

การพยากรณ์อัตราเร็วลมด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ เพื่อการวิจัยขั้นสูง WRF-ARW

Forecasting of Wind Speed Using Advanced Research-WRF Model

สมพล ชีวมงคลกานต์^{1*} จอมภพ แวศศักดิ์² และชนะ จันทร์น้า³

Somphol Chiwamongkhonkarn^{1*}, Jompob Waewsak² and Chana Chancham³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพยากรณ์อัตราเร็วของลมสเกลปานกลางของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองสภาพอากาศเพื่อการวิจัยขั้นสูง (WRF-ARW) ซึ่งเป็นระบบพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลขที่ได้รับการพัฒนาให้เป็นระบบการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลขสเกลปานกลาง และใช้ระยะเวลาพยากรณ์ 12 วัน โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 9 กิโลเมตร และเอาต์พุตรายชั่วโมงในกระบวนการรันแบบจำลอง โดยอาศัยข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตสภาพอากาศรูปแบบการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย (FNL Reanalysis) จากศูนย์พยากรณ์แห่งชาติสหรัฐ (NCEP) และการประกอบแบบแผนการจำลองแบบ โดยอาศัยการกำหนดตัวแปร จุลภาคกายภาพ (Microphysics) แบบ WSM3 แบบการแผ่รังสีของคลื่นสั้นและคลื่นยาว รูปแบบ Dudhia และ RRTM แบบแผนพื้นผิว MM5 ส่วนชั้นผิวดินเป็นแบบแผน Unified Noah LSM และขอบเขตระดับชั้นโลก (Planetary Boundary Layer) แบบ YSU แบบแผนเมฆเป็นแบบ Kain-Fritsch จากนั้นนำผลการพยากรณ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจากเสาวัดลม 2 ตำแหน่ง ที่อำเภอชัยภูมิ และที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ระดับความสูง 117.5 เมตร และ 120 เมตร ตามลำดับ และระยะเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์อัตราเร็วลมแบ่งออกเป็น 2 ช่วงที่แตกต่างกันที่อำเภอชัยภูมิและอำเภอปากพนังในช่วงวันที่ 20-31 ธันวาคม 2017 และวันที่ 20-31 พฤษภาคม 2012 พบว่า ค่าไวลด์บลัสต์ k และ A ของอำเภอชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ จากผลการตรวจวัดและการพยากรณ์มีค่าเท่ากับ 3.58 7.63 และ 3.61 11.20 อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าเท่ากับ 3.09 6.91 และ 2.79 8.87 และค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.43 2.96 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) มีค่าเท่ากับ 13.65 14.06 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMSE) มีค่าเท่ากับ 3.69 3.75 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE) มีค่าเท่ากับ 54.05 83.95 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ลม การพยากรณ์ แบบจำลองสภาพอากาศ สเกลปานกลาง แบบแผน

¹ นิสิตปริญญาเอก หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

² รศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

³ ดร. ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

¹ Ph.D. Candidate, Energy Engineering Program, Faculty of Engineering, Thaksin University, Patthalung, 93210, Thailand

² Assoc. Prof. Dr., Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Patthalung, 93210, Thailand

³ Dr., Research Center in Energy and Environment, Faculty of Science, Thaksin University, Patthalung, 93210, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: dung_ding19@hotmail.com

(Received: April 21, 2020; Revised: June 9, 2020; Accepted: June 29, 2020)

Abstract

This study presents the mesoscale forecasting of wind speed of Thailand using an advanced research-Weather Research and Forecasting (ARW) modeling system. Numerical simulations were carried out for 12 days, with a single modeling domain with a horizontal grid resolution of 9 km centering at Sap Yai district in Chaiyaphum province and Pak Phanang district Nakhon Si Thammarat province by applying initial and boundary conditions provided by FNL (FNL Reanalysis) from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP). The case study for the ARW event used the WSM3 scheme for microphysics, Dudhia and RRTM scheme for short-long wave radiation, unified Noah LSM for Noah land surface scheme and YSU scheme for PBL processes. Wind predictions are obtained and compared with real observed data from a mast tower at height of 117.5 m and 120 m above ground level at Sap Yai and Pak Phanang districts respectively. Wind speed prediction was done based on two distinct periods, the first one was during 20-31 December 2017 on Sap Yai district and the second one was during 20-31 May 2012 on Pak Phanang district. Results showed that the Weibull parameters, i.e., k and A based on observed data was 3.58 and 7.63 while obtained from the prediction was 3.61 and 11.20 at Sap Yai district in Chaiyaphum province. For Pak Phanang district, they were found to be 3.09 and 6.91 and 2.79 and 8.87. The statistical error analysis of Sap Yai showed that the value of MAD was percentage 3.43, 2.96, MSE was 13.65, 14.06, RMSE was 3.69, 3.75 and MAPE was 54.05, 83.95 respectively.

