

ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลอ่าวไทย : กรณีศึกษา ภาคใต้ตอนกลางของประเทศไทย

Potential to produce electricity with a wind farm off the coast of the Gulf of Thailand: A case study of the middle south of Thailand

ศุภลักษณ์ นาคันน ^{1,2*}, จอมภพ แววศักดิ์ ^{1,2}, ธนศ ไชยชนะ ^{1,2}, นิคม ชูศิริ ², และ บุญเลิศ อาชีวะระงับโรด ³

¹ ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง) ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

² สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตสงขลา) ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

³ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ถนนสุขุมวิท แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260

*ติดต่อ: E-mail: amp_su5289@hotmail.com, โทรศัพท์ 074-693-975, โทรสาร 074-693-975

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลอ่าวไทย บริเวณภาคใต้ตอนกลางของประเทศไทยในเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยอาศัยแบบจำลองอุตุนิยมวิทยา 3 มิติ (RAMS) สำหรับการประเมินแหล่งลม ร่วมกับฐานข้อมูลภูมิอากาศลม NCEP คาบ 10 ปี ระยะเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001-2010 สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์การผลิตพลังงานไฟฟ้ารายปี (AEP) ค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (C.F.) ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม และการสูญเสียเนื่องจากอิทธิพลของเงาของฟาร์มกังหันลมขนาด 90 MW ที่มีการจัดเรียงแบบ 15DX15D ผลการศึกษาพบว่า บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 4.07 - 5.96 m/s ซึ่งเมื่อทำการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมขนาด 90 MW ในบริเวณอ่าวบ้านดอน กำลังการผลิตไฟฟ้ารายปีมีค่าอยู่ในช่วง 75.43-134 GWh/Yr ค่าประสิทธิภาพการผลิตมีค่าผลิตไฟฟ้าสูงสุด 23% และอิทธิพลของเงามีค่า 3.64% ผลของศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยฟาร์มกังหันลมบ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสที่จะพัฒนาการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานลมซึ่งควรจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในอนาคตต่อไป

คำหลัก: พลังงานลม, พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้, ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า, ฟาร์มกังหันลม, แบบจำลองอุตุนิยมวิทยา 3 มิติ

Abstract

The objective of this research is to investigate the potential of power generation by means of offshore wind farm in the central portion of the Gulf of Thailand especially in Suratthani and Nakhon Si Thammarat province using the 3-D atmospheric modeling, namely, RAMS. RAMS with NCEP/NCAR global reanalysis database in 2001-2010 were executed using high performance computing. Wind speed as an output of RAMS's modeling was used to analyze the annual energy production (AEP), capacity factor (C.F.) and wake loss of 90 MW SPP wind farm with parking criteria of 15DX15D. Results showed that Ban Don bay in Suratthani province, the wind speed is high up to 5.96 m/s. The simulated 90 MW wind farm parked at

AEC-2043

Ban Don showed that the AEP was 134 GWh/year, the %C.F. was 23% and wake loss of 3.64%. This offshore wind resource investigation revealed that the offshore wind power generation is feasible and could be used as a solution in the future.

Keywords: Wind Energy, Annual Energy Production, Capacity Factor, Offshore Wind Farm, Regional Atmospheric Modeling System.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก มีการขยายตัวทั้งทางด้านการส่งออก การลงทุน และการท่องเที่ยว ในภาพรวมของประเทศระบบเศรษฐกิจได้เปลี่ยนจากภาคเกษตรกรรมเข้าสู่ระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมทำให้มีความต้องการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น จากรายงานสถานการณ์พลังงานของสำนักคณะกรรมการนโยบายและแผนพลังงาน แสดงว่า ในช่วงเดือนแรกของปี 2554 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยอยู่ที่ระดับ 154,886 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ลดลงร้อยละ 2.9 เมื่อเทียบกับระยะเดียวกันของปีก่อน ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak demand) อยู่ที่ระดับ 23,388 เมกกะวัตต์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.8 และคาดว่าความต้องการพลังงานในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (ปี 2555-2559) นั้นมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.8 ต่อปี จากแผนนโยบายการปรับปรุงแผนพัฒนาการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Power Development Plan: PDP) ปี พ.ศ. 2554 ฉบับปรับปรุง ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยระยะยาว 20 ปี ที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าและให้มีการกระจายแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อลดความเสี่ยงในการผลิตไฟฟ้า โดยเป็นแผน Green PDP ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว ส่งผลให้หลายหน่วยงานภายในประเทศทั้งรัฐและเอกชนหันมาให้ความสนใจในการศึกษาวิจัยและพัฒนาแหล่งพลังงานภายในประเทศหันมาให้ความสนใจในการศึกษาวิจัยและพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ ขึ้นมารองรับการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น พลังงานทดแทนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงาน

