

# การประเมินศักยภาพของพลังงานลมด้วยระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาค: กรณีศึกษาพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทย

## Assessment of Wind Energy using Global Wind Atlas Methodology: A Case Study of Central Region of Thailand

ลัทธวรรณ นียมธรรม<sup>1\*</sup> จอมภพ แวศักดิ์<sup>2</sup> และชนะ จันทร์จำ<sup>3</sup>  
Lattawan Niyontham<sup>1\*</sup>, Jompob Waewsak<sup>2</sup> and Chana Chuncham<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการประเมินศักยภาพพลังงานลมในบริเวณพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทย เพื่อตอบสนองนโยบายแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ผลการประเมินศักยภาพพลังงานลมจะแสดงอยู่ในรูปของแผนที่อัตราเร็วลม ซึ่งอาศัยระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาคที่ได้รับการพัฒนาโดย DTU Wind Energy ร่วมกับ Vortex ซึ่งสนับสนุนโดยธนาคารแห่งชาติ (World Bank Group) ในการวิเคราะห์และประมาณค่าอัตราเร็วลม พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของผลการประเมิน โดยอาศัยแผนที่อัตราเร็วลมที่ระดับความสูง 100 mเหนือพื้นดิน ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำจากข้อมูลตรวจวัดจากเสาวัดลมที่จำนวน 6 ต้นภายในพื้นที่ศึกษา ระเบียบวิธีแผนที่ลมอาศัยฐานข้อมูลภูมิอากาศ ERA5 ย้อนหลัง 10 ปี (ค.ศ. 2008-2017) จาก European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ที่ความแยกชัด 30 km เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองบรรยากาศระดับปานกลาง WRF เพื่อทำการย่อยส่วนให้มีความแยกชัดของกริดเท่ากับ 3 km ผลลัพธ์จากแบบจำลองดังกล่าวจะเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองการไหลของลมระดับจุลภาค WASP ร่วมกับฐานข้อมูลภูมิประเทศความแยกชัดสูงระดับ 30 m ผลการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำพบว่า แผนที่อัตราเร็วลมจากระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาคมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 16.31 เมื่ออาศัยแผนที่ดังกล่าวในการประเมินศักยภาพของพลังงานลมในพื้นที่ศึกษาพบว่า บริเวณที่มีศักยภาพของพลังงานลมสูงกว่า 6.0 m/s อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการติดตั้งเสาวัดลมและประเมินศักยภาพในระดับ Micro-siting สำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** แบบจำลองบรรยากาศ แบบจำลองการไหลของลม พลังงานลม กระบวนการย่อยส่วน ฐานข้อมูลภูมิอากาศ

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาเอก, สาขาการพัฒนที่ยั่งยืน วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

<sup>2</sup> รศ.ดร., สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

<sup>3</sup> นักวิจัย, ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

<sup>1</sup> Ph.D. Candidate, Division of Sustainable Development, International College, Thaksin University, Songkhla 90000

<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung, 93210

<sup>3</sup> Researcher, Solar-Wind Energy Laboratory, Research Center in Energy and Environment, Thaksin University, Phatthalung 93210

\* Corresponding author: E-mail address: lattawan.n@gmail.com

(Received: January 31, 2020; Revised: March 23, 2020; Accepted: March 23, 2020)

## Abstract

This research presents wind energy assessment in the central region of Thailand in order to response the national policy Power Development Plan (PDP2018) that helps to increase the proportion of electricity generation from wind energy. Wind speeds are represented in the wind atlas by using the global wind atlas methodology that developed by DTU Wind Energy and Vortex under the support by World Bank Group. Wind atlas at the level of above 100 m was validated using measured wind speed data obtained by 6 masts in the central region of Thailand. The Global Wind Atlas (GWA) methodology applied the wind climate of ERA5 in the period of 10 years (2008 – 2017) provided by European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) at resolution of 30 km forced with mesoscale WRF atmospheric modeling under 3 km resolution. Results from mesoscale were input for microscale wind flow WAsP modeling along with digital 30 m high-resolution topography. Results showed that the mean error of wind at 100 m obtained from GWA methodology was 16.31%. Based on wind atlas by GWA methodology, it was found that were potential areas with mean wind speed more than 6.0 m/s in the western, northeastern and southern of the study area. Wind atlas by GWA methodology could be used for met mast installation for further micro-siting in a wind power plant development.