Keywords: Wind, Forecast, WRF, Mesoscale, Scheme

บทนำ

ความต้องการใช้พลังงานที่มีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเจริญเติบโตของเมืองอุตสาหกรรมและประชากร ในขณะเดียวกัน อุตสาหกรรมทางด้านพลังงานมีความมุ่งมั่นในการที่จะผลิตพลังงานมากขึ้นและตลาดการผลิตไฟฟ้ามีการแข่งขันมากขึ้น การป้องกันปัญหาการขาดแคลนไฟฟ้าใช้นั้นจะช่วยลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับความเป็นอยู่ของประชากร ทางด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแหล่งพลังงานทดแทนเป็นทางเลือกที่มีแนวโน้มมากที่สุดสำหรับใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในขณะที่การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง เช่น การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกซึ่งทำให้เกิดกรดฝน มลพิษในเมือง และการเสื่อมสภาพของ ความหลากหลายทางชีวภาพ [1] อย่างไรก็ตามแหล่งที่มาของพลังงานทดแทนที่ไม่มีวันหมด เช่น ลม และแสงอาทิตย์ ยังมีข้อเสียเนื่องจากความไม่แน่นอนของความต้องการของแหล่งพลังงานหรือความไม่สม่ำเสมอในการให้พลังงาน และไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้เกิดการผันผวนในพลังงานขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบสายส่งหรือการดำเนินการ ดังนั้นการพยากรณ์สภาพอากาศจึงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง [2] ในประเทศไทยมีการเจริญเติบโตของฟาร์มกังหันลมผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องจากข้อมูลของคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานมีผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานจากลมที่ COD แล้ว 34 รายโดยมีกำลังการผลิตติดตั้งอยู่ที่ 1,497 MW [3] การพยากรณ์อัตราเร็วลมจึงได้กลายเป็นสิ่งสำคัญมากขึ้นเพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพลังงานลม ซึ่งมีความไม่แน่นอนให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

และเป็นประโยชน์แก่การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมจากหนึ่งคันจนถึงทั้งฟาร์มกังหันลม จากการศึกษาได้เสนอวิธีการและรูปแบบในการพยากรณ์อัตราเร็วลมโดยใช้วิธีการทางกายภาพจากแบบจำลองสภาพอากาศเพื่อการวิจัยขั้นสูง (WRF-ARW) [4] ซึ่งเป็นระบบพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลขที่ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยสำหรับการวิจัยในชั้นบรรยากาศแห่งชาติ (NCAR) มีโครงสร้างแบบแยกส่วนที่อำนวยความสะดวกในการรวมกลุ่มกันของโมเดลการประมวลผลทางกายภาพต่างๆ และแต่ละโมเดลที่มีอยู่จริงได้รับการพัฒนาโดยกลุ่มที่แตกต่างกัน [5] วิธีการทางกายภาพจากแบบจำลองสภาพอากาศเพื่อการวิจัย (WRF) ได้ถูกนำมาใช้ในช่วงปีที่ผ่านมาสำหรับการจำลองการไหลของลมผ่านภูมิประเทศที่ซับซ้อนที่มีผลที่น่าพอใจ [6] ในการศึกษาที่ใช้ข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตสภาพอากาศรูปแบบการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย (FNL Reanalysis) จากศูนย์พยากรณ์แห่งชาติสหรัฐ (NCEP) กำหนดพื้นที่ครอบคลุมทั้งประเทศไทยและอัตราเร็วลมที่ได้จากการพยากรณ์นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการตรวจวัด 2 ตำแหน่ง ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ฟาร์มกังหันลมเพื่อต้องการทราบลักษณะของความเร็วลมและความเร็วลมที่ถูกพยากรณ์สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