ภายในประเทศที่สามารถนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากสามารถนำมาผลิตไฟฟ้าที่ประสานประโยชน์จากพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน และการนำพลังงานลมมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนได้ [1].

การนำพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาดมาผลิตกระแสไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิลและเป็นพลังงานซึ่งจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การนำพลังงานมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องคำนึงถึงทั้งการเลือกขนาดของกังหันลมและลักษณะทางภูมิประเทศที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการติดตั้งกังหันลมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของลม (characteristic of wind) ในพื้นที่นั้นๆ ก่อนเนื่องจากอัตราเร็วของลมมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวันและตามฤดูกาลในรอบปี บางช่วงของระยะเวลาและฤดูกาลลมอาจจะมีค่าต่ำและบางช่วงเวลาอาจจะมีค่าสูง ลมในแต่ละพื้นที่ยังมีความแตกต่างกันอีกด้วยทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วและทิศทางของลม กล่าวโดยรวมลมมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่และเวลา (spatial and temporal variation) นั่นเอง นอกจากนั้นลมในบริเวณพื้นที่นั้นๆ จะมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ (terrain) และสิ่งกีดขวาง (obstacle) รอบพื้นที่นั้นๆ ด้วย [1].

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินศักยภาพของพลังงานลมนอกชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชด้วยแบบจำลองอุทุนิยมวิทยา 3 มิติ

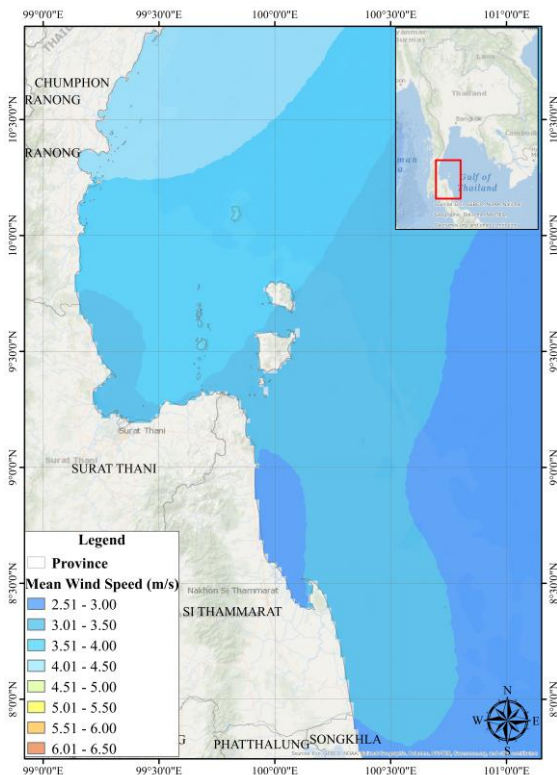
AEC-2043

เพื่อประมาณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลในพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูง

3. พื้นที่ศึกษาและอุปกรณ์การทดลอง

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาของโครงการประกอบด้วยพื้นที่นอกชายฝั่งทะเลของจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยครอบคลุมพื้นที่ 43,230 km²



รูปที่ 1 พื้นที่นอกชายฝั่งทะเลของจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.2 อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (High Performance Computing) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์สำหรับการประมวลผลแบบจำลองบรรยากาศ 3 มิติ (RAMS) ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ CPU Quad Core 64 Bit จำนวน 4 เครื่อง รวมหน่วยประมวลผลกลาง 16 Cores ทำ

หน้าที่เป็น Compute Node จำนวน 4 Node และคอมพิวเตอร์ CPU Core II จำนวน 1 เครื่อง สำหรับทำหน้าที่เป็นเครื่อง Front – End โดยมีระบบเก็บข้อมูล Storage RAID 6 ขนาดความจุ 10 TB เชื่อมต่อกันด้วยระบบสื่อสารขนาดความเร็วระดับ Gigabyte แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ระบบคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง

