

การศึกษาเปรียบเทียบการแจกแจงอัตราเร็วลมในเขตพื้นที่อำเภอปากพนัง

จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Comparative Study of the Wind Speed Distribution in Pakpanang District of Nakhon Si Thammarat Province

มนตรี รันทอดสร้าง^{1*} และจอมภพ แววงศ์²

Montree Ranthodsang^{1*} and Jompob Waewsak²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการแจกแจงอัตราเร็วลมในพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช เพื่อหาระเบียบวิธีวิจัยที่เหมาะสมในการอธิบายคุณลักษณะของอัตราเร็วลมสถิติ โดยทำการแจกแจงอัตราเร็วลมสถิติที่ได้จากการตรวจวัดที่ระดับ 120 เมตร ระยะเวลา 1 ปี (พ.ศ. 2557) ซึ่งอาศัยการแจกแจงไวบูลล์และระเบียบวิธีในการหาค่าพารามิเตอร์ระดับและพารามิเตอร์รูปร่าง ได้แก่ Maximum Likelihood, Least Square และ WAsP โดยเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงสถิติของข้อมูลจริง นอกจากนั้นยังได้วิเคราะห์ค่าความหนาแน่นกำลังลมและค่าอัตราส่วนเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่าระเบียบวิธี Maximum Likelihood ให้ผลการวิเคราะห์อัตราเร็วลมเฉลี่ยได้ถูกต้องแม่นยำและใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์เชิงสถิติมากที่สุด ตามด้วยระเบียบวิธี Least Square และ WAsP ตามลำดับ

คำสำคัญ: พลังงานลม อัตราเร็วลม ความหนาแน่นกำลังลม การแจกแจงไวบูลล์

Abstract

This research is to comparatively study of wind speed distribution at Pakpanang district in Nakhon Si Thammarat province in order to search the appropriate methodology for describing the characteristics of statistical wind speed. The statistical wind speed obtained from measurements at height of 120 m a.g.l. for 1 year in 2014, was analyzed using Weibull distribution and 3 methodologies to determine the scale and shape parameters, i.e., Maximum Likelihood, Least Square, and WAsP to obtain the average wind speed. Wind power density and the ratio are also analyzed and compared. Results show that the Maximum Likelihood method is the appropriate method to analyze the average wind speed with the highest accuracy and close to the average of the statistical analysis followed by the Least Square and WAsP methods respectively.

Keywords: Wind Energy, Wind Speed, Wind Power Density, Weibull Distribution

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

² ผศ.ดร., สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

*Corresponding author: e-mail: me_looh@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาและมีความต้องการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนมากยิ่งขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการและลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน พลังงานลมเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพและสามารถนำมาทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล ดังนั้นการประเมินแหล่งทรัพยากรลมจึงจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อมีการวางแผนการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม แม้จะเป็นการยากที่จะประเมินศักยภาพของพลังงานลมให้ถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากพลังงานลมนั้นสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศและสภาพความขรุขระของพื้นผิวการกระจายความเร็วลมซึ่งได้มาจากข้อมูลลมที่ตรวจวัดเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี หรือนานกว่านั้น เป็นตัวแปรสำคัญในการประเมินทรัพยากรลมและเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพของพลังงานลม ความปั่นป่วน และกำลังลมในแต่ละพื้นที่และโหลดความล้าสำหรับระบบกังหันลมอีกด้วย เมื่อวิเคราะห์ลักษณะของการแจกแจงไวบูลล์ของลมสถิติ ซึ่งเป็นระเบียบวิธีพื้นฐานที่สามารถอธิบายคุณลักษณะของลมได้ โดยทั่วไปจะใช้พารามิเตอร์ระดับและพารามิเตอร์รูปร่างของฟังก์ชันไวบูลล์ที่ได้มาจากข้อมูลลมสถิติ ซึ่งการประเมินพารามิเตอร์ทั้งสองจะถูกนำไปประเมินหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการวิเคราะห์การแจกแจงไวบูลล์และการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทั้งสองดังกล่าวให้ถูกต้องแม่นยำจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินศักยภาพของแหล่งทรัพยากรลมระดับจุลภาค (Micro-siting)

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการวิเคราะห์การแจกแจงไวบูลล์ของอัตราเร็วลมโดยอาศัยการแจกแจงไวบูลล์ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระเบียบวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไวบูลล์พารามิเตอร์ทั้งสองได้แก่ Maximum Likelihood Least Square และ WAsP เพื่อเปรียบเทียบว่าระเบียบวิธีใดมีความเหมาะสมและมีสมรรถนะที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ไวบูลล์เพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลอัตราเร็วลมสถิติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการแจกแจงอัตราเร็วลมในพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
2. เพื่อหาระเบียบวิธีวิจัยที่เหมาะสมที่สุดในการอธิบายคุณลักษณะของอัตราเร็วลมสถิติ

อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

เสาวัดลมสูง 120 m ถูกใช้ในการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วและทิศทางของลม ณ ต.ท่าพญา อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช โดยมีพิกัด UTM 639867.0 และ 915467.0 ทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราเร็วชนิด 3 ลูกถ้วย รุ่น NRG#40C ที่ระดับความสูง 50 m 65 m 80 m 90 m 100 m 110 m และ 120 m และเซนเซอร์วัดทิศทางลมรุ่น SP200 ติดตั้งที่ระดับความสูง 60 m 80 m 100 m และ 120 m จากระดับพื้นดิน พร้อมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความกดอากาศ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบอัตโนมัติ ซึ่งทำการตรวจวัดทุก ๆ 1 นาที และบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที โดยเริ่มตรวจวัดและบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม 2557 – 31 ธันวาคม 2557 แล้วนำข้อมูลที่ตรวจวัดมาวิเคราะห์การแจกแจงอัตราเร็วลม เพื่อหาระเบียบวิธีวิจัยที่เหมาะสมในการอธิบายคุณลักษณะของอัตราเร็วลมสถิติ ซึ่งอาศัยการแจกแจงไวบูลล์และระเบียบวิธีในการหาค่าพารามิเตอร์ระดับและพารามิเตอร์รูปร่าง ได้แก่ Maximum Likelihood Least Square และ WAsP

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การแจกแจงไวล์บูลล์

การแจกแจงไวล์บูลล์ เป็นการแจกแจงอย่างหนึ่งทางสถิติ ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว ได้แก่ พารามิเตอร์

รูปร่าง (shape parameter, k) และพารามิเตอร์ระดับ (scale parameter, c) ดังสมการ [1-2]

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

เมื่อนำสมการไวล์บูลล์มาคำนวณเป็นสมการแจกแจงสะสม

$$F(V) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right]$$

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

2. ระเบียบวิธี Least Square

ระเบียบวิธี Least Square ถูกนำมาใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ (S) ในสูตรของการสร้างแบบจำลองการทดลองและสามารถให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อใช้วิธี Least Square ของผลรวมของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน S ซึ่งถูกกำหนดให้แสดงดังสมการ

$$S = \sum_i^n w_i^2 [y_i - g(x_i)]^2$$

ในสมการ x_i เป็นความเร็วลม y_i คือ ความน่าจะเป็นของตำแหน่งความเร็วลม เพื่อให้ (x_i, y_i) หมายถึงการแปลงข้อมูล w_i เป็นค่าน้ำหนักของพล็อต และ n คือ จำนวนของแผนข้อมูล แม้ว่าน้ำหนักใดค่าจะขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของข้อมูลแต่ละพล็อตก็มักจะ เป็นความค้ำค่าที่พล็อตข้อมูลทุกที่ถูกกำหนดเป็น 1

3. ระเบียบวิธี Maximum Likelihood

ระเบียบวิธี Maximum Likelihood ใช้สำหรับข้อมูลความเร็วลมในรูปแบบอนุกรมเวลา การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการกระจายความเร็วลม Weibull เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้พลังงานลม k ปัจจัยรูปร่าง และขนาดของปัจจัยสามารถใช้สมการได้ดังนี้ [1, 3]

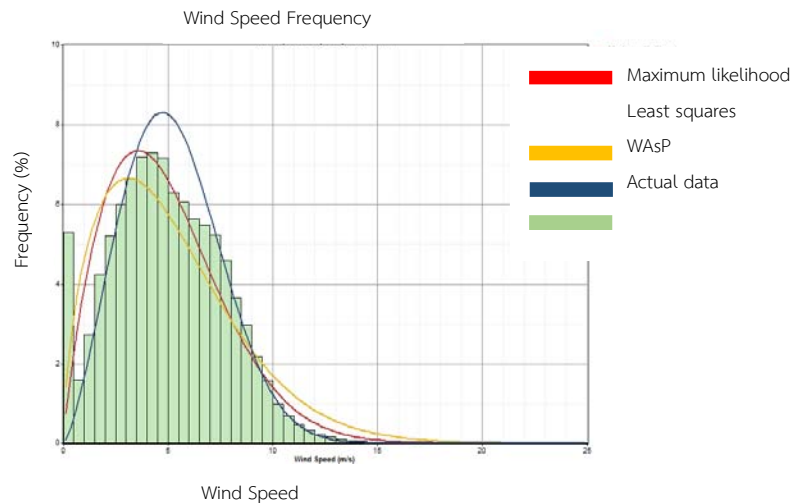
$$k = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_i^n \ln(V_i)}{\sum_{i=1}^n V_i^n} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(V_i)}{n} \right)^{-1}$$

$$c = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i^k \right)^{\frac{1}{k}}$$

