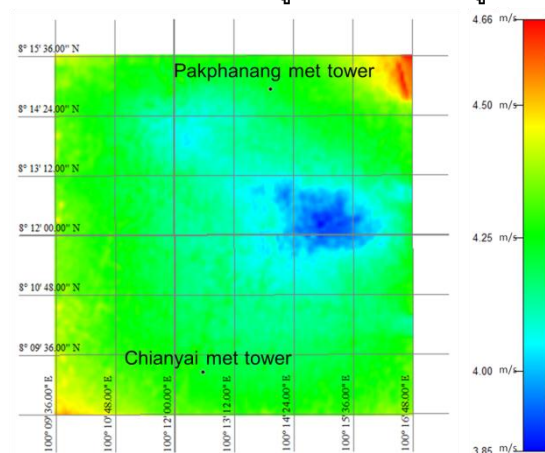
รูปที่ 7 การแจกแจงไวล์บูลล์และผังลมของสถานีปากพนัง ที่ระดับความสูง 80 m



รูปที่ 8 การแจกแจงไวล์บูลล์และผังลมของสถานีเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 80 m

5.2 การประเมินแผนที่ศักยภาพพลังงานลม

การวิเคราะห์ลักษณะสถิติความเร็วและทิศทางลม โดยใช้โปรแกรม WindSim ซึ่งอาศัยแบบจำลองความเร็วลมเฉลี่ยในบริเวณโดยรอบพื้นที่นั้น มีความแยกชัด (resolution) 100×100 ตารางเมตร สำหรับพิจารณาความเหมาะสมของจุดที่จะติดตั้งกังหันลมที่พื้นที่โดยรอบที่ระดับความสูง 80 m แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนที่ความเร็วลมและผังลม ที่ระดับความสูง 80 m ของข้อมูล 2 สถานี

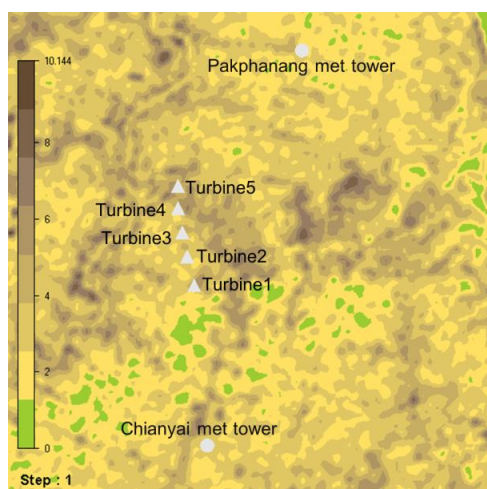
ETM-2062

5.3 การติดตั้งฟาร์มกังหันลมขนาด 10 MW ในพื้นที่อำเภอปากพนังและอำเภอเชียรใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการพัฒนาโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 10 เมกะวัตต์บนพื้นที่อำเภอปากพนังและอำเภอเชียรใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช และเป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางรวมทั้งสามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WindSim โดยเลือกกังหันลมรุ่น Vestas V90 ขนาดกำลังการผลิต 2,000 kW ทำการจัดเรียงฟาร์มกังหันลมในรูปแบบ 5D โดยที่ D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันลม การจัดการวางแผนนี้เพื่อลดผลกระทบของความปั่นป่วนของลมจากกังหันลม แสดงดังรูปที่ 10 และจากตารางที่ 2 แสดงถึงตำแหน่งพิกัดที่ทำการติดตั้งกังหันลมและความสูงของกังหันลม เพื่อหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีสุทธิและประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมพิจารณาจาก Capacity Factor (C.F.)