2. ซอฟต์แวร์ (Software Linux)

ในการดำเนินการประมวลผลแบบจำลองบรรยากาศจำเป็นต้องอาศัยระบบปฏิบัติการ Linux ในการดำเนินการแบบคลัสเตอร์ได้ติดตั้ง Rock Cluster

3. ตัวคอมไพเลอร์ (Compiler)

ในการคอมไพล์แบบจำลองบรรยากาศ RAMS ได้อาศัยตัวคอมไพเลอร์ของ Intel

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แบบจำลองอุตุนิยมวิทยา 3 มิติ

Regional Atmospheric Modeling System (RAMS) หรือระบบการจำลองสภาพบรรยากาศท้องถิ่นถูกพัฒนาโดยกลุ่มต่างๆ ซึ่งใช้เวลาหลายปีประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์ที่ Colorado State University Department ASTER ของ Mission Research Coporation และ ATMET RAMS ถูกนำมาใช้สำหรับการจำลองและการพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยา (meteorological) และสำหรับการทำนายผลลัพท์ดังกล่าว

AEC-2043

RAMS เป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่จำกัดเป็นส่วนใหญ่ และมีตัวแปรจำนวนมากที่เคยออกแบบไว้สำหรับตาราง (Grid) ระดับที่สูงกว่าหรือระดับเมโซ (mesoscale) ไม่มีข้อจำกัดที่ต่ำกว่ากับขนาดอาณาเขตของหน่วยเซลล์ของตาราง ความแตกต่างที่สิ้นสุดของแบบจำลอง เป็นปรากฏการณ์ระดับ microscale เช่น พายุทอร์นาโดและกระแสลมระดับเส้นแบ่งเขตเช่นเดียวกับการไหลแบบปั่นป่วนระดับ microscale ย่อยเหนืออาคารและในอุโมงค์ลมก็เคยถูกจำลองด้วยแบบจำลองนี้เช่นกัน การซ้อนกันของตารางทั้ง 2 วิธีใน RAMS ทำให้ตาข่ายตาราง (Grid) ที่ละเอียดเฉพาะแก้ปัญหาาระบบสภาพบรรยากาศระดับ small scale เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง ในขณะที่การจำลองเลียนแบบสภาพแวดล้อมระดับกว้าง (large-scale) ของระบบบนตารางที่หยาบกว่า

แบบจำลองสภาพบรรยากาศถูกสร้างขึ้นแบบ Non-Hydrostatic ซึ่งเป็นสมการที่สามารถย่อได้ โดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (Thermodynamics) และการเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศจะรวมสมการการอนุรักษ์สำหรับปริมาณ scalar เช่น อัตราการผสมไอน้ำและของเหลวและน้ำแข็ง สมการเหล่านี้จะถูกนำมารวมกับการเลือกตัวแปรสำหรับการกระจายแบบปั่นป่วน การแผ่รังสีบนพื้นดินและพลังงานแสงอาทิตย์ กระบวนการรวมความชื้นและปฏิกิริยาของเมฆและการตกตะกอนของเหลวและน้ำแข็ง ผลกระทบทางพลังงานเนื่องจากภูมิประเทศ การแผ่เมฆคิวมูลัส (cumulus) และการแลกเปลี่ยนความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสระหว่างชั้นบรรยากาศและบริเวณพื้นดิน ซึ่งส่วนประกอบของระดับชั้นผิวดินที่ซับซ้อน ชั้นดินที่มีการเติบโตของพืช การปกคลุมของหิมะ ชั้นอากาศและผิวน้ำ

สมการทั่วไปสำหรับ RAMS ซึ่งเป็นสมการมาตรฐาน hydrostatic หรือ non-hydrostatic สมการพื้นฐานค่าเฉลี่ย Reynolds มีสัญลักษณ์นิยามดังตาราง 1 สมการ non-hydrostatic เป็นสมการการเคลื่อนที่

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial x} + f_v + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial y} + f_u + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -u \frac{\partial w}{\partial x} - v \frac{\partial w}{\partial y} - w \frac{\partial w}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial z} - \frac{g \theta'_v}{\theta_0} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad (3)$$