**Keywords:** Atmospheric Model, Wind Flow Model, Wind Energy, Downscaling Process, Wind Climate Database

## บทนำ

พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เติบโตเร็วที่สุดในโลก เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถแข่งขันกับเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ทั้งทางด้านศักยภาพและราคา แต่การลงทุนในพลังงานลมมีความเสี่ยงสูง เนื่องจากความเร็วและกำลังลมมีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามฤดูกาล การหาสมมูลการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลร่วมกับพลังงานลมให้มีสัดส่วนที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้ได้แหล่งพลังงานที่น่าเชื่อถือมีราคาถูก และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างความมั่นคงและยั่งยืนทางด้านพลังงาน

การนำพลังงานลมมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า สิ่งสำคัญอันดับแรกคือ การประเมินอัตราเร็วลมที่มีในพื้นที่ ซึ่งสามารถทำได้โดยการจัดทำแผนที่อัตราเร็วลมโดยอาศัยแบบจำลองจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ แบบจำลองบรรยากาศ และหลักการทางสถิติ ร่วมกับอาศัยข้อมูลลมที่ได้จากการตรวจวัดหรือจากฐานข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลลักษณะภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองมาเพื่อประมาณค่าอัตราเร็วลม การวิเคราะห์พลังงานที่ผลิตได้จากกังหันลมเป็นสิ่งสำคัญอันดับที่สองของการประเมินศักยภาพพลังงานลม เพื่อใช้ในการระบุพื้นที่ที่สามารถพัฒนาเป็นทุ่งกังหันลมได้ในอนาคตและใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจการลงทุน โดยการใช้พลังงานลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า อัตราเร็วลมหรือกำลังลมจะต้องสม่ำเสมอ เฉลี่ยทั้งปีควรมากกว่า 6.4 – 7.0 m/s ที่ระดับความสูง 50 เมตร จึงจะสามารถผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมได้ดี แต่เนื่องด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน กังหันลมผลิตไฟฟ้า

ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมากให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถเริ่มผลิตพลังงานได้ที่อัตราเร็วลมต่ำ (2.5–3 m/s) และมีความสูงของหอคอยเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 150 เมตร เหมาะสำหรับประเทศที่มีศักยภาพอัตราเร็วลมไม่สูงมากนัก

ณ ปัจจุบัน ประเทศไทยสามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้ 1,506.82 MW (ข้อมูล ณ วันที่ 24 กรกฎาคม 2562) [1] โดยมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานลมประเภทผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก (SPP) จำนวน 22 โรง กำลังการผลิตติดตั้งรวม 1,455.35 MW และประเภทผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กมาก (VSPP) จำนวน 8 โรง กำลังการผลิตติดตั้งรวม 39.42 MW [2] และในปี พ.ศ. 2561 รัฐบาลได้ทำการทบทวนและปรับปรุงแผน PDP2018 (ปี พ.ศ. 2561 – 2580) โดยกำหนดให้มีการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมจำนวน 1,485 MW เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายในแผน PDP 2015 ที่มีเป้าหมายผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมจำนวน 3,002 MW ภายในปี พ.ศ. 2579 [3-4] ทั้งนี้ ที่ผ่านมามาประเทศไทยได้มีการศึกษาจัดทำแผนที่อัตราเร็วลมและประเมินศักยภาพพลังงานลมในหลายๆพื้นที่ของประเทศทั้งในและนอกชายฝั่งทะเล เพื่อเสาะหาแหล่งพลังงานลมที่มีศักยภาพดีพอที่สามารถติดตั้งฟาร์มกำหนดลมสำหรับผลิตไฟฟ้าได้ ยกตัวอย่างเช่น บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้ทำการพัฒนาแผนที่ศักยภาพพลังงานลมที่ความละเอียด 1 km ครอบคลุมประเทศไทยโดยอาศัยเทคนิคการจำลองแบบสเกลปานกลาง-สเกลจุลภาคร่วมกัน [5] และในปี พ.ศ. 2554 เสริมจันทร์ฉาย และคณะ ทำการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานลมระดับสเกลปานกลางความละเอียด 3 km สำหรับประเทศไทยฉบับใหม่ โดยใช้แบบจำลองบรรยากาศสเกลปานกลาง KAMM [6] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะพื้นที่ โดยจอมภพ และคณะ ได้จัดทำแผนที่พลังงานลมความละเอียดแยกชัดสูง 200 m ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและสงขลาด้วยแบบจำลองบรรยากาศร่วมกับข้อมูลภูมิอากาศระยะยาว NCEP/NCAR [7] และศึกษาแหล่งพลังงานลมบริเวณอำเภอปากพะนิงและอำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราชด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ [8] อีกทั้งประเมินศักยภาพพลังงานลมนอกชายฝั่งทะเลอ่าวไทยพร้อมกับประเมินความเป็นไปได้ในการติดตั้งฟาร์มกังหันลม [9, 10] ซึ่งจากการศึกษาดังที่กล่าวมาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ประเทศไทยมีอัตราเร็วลมต่ำถึงปานกลาง (3–5 m/s) แต่ในบางพื้นที่ อาทิเช่น ภาคใต้และพื้นที่นอกชายฝั่งอ่าวไทย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมเพียงพอ (มากกว่า 6 m/s) ที่อาจจะสามารถพัฒนาเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้ ดังนั้น การศึกษาและประเมินศักยภาพเฉพาะแหล่งที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของพลังงานลมบริเวณพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทยที่แสดงในรูปแบบของแผนที่อัตราเร็วลมโดยอาศัยระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาค ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการติดตั้งเสาวัดลมและประเมินศักยภาพในระดับ Micro-siting สำหรับการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลมได้ในลำดับต่อไป