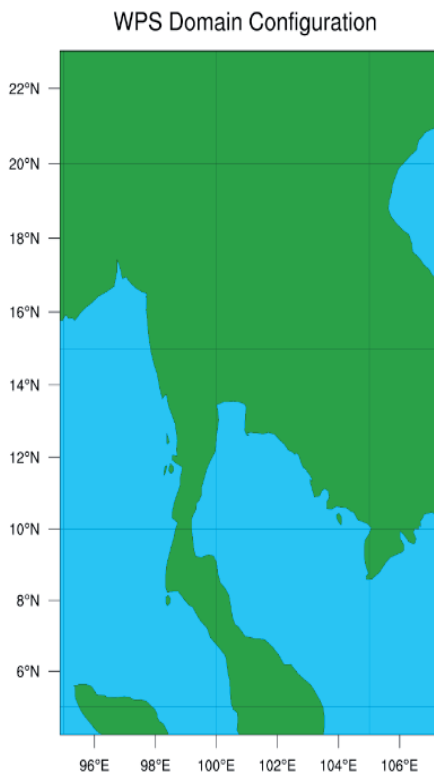
วิธีดำเนินการ

1.1 พื้นที่ศึกษาและข้อมูลอัตราเร็วลมจากการตรวจวัด

สำหรับการพยากรณ์ในการศึกษานี้ กำหนดขอบเขตโดเมนการประมวลผลแบบจำลองบรรยากาศของการศึกษามีความละเอียด 9 km จำนวน 1 โดเมน และพื้นที่ศึกษาทั่วประเทศไทยแสดงดังภาพที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบค่าที่จากการพยากรณ์อาศัยข้อมูลจากเสาวัดลม 2 ตำแหน่งคือ อำเภอชัยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ และอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นเสาวัดลมที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณฟาร์มกังหันลมและลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันคือสลับซับซ้อนกับพื้นที่ราบ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1 โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดที่อยู่ในช่วงวันที่ในช่วงวันที่ 20-31 ธันวาคม 2017 ของสถานีชัยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ และวันที่ 20-31 พฤษภาคม 2012 ของสถานีปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้ในการตรวจสอบผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง จากการพยากรณ์ข้อมูลทั้งประเทศไทย

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอัตราเร็วลม

สถานีตรวจวัด	ละติจูด (°)	ลองจิจูด (°)	ความสูงเหนือพื้นดิน (m)
อำเภอชัยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ	15.585586	101.541486	117.5
อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	8.276191	100.269145	120



ภาพที่ 1 ขอบเขตการประมวลผลแบบจำลองบรรยากาศ WRF และพื้นที่ศึกษาทั้งประเทศไทย

1.2 การตั้งค่าแบบจำลองและข้อมูลเริ่มต้น

สำหรับส่วนของการศึกษาการจำลองและการตรวจสอบโดยใช้โดเมนเดียวกับระยะห่างของความละเอียด 9 km โดยอาศัยข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตสภาพอากาศรูปแบบการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย (FNL Reanalysis) [7] 1 เดือน ที่มีช่วงเวลา 6 ชั่วโมง ความละเอียด $1^\circ \times 1^\circ$ (~100 km) จากศูนย์พยากรณ์แห่งชาติสหรัฐ (NCEP) เป็นเงื่อนไขเริ่มต้น ส่วนรูปแบบของการตั้งค่าแบบจำลองใน WRF ที่ใช้อธิบายกระบวนการทางกายภาพตามโดเมน ความละเอียด สถานที่และการประยุกต์ใช้ในงานนี้ได้ทำการคัดเลือกดังนี้ กำหนดตัวแปร จุลภาคกายภาพ (Microphysics) แบบ WSM3 แบบการแผ่รังสีของคลื่นสั้นและคลื่นยาว รูปแบบ Dudhia และ RRTM แบบแผนพื้นผิว MM5 ส่วนชั้นผิวดินเป็นแบบแผน Unified Noah LSM และขอบเขตระดับชั้น โลก (Planetary Boundary Layer) แบบ YSU แบบแผนเมฆเป็นแบบ Kain-Fritsch แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Configuration of WRF

Period Start:	00:00 UTC 20 Dec 2017 และ 00:00 UTC 20 May 2012
End:	24:00 UTC 31 Dec 2017 และ 24:00 UTC 31 May 2012
Input Data	NCEP FNL Analysis (6-hourly, $1^\circ \times 1^\circ$)
Domain	Domain 1: 9 km
Projection	Mercator

ตารางที่ 2 Configuration of WRF (ต่อ)

Period Start:	00:00 UTC 20 Dec 2017 และ 00:00 UTC 20 May 2012
End:	24:00 UTC 31 Dec 2017 และ 24:00 UTC 31 May 2012
Time Step	Time Step 60 min
Vertical Layer	28 Levels (surface to 50 hPa)
Physics Options	WSM3 Cloud Micropysics Dudhia Short Wave Radiation RRTM Long Wave Radiation YSU PBL Parameterization Kain-Fritsch Cumulus Parameterization Unified Noah LSM for Noah Land Surface Scheme

1.3 สถิติลม (Wind Statistics)

การแจกแจงไวส์นูลส์เป็นการแจกแจงทางสถิติ ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว ที่สามารถใช้แทนลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลลมสถิติ และเป็นการแจกแจงที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลลมสถิติ [8] การแจกแจงไวส์นูลส์ประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้

1) พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter, k-Shape) พารามิเตอร์รูปร่างเป็นพารามิเตอร์ที่แสดงลักษณะการกระจายของสถิติลม ในบริเวณที่มีค่า V ต่ำ แสดงว่าในบริเวณนั้นมีความเร็วลมต่ำพัดบ่อยครั้งกว่าความเร็วลมสูง และในกรณีที่มีค่า V สูง ก็จะแสดงผลที่ตรงกันข้ามกัน

2) พารามิเตอร์ระดับ (Scale Parameter, A-Scale) พารามิเตอร์ระดับเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วลมเฉลี่ย เมื่ออัตราเร็วลมเฉลี่ยมีค่าสูง A จะมีค่าสูง และเมื่ออัตราเร็วลมเฉลี่ยมีค่าต่ำ A จะมีค่าต่ำด้วย

การแจกแจงไวส์นูลส์เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ที่สามารถเขียนสมการได้ดังสมการที่ 1 [8]

$$f(V) = \frac{k}{A} \left(\frac{V}{A} \right)^{k-1} \exp \left[- \left(\frac{V}{A} \right)^k \right] \quad (1)$$

เมื่อ V คือ อัตราเร็วลม (m/s)
k คือ พารามิเตอร์รูปร่าง
A คือ พารามิเตอร์ระดับ (m/s)

1.4 การตรวจสอบความถูกต้อง

อัตราเร็วลมที่ได้จากการพยากรณ์จากแบบจำลอง WRF-ARW นำมาตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีการตรวจวัดอัตราเร็วลม ด้วยสมการทางสถิติดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ (MAD) ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMSE) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE) ดังสมการต่อไปนี้ [9]

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (2)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (4)$$

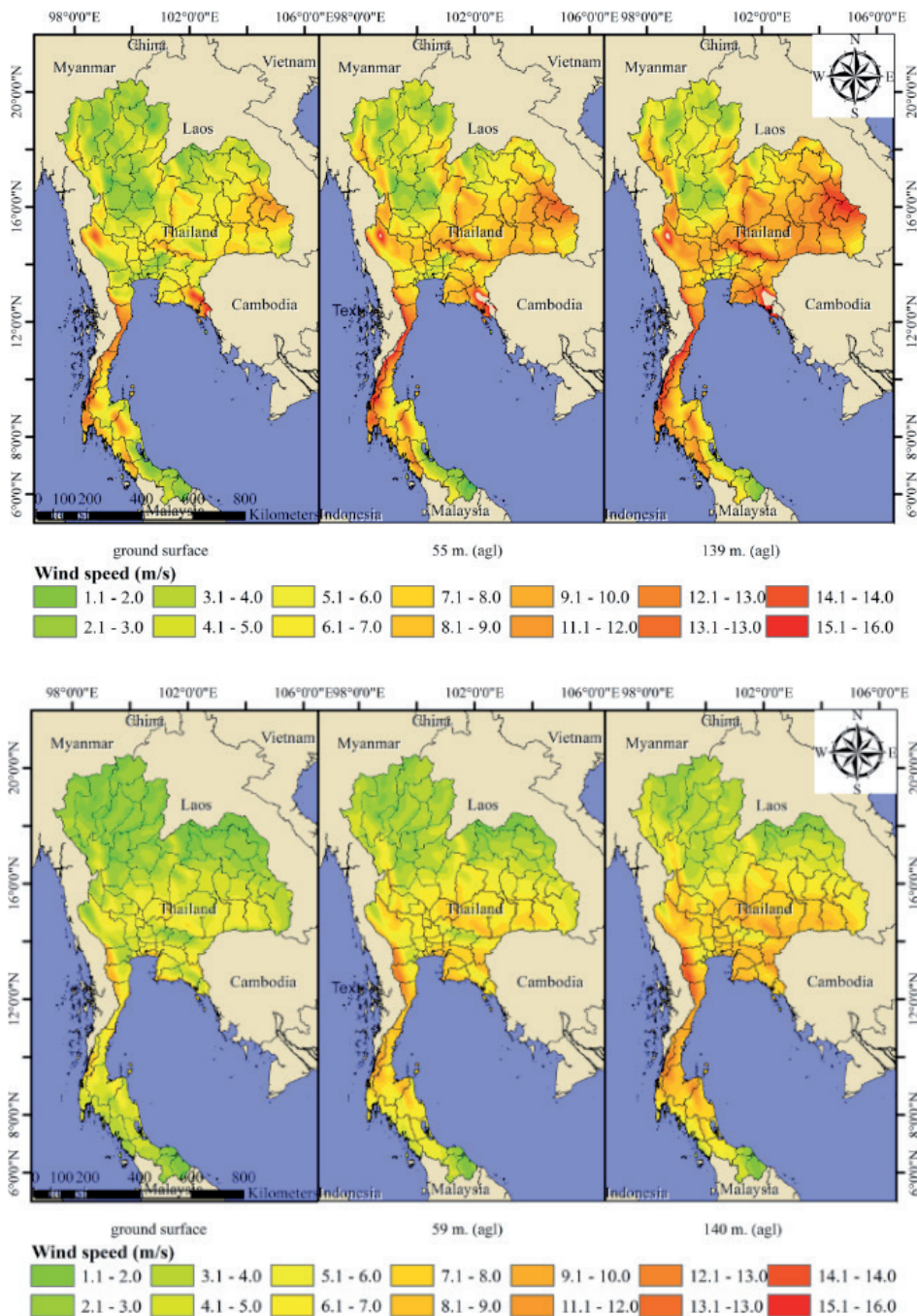
$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ A_t = ค่าตรวจวัด (m/s)
 F_t = ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ (m/s)
 n = จำนวนข้อมูล