สมการ Thermodynamics

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial t} = -u \frac{\partial \theta_i}{\partial x} - v \frac{\partial \theta_i}{\partial y} - w \frac{\partial \theta_i}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial \theta_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial \theta_i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial \theta_i}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial \theta_i}{\partial t} \right)_{rad} \quad (4)$$

สมการ Water species mixing ratio continuity equation

$$\frac{\partial r_n}{\partial t} = -u \frac{\partial r_n}{\partial x} - v \frac{\partial r_n}{\partial y} - w \frac{\partial r_n}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial z} \right) \quad (5)$$

สมการ Mass continuity equation

$$\frac{\partial \pi'}{\partial z} = - \frac{R \pi_0}{c_v \rho_0 \theta_0} \left(\frac{\partial \rho_0 \theta_0 u_0}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 v_0}{\partial y} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 w_0}{\partial z} \right) \quad (6)$$

การเคลื่อนที่แบบ hydrostatic แทนที่ใน RAMS ซึ่งตั้งจากกับสมการการเคลื่อนที่และสมการต่อเนื่องมวล

สมการ Hydrostatic

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = - \frac{g}{\theta_v} + g (r_r - r_v) \quad (7)$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0 \quad (8)$$

AEC-2043

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบจำลอง RAMS

Symbol	Definition
u	ส่วนประกอบของลมทางทิศตะวันออก – ตะวันตก
v	ส่วนประกอบของลมทางทิศเหนือ – ใต้
w	ส่วนประกอบของลมในทิศตั้งฉาก
f	แรง Coriolis
K_m	คุณสมบัติสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่โมเมนตัม
K_h	คุณสมบัติสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่พลังงานความร้อนและความชื้น
θ_H	อุณหภูมิความต่างศักย์
r_n	อัตราส่วนของน้ำทั้งหมด ตั้งแต่ น้ำ ฝ้า น้ำแข็ง และหิมะ
ρ	ความหนาแน่น
con	เครื่องหมายที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการพาความร้อน
rad	เครื่องหมายที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการแผ่รังสี
res	เครื่องหมายที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน
G	ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
r_t	อัตราผลรวมของน้ำทั้งหมด
r_v	ไอน้ำทั้งหมด
π	สมการ Exner
π'	ฟังก์ชัน Exner
θ_v	อุณหภูมิความต่างศักย์
p	ความดัน

4.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

เป็นค่าบ่งบอกสมรรถนะกังหันลมของผู้ผลิตคำนวณตามสมการที่ 9

$$\%C.F. = \frac{E_{out}}{E_r} \times 100 \quad (9)$$

เมื่อ C.F. คือ คาปาซิตีแฟกเตอร์ (%)

E_{out} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี

$$(kWh), E_r = 8760 P_r$$

P_r คือ กำลังการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม (kW)

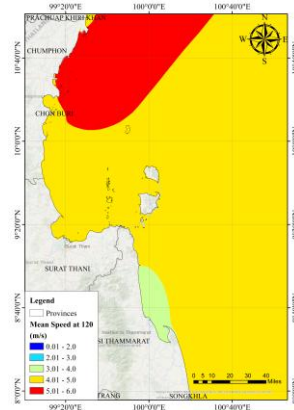
4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีจากโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมที่ขนาด 3 MW 5 MW และ 7 MW ถูกนำไปวิเคราะห์ดัชนีทางการเงินเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการไฟฟ้าพลังลมสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรายเล็กมาก โดยทำการวิเคราะห์ดัชนีทางการเงิน เพื่อหาค่า BCRNPVEIRRFIRR และ PBP สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรายเล็ก (SPP) ใช้หลักเกณฑ์การวิเคราะห์โครงการไฟฟ้าเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ $BCR > 1$ $NPV > 0$ $EIRR > FIRR+1\%$ และ $PBP < 20$ ปี