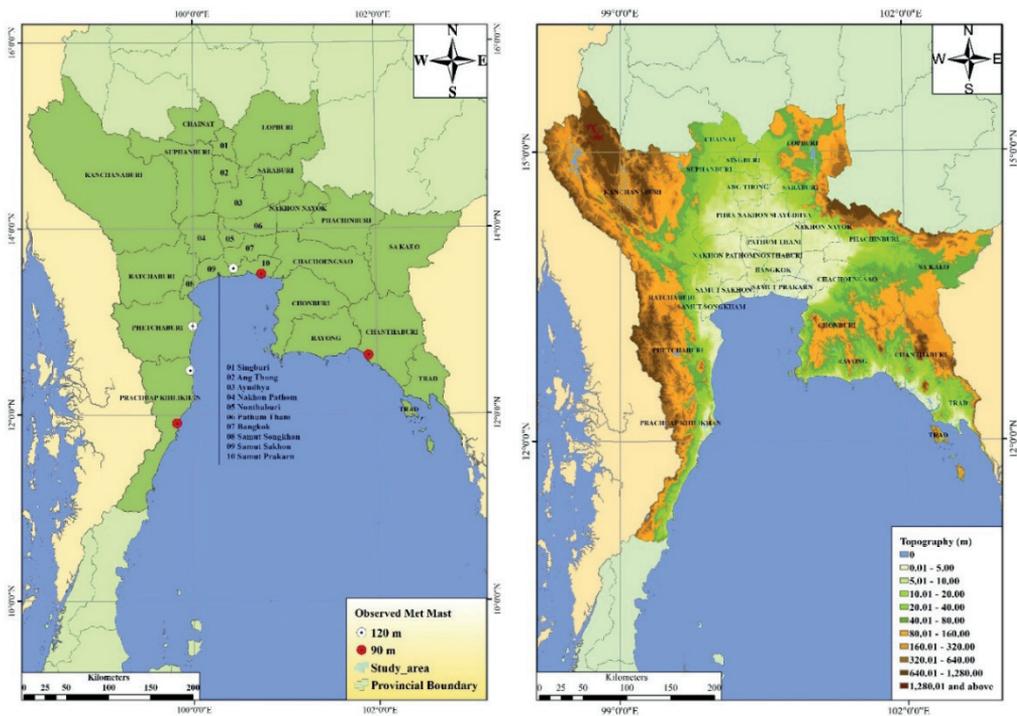
## ระเบียบวิธีวิจัย

### 1. พื้นที่ศึกษา

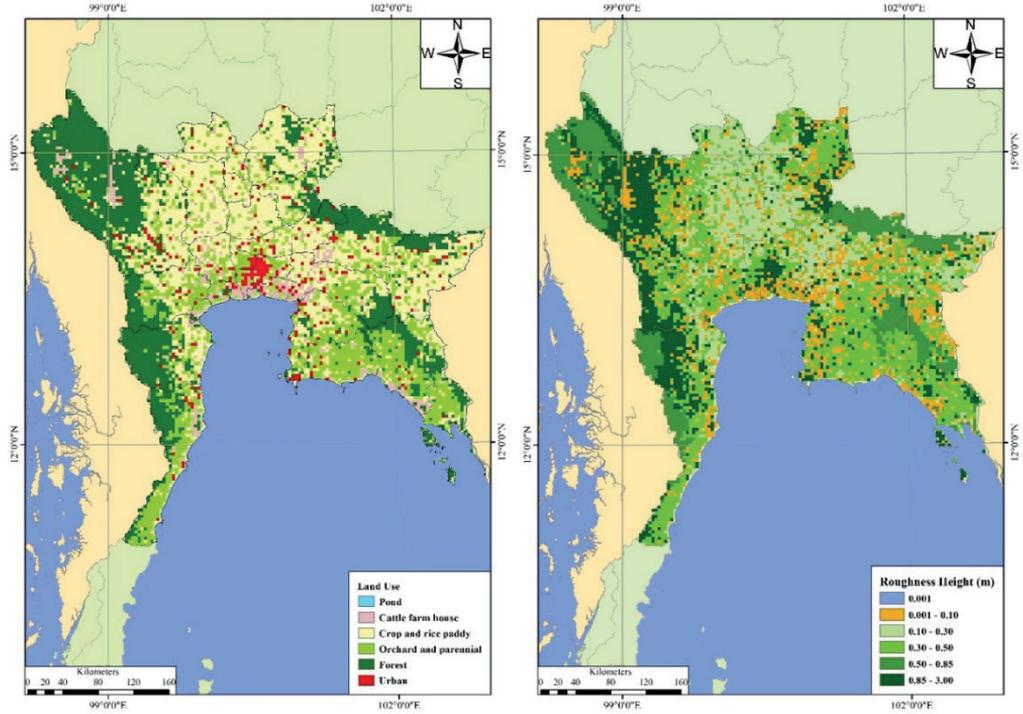
พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ 26 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง อุทัยธานี สุพรรณบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการ ลพบุรี สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี

ระของ จันทบุรี ตราด กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ครอบคลุมพื้นที่ 104,124.8 km<sup>2</sup> แสดงดั่งภาพที่ 1 ซ้ายมือ โดยในพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำตอนกลางและเทือกเขาสูงตามแนวตะวันตก ได้แก่เทือกเขาถนนธงชัยและเทือกเขาตะนาวศรี และตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่เทือกเขาใหญ่ ทิวเขาแดงพญาเย็น เขาเขียว และเทือกเขาสูงในพื้นที่ตะวันออกของพื้นที่ศึกษาได้แก่ เทือกเขาบรรทัด โดยมีระดับความสูงสูงสุดประมาณ 1,280 m แสดงดั่งภาพที่ 1 ขวามือ

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาประกอบอาศัยข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2551 ด้วยสิ่งปกคลุมดินต่างๆ ดังนี้ พื้นที่ป่า พื้นที่ปศุสัตว์ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่นาข้าว พื้นที่ปลูกข้าวโพด พื้นที่ปลูกพืชผสม พื้นที่ป่าและเขตเมืองแสดงดั่งภาพที่ 2 ซ้ายมือ โดยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจะถูกนำไปแปลงเป็นระยะความสูงของความขรุขระซึ่งมีอิทธิพลต่อโปรไฟล์ของลมทางดั่งค่าความสูงความขรุขระเชิงพื้นที่ของพื้นที่ศึกษาแสดงดั่งภาพที่ 2 ขวามือ



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยและตำแหน่งของเสาวัดลม (ซ้าย)  
และระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา (ขวา)