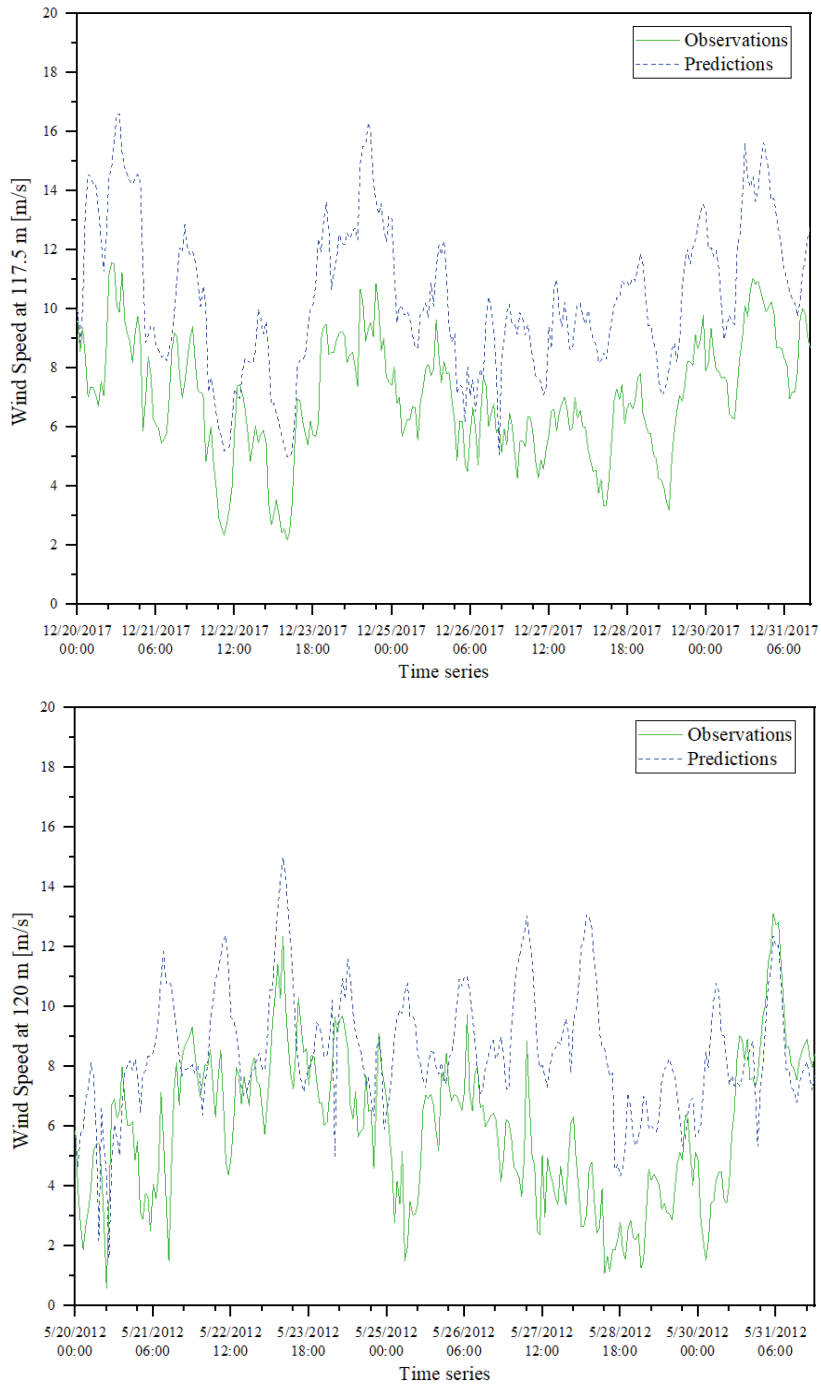
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การประเมินแบบจำลองสภาพอากาศการวิจัยและพยากรณ์ (WRF) จากเงื่อนไขสภาพอากาศวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายที่ประมวลผลโดยศูนย์พยากรณ์อากาศแห่งชาติสหรัฐ (NCEP-FNL) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความแยกชัดเชิงพื้นที่ 1 องศาหรือประมาณ 110 km และมีความถี่ทุกๆ 6 h เมื่อทำการประมวลผลตามระเบียบแบบแผนที่ตั้งค่าไว้สำหรับการประเมินแบบจำลองเพื่อการจำลองสภาพลมภายในประเทศไทย ที่ระดับความสูงสามชั้นที่ระดับความสูงพื้นผิว ระดับความสูง 55 m และ 139 m เหนือระดับพื้นดินในพื้นที่ชายใหญ่ อ.ชายใหญ่ จ.ชัยภูมิ และระดับความสูงพื้นผิว ระดับความสูง 59 m และ 140 m เหนือระดับพื้นดินของพื้นที่ อ.ปากพั่น จ.นครศรีธรรมราช สามารถจัดทำแผนที่อัตราเร็วลมแสดงดังภาพที่ 2

จากการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาของอัตราเร็วลมสถานีตรวจวัดและแบบจำลองบรรยากาศที่ระดับความสูง 117.5 m เหนือพื้นดิน ในพื้นที่ อ.ชายใหญ่ จ.ชัยภูมิ และ 120 m เหนือพื้นดิน ในพื้นที่ อ.ปากพั่น จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้แบบจำลอง สภาพอากาศเพื่อการวิจัยขั้นสูง (WRF-ARW) ซึ่งเป็นระบบพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลขที่สเกลปานกลาง โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 9 km และ เอาท์พุท รายชั่วโมง ในกระบวนการรันแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 3 เป็นการแสดงข้อมูลรายชั่วโมงระยะเวลาการพยากรณ์ 12 วัน โดยกราฟเส้นสีน้ำเงินคือข้อมูลอัตราเร็วลมจากแบบจำลอง ส่วนข้อมูลอัตราเร็วลมของการตรวจวัดแสดงเป็นเส้นสีเขียว ณ ตำแหน่ง อ.ชายใหญ่ จ.ชัยภูมิ อยู่ในช่วงวันที่ 20-31 ธันวาคม พ.ศ.2560 และ พื้นที่ อ.ปากพั่น จ.นครศรีธรรมราช อยู่ในช่วงวันที่ 20-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ผลจากแบบจำลองแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำนายอัตราเร็วลมในท้องถิ่น เมื่อนำผลจากการพยากรณ์มาเปรียบเทียบกับผลจากการตรวจวัดด้วยสามารถทางสถิติ พบว่ามีค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.43 2.96 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) มีค่าเท่ากับ 13.65 14.06 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMSE) มีค่าเท่ากับ 3.69 3.75 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE) มีค่าเท่ากับ 54.05 83.95 แสดงดังตารางที่ 3 และพบว่า ค่าไวส์บูลล์ k และ A ของชายใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ จากผลการตรวจวัดและการพยากรณ์มีค่าเท่ากับ 3.58 7.63 และ 3.61 11.20 ปากพั่น จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าเท่ากับ 3.09 6.91 และ 2.79 8.8 m/s แสดงดังภาพที่ 4