ตารางที่ 2 Turbine Objects (5D)

Name	UTMX	UTMY	Z (Height)	Hub Height	Turbine Type
Turbine1	632470	908027	5.2	80	Vestas V90
Turbine2	632708	907645	4.6	80	Vestas V90
Turbine3	632947	907264	4.6	80	Vestas V90
Turbine4	633185	906882	4.6	80	Vestas V90
Turbine5	633424	906501	3.7	80	Vestas V90



รูปที่ 10 ฟาร์มกังหันลมโดยอาศัยหลักเกณฑ์การจัดวางกังหันลมแบบ 5D

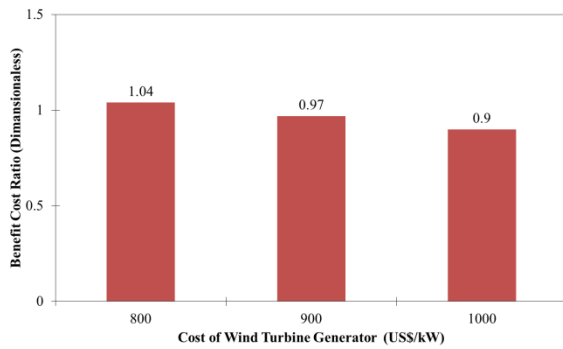
5.3 ประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

จากผลการวิจัยพบว่า C.F. ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม ที่ติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้ากำลังการผลิตติดตั้ง 10 เมกะวัตต์ โดยใช้การจัดวางแบบ 5D มีค่าเท่ากับ 10.25%

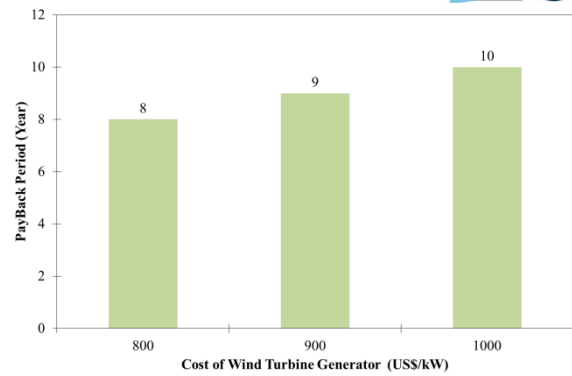
5.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

โดยพิจารณาราคากังหันลมที่ 800 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ 900 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ และ 1,000 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ ตามลำดับ ดัชนีทางการเงินของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของราคากังหันลม ซึ่งได้แก่ BCR NPV IRR และ PBP เมื่อพิจารณาค่า BCR ที่มีค่ามากกว่า 1 แปลความหมายได้ว่าผลตอบแทนที่มีค่ามากกว่าต้นทุนของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม สำหรับค่า NPV ที่มีค่ามากกว่า 0 หรือมีค่าเป็นบวกแปลความหมายได้ว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมีมูลค่าต่อการลงทุนหรือหากมีค่าเป็นลบก็จะสูญเสียมูลค่าต่อการลงทุน สำหรับค่า IRR ที่มีค่ามากกว่าผลบวกของดอกเบี้ยเงินกู้กับร้อยละ 1 ของเงินกู้ แปลความหมายได้ว่า อัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้บวกกับร้อยละ 1 ของเงินกู้ ซึ่งหากค่า IRR มีค่ามากกว่าจะส่งผลเชิงบวกต่อโครงการเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาค่า PBP หรือระยะเวลาคืนทุน หากมีระยะเวลาคืนทุนที่น้อยก็จะส่งผลเชิงบวกต่อโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมเช่นกันจากการวิเคราะห์ดัชนีทางการเงินของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมพบว่าค่าผ่านเกณฑ์มีค่าเท่ากับ BCR มีค่าเท่ากับ 1.04 NPV มีค่าเท่ากับ 28.2 MBaht IRR มีค่าเท่ากับ 0.797 % และ PBP มีค่าเท่ากับ 8 ปี แสดงดังรูปที่ 11-14