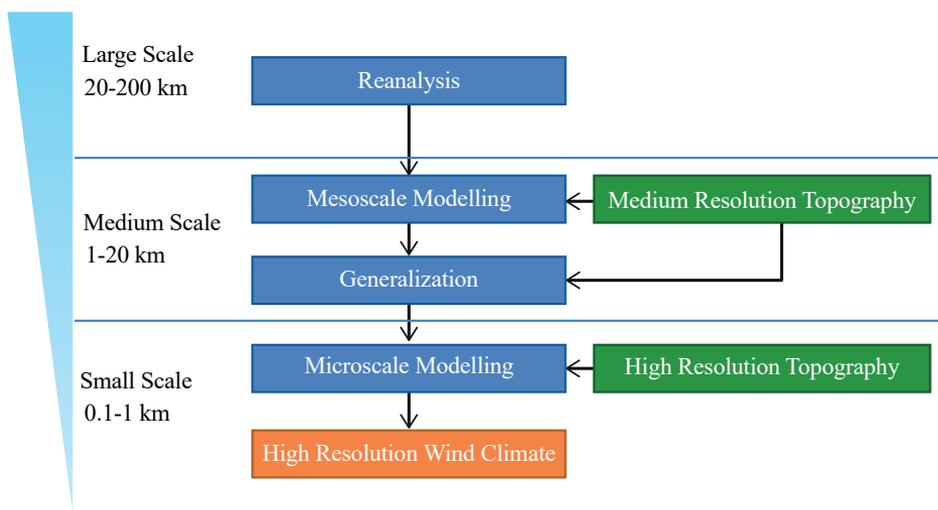
ภาพที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและความสูงความขรุขระของพื้นที่ศึกษา

## 2. ระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาค

ระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาค (GWA) เวอร์ชัน 3.0 แสดงดังภาพที่ 3 เป็นการพัฒนาแผนที่ลมร่วมกันระหว่าง Department of Energy ณ Technical University of Denmark (DTU Wind Energy) และ World Bank Group (World Bank และ International Finance Corporation (IFC)) ต่อมา World Bank Group ได้คัดเลือก Vortex ซึ่งเป็นผู้นำทางด้านจัดการวิเคราะห์แหล่งข้อมูลทรัพยากรลมเชิงพาณิชย์สำหรับการปรับปรุงข้อมูลลมระดับมหภาค โดยการรันแบบจำลองระดับปานกลาง (Mesoscale Model) ที่ความแยกชัด 9 km ร่วมกับฐานข้อมูลภูมิอากาศ ERA-interim Re-analysis ในระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาคเวอร์ชัน 2.0 สำหรับระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาคเวอร์ชัน 3.0 นี้ แหล่งทรัพยากรลมได้ถูกคำนวณให้มีความแม่นยำเพิ่มสูงขึ้น โดยอาศัยระเบียบวิธีและฐานข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดย Vortex ได้เลือกใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาระยะเวลา 10 ปี จากแบบจำลองระดับปานกลางแทนที่จะทำการจำลองแบบโดยการ Ensemble ที่ความแยกชัด 3 km ร่วมกับฐานข้อมูล ERA5 Re-analysis และนอกจากเป็นการปรับปรุงข้อมูลจากแบบจำลองบรรยากาศแล้ว ใน GWA 3.0 ยังเป็นการปรับปรุงระดับความสูงและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินในการจำลองแบบระดับจุลภาคอีกด้วย

ระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาค (Global Wind Atlas (GWA) Methodology) อาศัยกระบวนการย่อส่วน (Downscaling Process) โดยเริ่มจากข้อมูลภูมิอากาศขนาดใหญ่ (Large-scale Wind Climate Data) ซึ่งอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์จากแบบจำลองบรรยากาศ (Atmospheric Re-analysis Data) ได้แก่ชุดข้อมูล

ERA-5 จาก European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ในช่วงระยะเวลาปี ค.ศ. 2008-2017 ที่ความแยกชัด 30 km เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองระดับปานกลาง WRF ที่ความแยกชัดของกริด 3 km จะทำให้ได้ผลลัพธ์ของชุดภูมิอากาศลมทั่วไป (Generalized Wind Climate) ที่มีระยะกริดเท่ากับชุดข้อมูลระดับปานกลาง หลังจากนั้นจะเป็นการนำเข้าชุดข้อมูลลมดังกล่าวกับแบบจำลองการไหลของลมระดับจุลภาค WAsP และสิ้นสุดที่ข้อมูลลมภูมิอากาศระดับจุลภาค (Microscale Wind Climate Data) โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลลมที่ระดับความสูง 10 m 50 m 100 m 150 m และ 200 m สำหรับบทความวิจัยนี้จะนำเสนอแผนที่ลมจากระเบียบวิธี GWA ที่ระดับความสูง 50 m 100 m 150 m และ 200 m เหนือพื้นดินเท่านั้น ซึ่งเป็นระดับความสูงของศูนย์กลางส่วนหมุนของกังหันลมขนาดใหญ่เชิงพาณิชย์สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานลมในปัจจุบัน



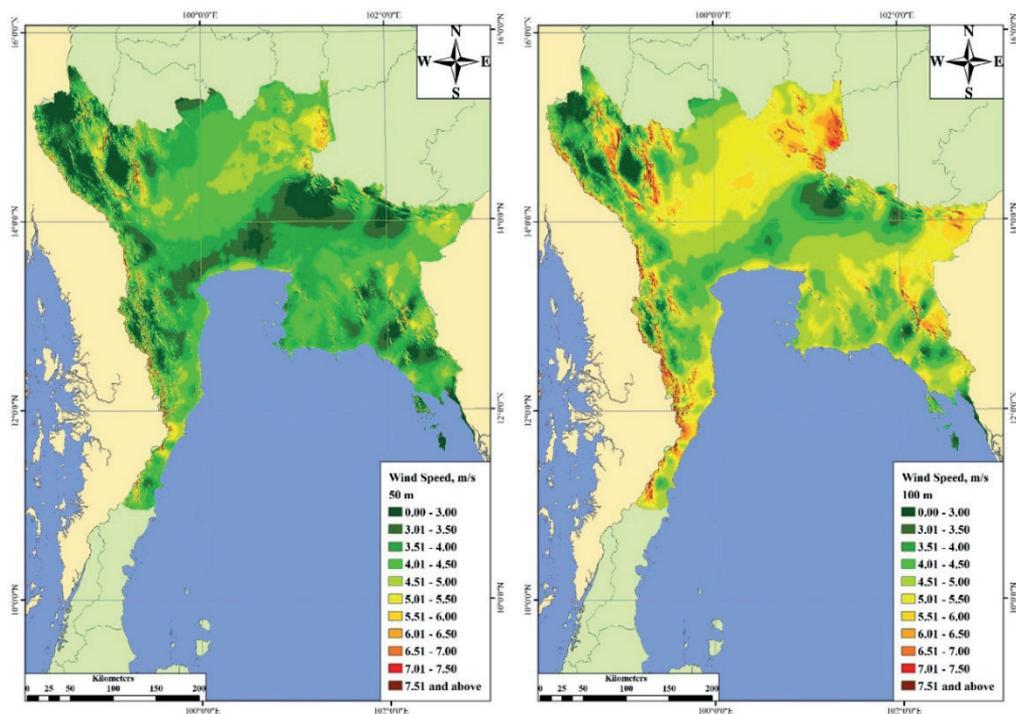
ภาพที่ 3 ระเบียบวิธีแผนที่ลมระดับมหภาค (GWA)  
 ที่มาข้อมูล <https://globalwindatlas.info/about/method>

### 3. การตรวจสอบความถูกต้อง

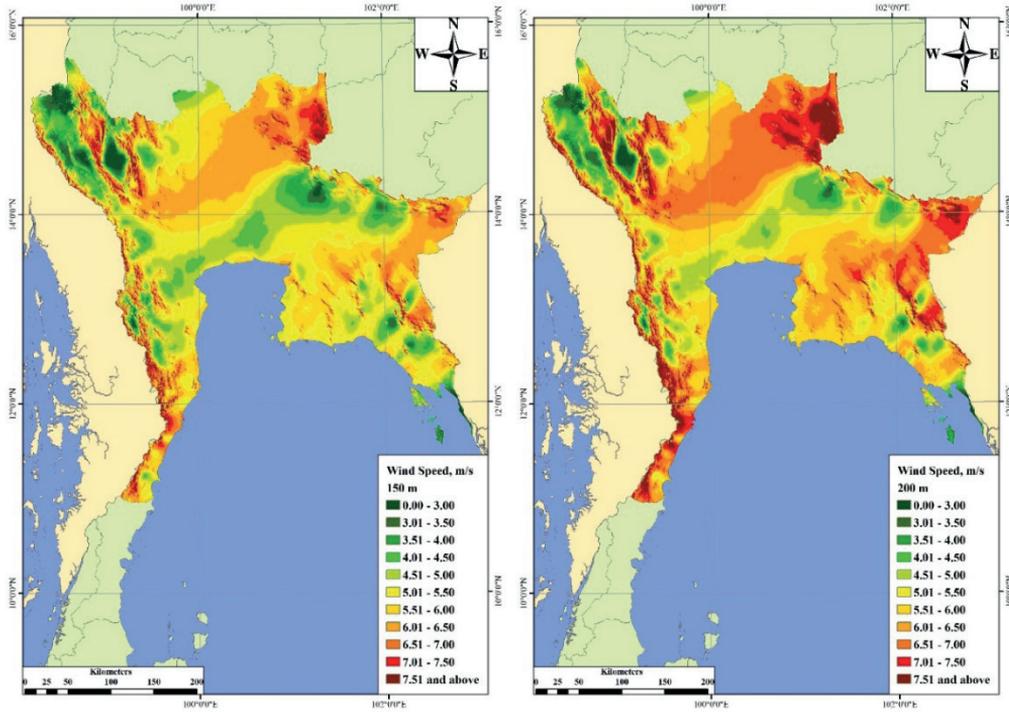
เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของแผนที่ลมจากระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาค (GWA) ข้อมูลลมตรวจวัดจากเสาวัดลมในช่วงปี ค.ศ. 2014-2016 แสดงตำแหน่งติดตั้งในพื้นที่ศึกษาแสดงดังภาพที่ 1 ซ้ายมือ ที่ระดับความสูง 90 m และ 120 m ถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยการประมาณค่านอกช่วงและการประมาณค่าในช่วงโดยใช้กฎ Log Law ที่ค่า Exponent เท่ากับ 1/7 เพื่อประมาณค่าที่ระดับความสูง 100 m สำหรับการนำไปวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดกับข้อมูลลมอัตราเร็วลมที่ระดับความสูงเดียวกันจากระเบียบวิธี GWA ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ค่าร้อยละความผิดพลาดสัมพัทธ์ (Percent Mean Relative Error)