5. ผลการศึกษา

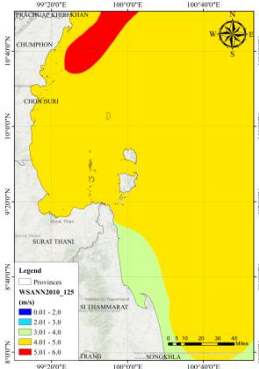
5.1 ผลการศึกษ้อัตราเร็วลม

เมื่อนำข้อมูลอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับความสูง 120 m มาทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน รายปี พบว่ามีค่าอัตราเร็วลมอยู่ในช่วง 4.07 - 5.96 m/s ตามลำดับ โดยที่ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดของทั้ง 12 เดือน คือ เดือนสิงหาคมเนื่องจากเป็นเดือนที่มีค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดที่ทุกระดับความสูง และเดือนเมษายนมีค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุดที่ทุกระดับ ถึงแม้ว่าเดือนเมษายนจะอยู่ในช่วงของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็ตามซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศได้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นแสดงดังรูปที่ 3 - 4

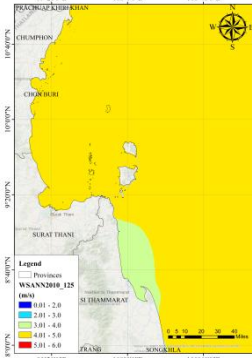


รูปที่ 3 อัตราเร็วลมเฉลี่ย 10 ปีที่ระดับความสูง 120 m ช่วงปี ค.ศ. 2001-2010

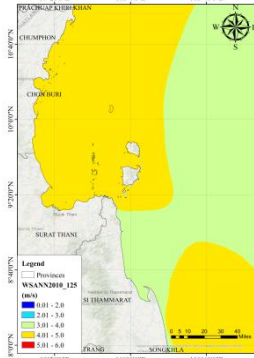
AEC-2043



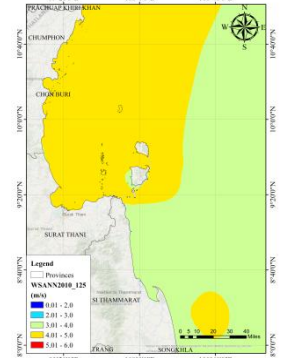
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2001



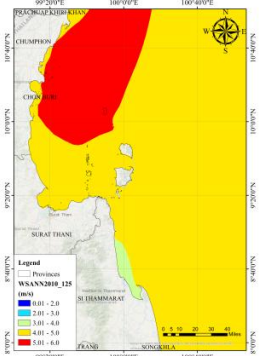
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2002



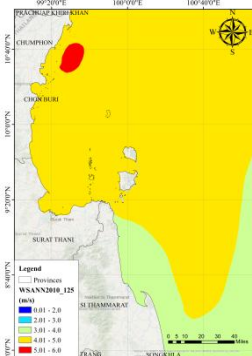
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2003



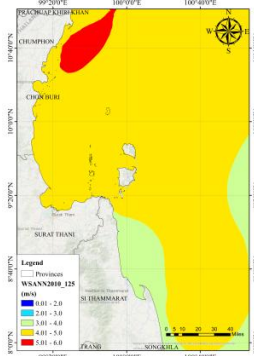
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2004



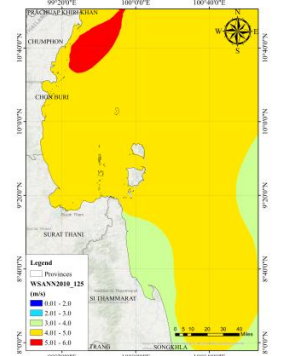
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2005



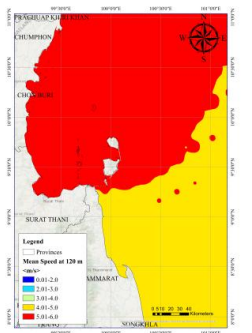
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2006



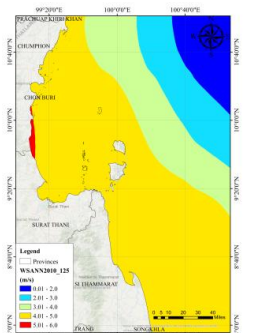
ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2007



ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2008



ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2009



ค่าเฉลี่ยรายปี ค.ศ. 2010

รูปที่ 4 อัตราเร็วลมเฉลี่ยรายปีที่ระดับความสูง 120 m ช่วงปี ค.ศ. 2001-2010

6. สรุปผลการวิจัย

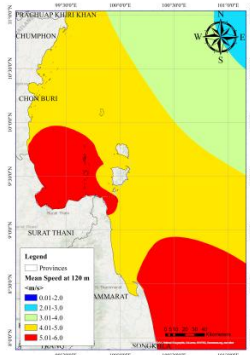
ผลการวิเคราะห์ศักยภาพอัตราเร็วลมรายเดือนพบว่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 4.07 - 5.96 m/s ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 สำหรับการประมาณค่าการผลิตไฟฟ้าของการติดตั้งโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชแบบ VSPP (ไม่เกิน 10 MW) และ SPP (ไม่เกิน 90 MW) ที่ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งกังหันลมแต่ละตัว 3 MW มีปริมาณการผลิต