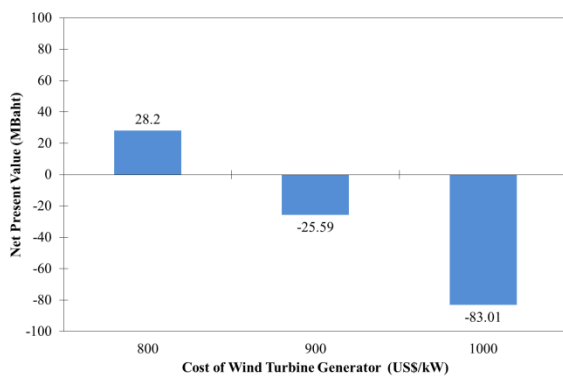
ETM-2062



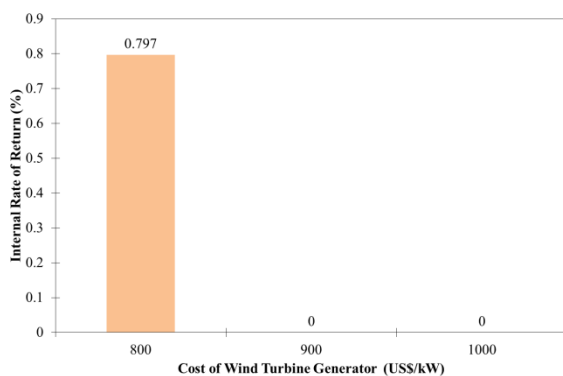
รูปที่ 11 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)
(ฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 10 เมกะวัตต์)



รูปที่ 14 ระยะเวลาคืนทุน (PBP)
(ฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 10 เมกะวัตต์)



รูปที่ 12 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)
(ฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 10 เมกะวัตต์)



รูปที่ 13 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)
(ฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 10 เมกะวัตต์)

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษพบว่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 80 m สำหรับสถานีวัดลมปากแพรกมีค่าเท่ากับ 4.23 เมตรต่อวินาที ส่วนสถานีวัดลมเสด็จมีค่าเท่ากับ 4.23 เมตรต่อวินาที สำหรับการประมาณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของการจัดวางฟาร์มกังหันลมรูปแบบ 5D มีค่าเท่ากับ 8.976 GWh/year โดยมีประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 10.25 ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ได้รับการพัฒนาบนพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 8-10 ปี เมื่อพิจารณาจำนวนโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 10 เมกะวัตต์พบว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้สามารถติดตั้งฟาร์มกังหันลมมากที่สุดคือขึ้นอยู่กับราคาของกังหันลมที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและความเหมาะสมของความเร็วลม

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยมหาบัณฑิต และขอขอบคุณหน่วยวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง) สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการศึกษวิจัย

ETM-2062

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยศิลปากร, รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการความร่วมมือด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานระหว่างไทย (การศึกษาศักยภาพพลังงานลม), 2551.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. นโยบายและแนวทางการปรับปรุงแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ, 2553.
- [3] อาบีดิน จิเหลา. การใช้เทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณสำหรับการสร้างแผนที่ศักยภาพพลังงานลม : กรณีศึกษาจังหวัดชัยภูมิ, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552.
- [4] สมพล ชีวมงคลกานต์. (2554). การวิเคราะห์ศักยภาพลมบริเวณอำเภอปากพะนังและอำเภอเชียรใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณและข้อมูลอินพุตจากการวัดแบบทวิ. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ
- [5] Schaffner, Gravdahl, (2003). Wind Modeling in Mountains : Inter Comparison and Validation of Model. EWEA European Wind Energy Conference, 16-19 June 2003, Madrid, Spain
- [6] Anderson, D.A., Tannehill, J.C. and Pletcher, R.H. (1984) Computation Fluid Dynamic and Heat Transfer, Hemisphere Publishing Corporation.
- [7] Cuttin, R., Schaffner, B., Kunz, S. Validation of CFD Wind Modeling in highly complex terrain, [Online], Available : www.windsim.com
- [8] สมพล ชีวมงคลกานต์ และจอมภพ แวตักดิ์, การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการติดตั้งฟาร์มกังหันลมที่ระดับความสูง 80 m บริเวณอำเภอปากพะนังและอำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช. การประชุมวิชาการระดับชาติ

ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 2 การ
ปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว, 18-19
ส.ค., กรุงเทพฯ, 2554.

[9] IEC 61400-1 Ed. 3: Wind turbines – Part 1:
Design requirements, 2005