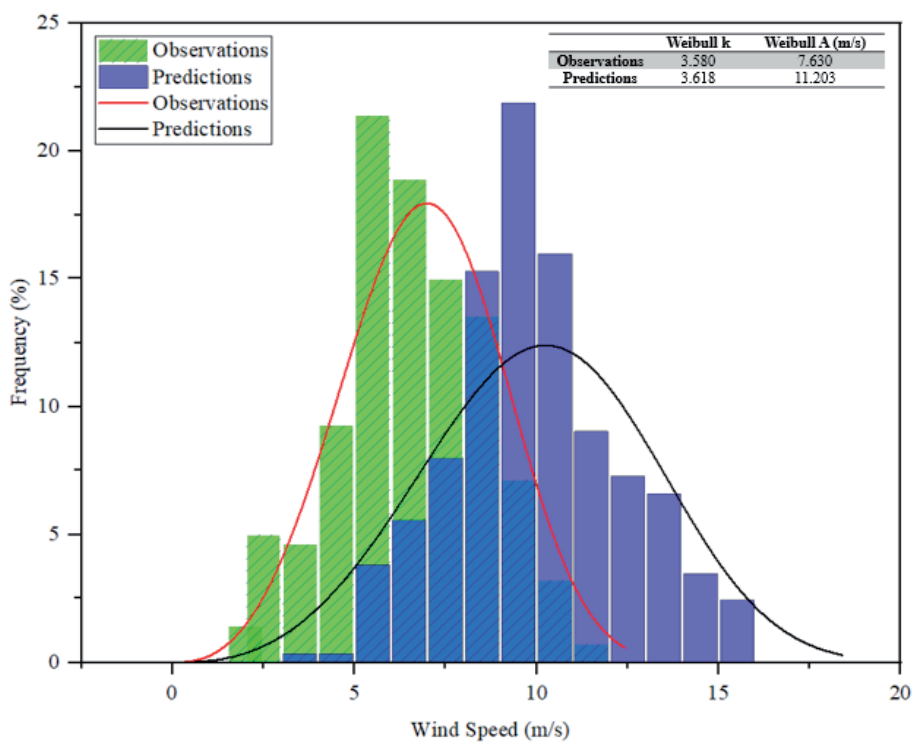
ภาพที่ 2 แผนที่อัตราเร็วลมจากแบบจำลอง WRF 20-31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่ระดับความสูงพื้นผิว ระดับความสูง 55 m และ 139 m เหนือระดับพื้นดิน (บน) แผนที่อัตราเร็วลมของ 20-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ที่ระดับความสูงพื้นผิว ระดับความสูง 55 m และ 139 m เหนือระดับพื้นดิน (ล่าง)



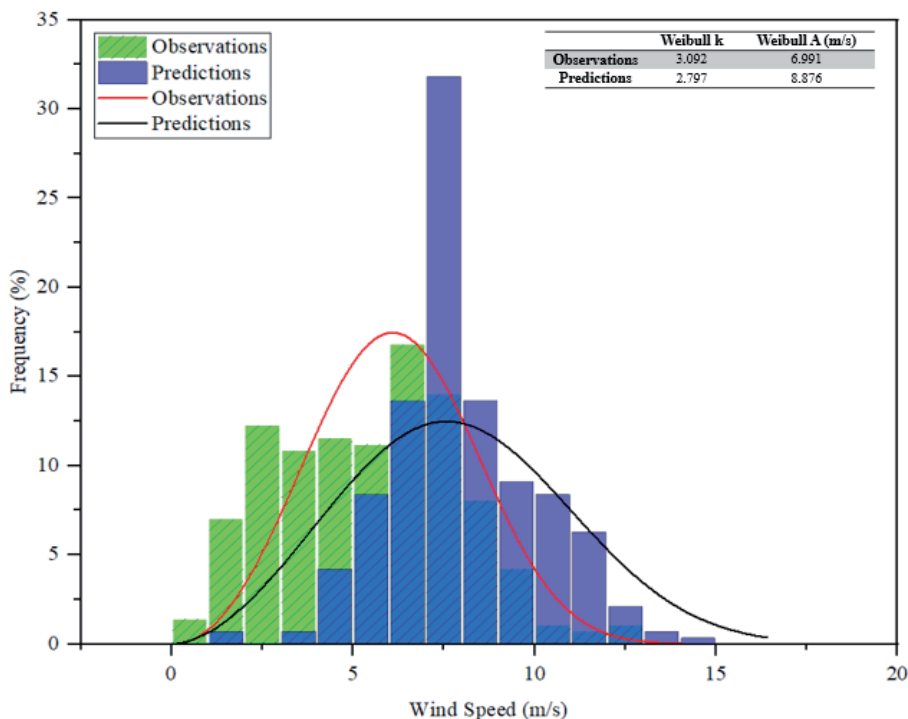
ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาของอัตราเร็วลมสถานีตรวจวัดและแบบจำลองบรรยากาศ
ที่ระดับความสูง 117.5 m เหนือพื้นดิน ในพื้นที่ อ.ชัยใหญ่ จ.ชัยภูมิ (บน) และ 120 m เหนือพื้นดิน
ในพื้นที่ อ.ปากพั่น จ.นครศรีธรรมราช (ล่าง)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากแบบจำลองกับค่าตรวจวัด

ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ย ความแตกต่าง สัมบูรณ์ (MAD)	ค่าเฉลี่ย ความผิดพลาด กำลังสอง (MSE)	รากที่สองของ ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด กำลังสอง (RMSE)	ค่าเฉลี่ย ความผิดพลาด ร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE)
พื้นที่ อ.ชัยใหญ่ จ.ชัยภูมิ	3.43	13.66	3.70	54.06
พื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช	2.96	14.06	3.75	83.96