### ผลและอภิปรายผล

แผนที่อัตราเร็วลมจากระเบียบวิธี GWA ที่ระดับความสูง 50 m 100 m 150 m และ 200 m เหนือพื้นดิน แสดงดังภาพที่ 4-5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บริเวณพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทยที่ความสูงมากกว่า 100 m เหนือพื้นดินมีศักยภาพพลังงานลมระดับปานกลาง อัตราเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 4.5 m/s และมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น เนื่องจากอิทธิพลจากแรงเสียดทานของลมลดลง ความต้านทานของแรงเสียดทานที่เกิดจากความขรุขระของพื้นผิวจากสิ่งปกคลุมพื้นดินลดลง ทำให้การไหลของลมเปลี่ยนแปลงทั้งทิศทางและความเร็วในเวลาอันสั้น แต่ในบางส่วนของพื้นที่มีอัตราเร็วลมสูงกว่า 6.0 m/s ซึ่งอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ของพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาจากอัตราเร็วลมในพื้นที่แล้ว พื้นที่ดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะสามารถพัฒนาเป็นทุ่งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าให้แก่ประเทศได้ โดยที่อัตราเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 6 m/s จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 30 GWh/y สำหรับโรงไฟฟ้าขนาด 10 MW และมีค่าคาร์ปาซิติแฟกเตอร์ประมาณ 35% แต่การตัดสินใจติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้ายังต้องมีปัจจัยอีกหลายด้านนอกเหนือจากศักยภาพพลังงานลมเข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิเช่น ลักษณะพื้นที่บริเวณที่จะติดตั้ง การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ดังกล่าว รวมถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ดังนั้นการพัฒนาติดตั้งทุ่งกังหันลมสำหรับประเทศไทยจึงควรทำการศึกษาให้รอบคอบและละเอียดในทุกๆด้านเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพที่เหมาะสมที่สุดเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลม

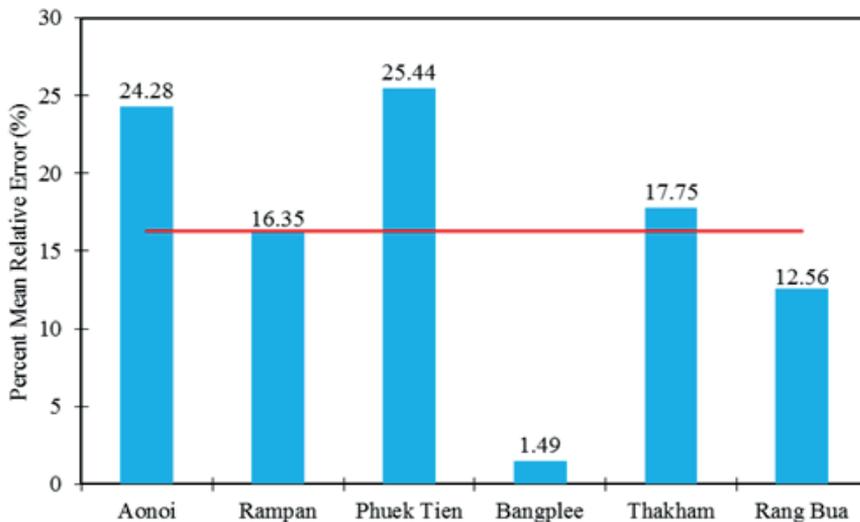


ภาพที่ 4 แผนที่ลมจากระเบียบวิธี GWA ที่ระดับความสูง 50 m เหนือพื้นดิน (ซ้าย) และ 100 m เหนือพื้นดิน (ขวา)



ภาพที่ 5 แผนที่ลมจากระเบียบวิธี GWA ที่ระดับความสูง 150 m เหนือพื้นดิน (ซ้าย) และ 200 m เหนือพื้นดิน (ขวา)

สำหรับการตรวจสอบแผนที่ลมระดับมหภาคอาศัยข้อมูลอัตราเร็วลมจากการตรวจวัดที่ระดับความสูง 90 m และ 120 m จำนวน 6 สถานี ในการประเมินค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ย (Percent Mean Relative Error) พบว่า ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ยของแต่ละสถานีในช่วงร้อยละ 1.49 – 25.44 ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ยแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 6 โดยเส้นสีแดงแสดงค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เฉลี่ย ซึ่งมีค่าร้อยละ 16.31



ภาพที่ 6 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ลมจากระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาค

## สรุป

การประเมินศักยภาพของพลังงานลมด้วยระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาคที่ได้รับการพัฒนาโดยDTU Wind Energy ร่วมกับ Vortex โดยการสนับสนุนงบประมาณจาก World Bank Group พบว่าบริเวณพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทยที่มีความสูงมากกว่า 100 m เหนือพื้นดิน มีศักยภาพของพลังงานลมสูงกว่า 6.0 m/s อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ของพื้นที่ศึกษา และผลการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำพบว่าแผนที่ลมจากระเบียบวิธีแผนที่ลมมหภาคมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 16.31

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สำหรับข้อมูลลมตรวจวัดสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ลม

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2019). *Calendar Year of Renewable Energy: July 2019* (Online). Retrieved 13 November 2019, from <https://www.dede.go.th>.
- [2] Energy Regulatory Commission. (2019). *The database system of SPP/VSPP* (Online). Retrieved 13 November 2019, from <http://www.erc.or.th/ERCSP>.
- [3] Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2018). *Thailand Power Development Plan 2018-2037 (PDP2018)*(Online). Retrieved 13 September 2019, from <http://www.eppo.go.th/power/PDP2018/PDP2018.pdf>.
- [4] Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2015). *Thailand Power Development Plan 2015-2036 (PDP2015)*(Online). Retrieved 15 December 2015, from <http://www.eppo.go.th/power/PDP2015/PDP2015.pdf>.
- [5] Manomaiphiboon, K., Prabamroong, A., Chanaprasert, W., Rajpreja, N., & Tung, P.T. (2010). *Wind resource assessment using advanced atmospheric modeling and GIS analysis: final report*. Bangkok: Thailand Research Fund.
- [6] Janjai, S., Masiri, I., Promsen, W., Pattarapanitchai, S., Pankaew, P., Laksanaboonsong, J., Bischoff-Gauss, I., & Kalthoff, N. (2014). Evaluation of wind energy potential over Thailand by using an atmospheric mesoscale model and a GIS approach. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 129, 1–10.
- [7] Waewsak, J., Landry, M., & Gagnon, Y. (2013). High resolution wind atlas for Nakhon Si Thammarat and Songkhla provinces, Thailand. *Renewable Energy*, 53, 101–110.
- [8] Chiwamongkhonkarn, S., Waewsak, J., & Chaichana, T. (2014). Wind Resource Potential at Pak Panang and Chian Yai Districts of Nakhon Si Thammarat Province. *Thaksin University Journal*, 17(1), 13–20.

- [9] Waewsak, J., Landry, M., & Gagnon, Y. (2015). Offshore wind power potential of the Gulf of Thailand. *Renewable Energy*, 81, 609–626.
- [10] Chancham, C., Waewsak, J., & Gagnon, Y. (2017). Offshore wind resource assessment and wind power plant optimization in the Gulf of Thailand. *Energy*, 139, 706–731.