พลังงานไฟฟ้า 8.11 GWh/year และ 81.18 GWh/year ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งกังหันลมแต่ละตัว 5 MW มีปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้า 6.24 GWh/year และ 56.20 GWh/year และขนาดกำลังการผลิตติดตั้งกังหันลมแต่ละตัว 7 MW มีปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้า 3.07 GWh/year และ 36.84 GWh/year ผลการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมนอกชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัด

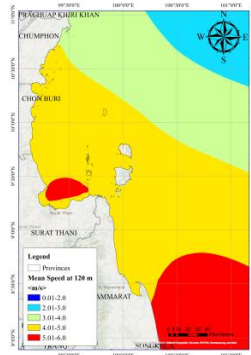
AEC-2043

นครศรีธรรมราช เมื่อเพิ่มค่า Adder ไปเป็น 3.5 - 12 Baht/kWh ระยะเวลาคืนทุนจะอยู่ในช่วง 5 - 15 ปี โดยความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมในรูปแบบของ SPP ในพื้นที่บริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชจะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วลมและต้นทุนของโครงการ เมื่อพิจารณาจำนวนโรงไฟฟ้า

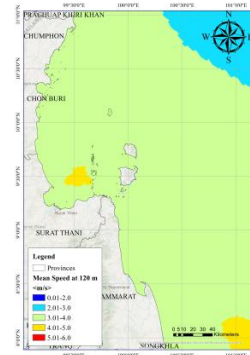
ฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตไม่เกิน 90 MW พบว่าโรงไฟฟ้าฟาร์มกังหันลมจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้สามารถติดตั้งฟาร์มกังหันลมมากที่สุดคือขึ้นอยู่กับราคาของกังหันลมที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและความเหมาะสมของอัตราเร็วลม แสดงในตารางที่ 2 และ 3