(a)



(b)

ภาพที่ 4 อัตราเร็วลมและค่าไวบูลล์ของที่ระดับความสูง 117.5 m เหนือพื้นดิน
ในพื้นที่ อ.ชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ (a) และ 120 m เหนือพื้นดิน ในพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช (b)

สรุปผลการวิจัย

จากการพยากรณ์อัตราเร็วลมด้วยแบบจำลองสภาพอากาศการวิจัยและพยากรณ์ (WRF) จากเงื่อนไขสภาพอากาศวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายใช้ระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 วัน โดยมีความละเอียดอยู่ที่ 9 km และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการตรวจวัดจาก 2 ตำแหน่ง ในพื้นที่ อ.ชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ และในพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช การประเมินค่าความผิดพลาดที่ได้จากการพยากรณ์เพื่อวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์นั้น มีค่าความผิดพลาดค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.43 2.96 ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) มีค่าเท่ากับ 13.65 14.06 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMSE) มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดร้อยละสัมบูรณ์ (MAPE) มีค่าเท่ากับ 54.05 83.95 จากผลการทดลองจะเห็นว่าบริเวณพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชมีค่าน้อยกว่าพื้นที่จังหวัดชัยภูมิเนื่องจากปัจจัยของช่วงเวลาที่มีความแตกต่างกันความเร็วลมที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่จังหวัดชัยภูมิมีความเร็วลมที่สูงกว่าพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชจึงทำให้การพยากรณ์ยากขึ้นประกอบกับความต่างของลักษณะพื้นที่ที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่าทำให้เกิดการผันผวนของไหลของลมมากกว่าพื้นที่ราบเรียบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งของความแตกต่างของการพยากรณ์ซึ่งเป็นความท้าทายในการพยากรณ์ต่อไป การที่จะเพิ่มความแม่นยำให้กับการพยากรณ์เราสามารถปรับแต่งรูปแบบการจำลองให้เหมาะสมกับพื้นที่และการเพิ่มความละเอียดเชิงพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง สำหรับอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] de Freitas, N. C. A., Silva, M. P. dos S., & Sakamoto, M. S. (2018). Wind speed forecasting: a review. *International. Journal of Engineering Research and Application*, 8(1), 4–9. DOI: 10.9790/9622-0801010409.
- [2] Kay, M., & MacGill, I. (2010). Improving weather forecasts for wind energy applications. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 11, 012009. DOI:10.1088/1755-1315/11/1/012009.
- [3] Energy Regulatory Commission and Office of the Energy Regulatory Commission (2019). *Annual Report 2018* (Online). Retrieved December 10, 2019, from <http://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Document/annual%20report/Annual%20Report-%20ERC2018-190919%20FINAL.pdf>.
- [4] Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D. M., Duda, M. G., ...Powers, J. G. (2008). A description of the advanced research WRF version 3. *NCAR technical note: a description of the advanced research WRF version 3*. Boulder, Colorado: National Center for Atmospheric Research.
- [5] Dudhia, J., Gill, D., Manning, K., Wang, W., & Bruyere, C. (2005). *PSU/NCAR mesoscale modeling system tutorial class notes and user's guide: MM5 modeling system version 3*. Available from NCAR Boulder, USA.
- [6] Hari Prasad, K. B. R. R., Srinivas, C. V., Rao, T. N., Naidu, C. V., & Baskaran, R. (2017). Performance of WRF in simulating terrain induced flows and atmospheric boundary layer characteristics over the tropical station Gadanki. *Atmospheric Research*, 185, 101–117.
- [7] Research Data Archive Computational & Information Systems Lab. (2000). *NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999* (Online). Retrieved January 24, 2020, from <https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>.
- [8] Xianguo, L. (2011). Wind speed distribution – a theoretical approach to probability density function. *Green Energy. Progress in Green Energy, vol 1*. 66–122. London, England: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-84882-647-2_3.
- [9] Che, Y., Chen, L., Zheng, J., Yen, L., & Xiao. F. (2019). A novel hybrid model of WRF and clearness index-based Kalman filter for day-ahead solar radiation forecasting. *Applied Sciences*, 9(19), 3967. DOI: 10.3390/app9193967.
- [10] Siuta, D., West, G., & Stull, R. (2017). WRF hub-height wind forecast sensitivity to PBL Scheme, grid length, and initial condition choice in complex terrain. *Weather and Forecasting*, 32(2), 493–509.
- [11] DuVivier, A. K., & Cassano, J. J. (2013). Evaluation of WRF model resolution on simulated mesoscale winds and surface fluxes near Greenland. *Monthly Weather Review*, 141(3), 941–963.