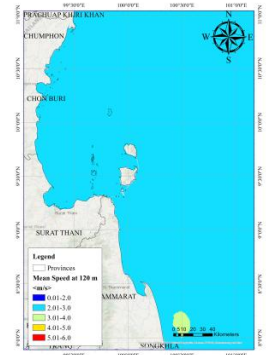
January



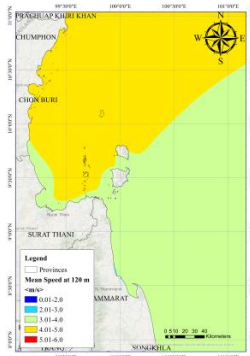
February



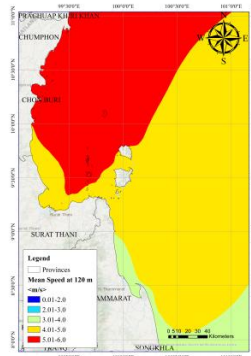
March



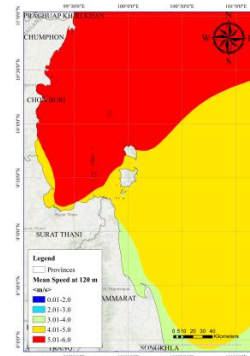
April



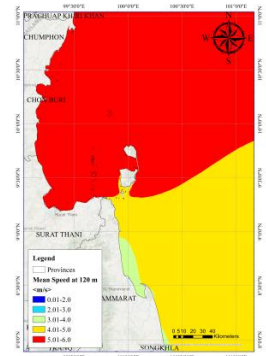
May



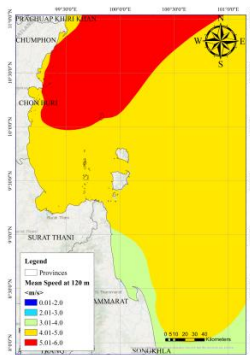
June



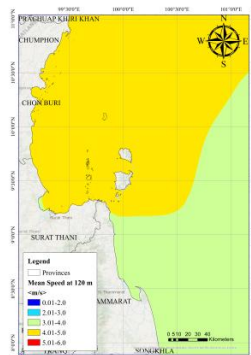
July



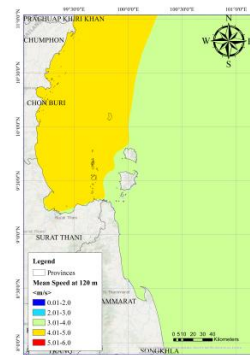
August



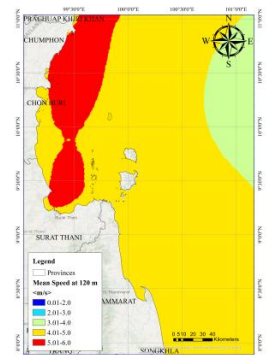
September



October



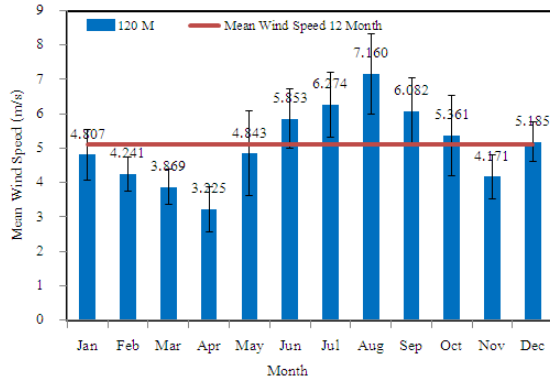
November



December

รูปที่ 5 อัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับความสูง 120 m ช่วงปี ค.ศ. 2001-2010

AEC-2043



รูปที่ 6 อัตราเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับความสูง 120 เมตร ในช่วงปี ค.ศ. 2001 - 2010

ตารางที่ 2 ค่ากำลังผลิตไฟฟ้ารายปีกับค่าประสิทธิภาพกำลังการผลิตไฟฟ้าแบบ VSPP (ไม่เกิน 10 MW)

Parameter	V112 (3 MW)	Repower (5 MW)	V164 (7 MW)
AEP (GWh/Year)	8.11	6.24	3.07
CF (%)	1.02	7.12	5.00

ตารางที่ 3 ค่ากำลังผลิตไฟฟ้ารายปีกับค่าประสิทธิภาพกำลังการผลิตไฟฟ้าแบบ SPP (ไม่เกิน 90 MW)

Parameter	V112 (3 MW)	Repower (5 MW)	V164 (7 MW)
AEP (GWh/Year)	81.18	56.20	36.84
CF (%)	1.02	7.12	5.00

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (สนพ.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยมหาบัณฑิต กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับข้อมูลและข้อชี้แนะในการติดตั้งโปรแกรมและขอขอบคุณหน่วยวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง) สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการศึกษารววิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. นโยบายและแนวทางการปรับปรุงแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2555-2559. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ, 2555.
- [2] Lebassi, B. and Buskirk, R. V., Numerical Simulation of Wind Distributions for Resource Assessment in Southern Eritrea, East Africa, 500 El Camino Real, Santa Clara, CA 95053 MS 90-4000, 1 Cyclotron Road, Berkeley, CA 94720
- [3] Medvigy D., Paul R. Moorcroft, Roni Avissar and Robert L. Walko. 2005. Mass Conservation and Atmospheric Dynamics in the Regional Atmospheric Modeling System (RAMS), Environmental Fluid Mechanics, Vol. 5, pp. 109–134.
- [4] Technical Description, The Regional Atmospheric Modeling System. www.atmet.com/html/docs/rams/rams_techman.pdf
- [5] Applied Meteorology Unit and Kennedy Space Center. (2001). Final Report on the Evaluation of the Regional Atmospheric Modeling System in the Eastern Range Dispersion Assessment System, NASA Contractor Report CR-2001-210259.
- [6] Yamaguchi A, Ishihara T. and Fujino Y., 2003. An Assessment of Offshore Wind Energy Potential using Mesoscale Model and GIS, European Wind Energy Conference.
- [7] Tang, Y., (2002), A Case Study of Nesting Simulation for the Southern Oxidants Study 1999 at Nashville, Atmospheric Environment, Vol. 36, pp. 1691-1705.