โดยที่ n คือ จำนวนของค่าไม่เป็นศูนย์ข้อมูล

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

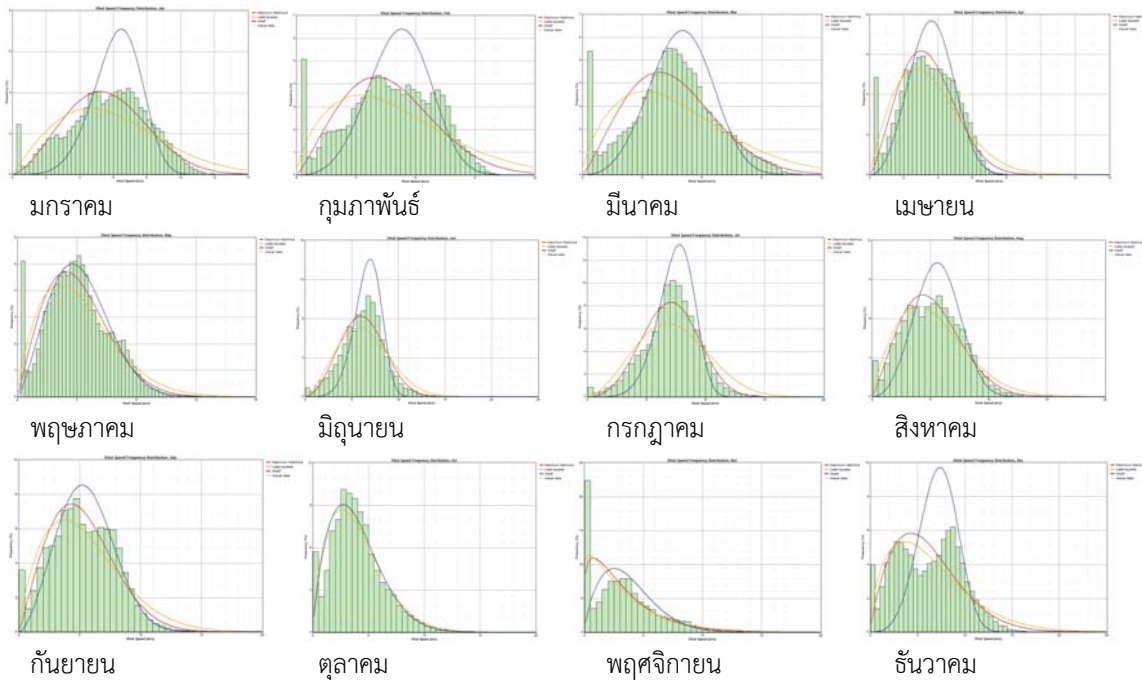
ผลการวิเคราะห์การแจกแจงไวส์บูลล์โดยใช้ข้อมูลลมเฉลี่ยจำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2557 ที่ระดับความสูง 120 m โดยทำการแจกแจงอัตราเร็วลมสถิติหาค่าพารามิเตอร์ระดับและพารามิเตอร์รูปร่าง ได้แก่ Maximum Likelihood Least Square และ WASP โดยมีผลการแจกแจงโดยใช้ระเบียบวิธีทั้งสามดังกล่าวแสดง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแจกแจงอัตราเร็วลมรายปี พ.ศ.2557

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าระเบียบวิธี Maximum Likelihood จะให้ผลการแจกแจงไวส์บูลล์ที่สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลลมสถิติได้ดีกว่าระเบียบวิธีแบบอื่น ๆ ส่วนค่าไวส์บูลล์พารามิเตอร์รูปร่าง จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธี Least Square มีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธี Maximum Likelihood และระเบียบวิธี WASP มีค่าสูงกว่าระเบียบวิธี Maximum Likelihood ดังนั้นในการอาศัยคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ WASP ในการประเมินแหล่งทรัพยากรลมอาจจะทำให้ได้ข้อมูลตัวแทนลมที่สูงเกินจริง (Overestimation)

ส่วนการแจกแจงอัตราเร็วลมรายเดือนโดยใช้การแจกแจงไวบูลล์ของข้อมูลลมสถิติปี พ.ศ. 2557 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การแจกแจงอัตราเร็วลมรายเดือนตั้งแต่ มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557

ผลการเปรียบเทียบการแจกแจงไวบูลล์และการหาพารามิเตอร์โดยใช้ระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลมสถิติตลอดทั้งปี (พ.ศ.2557) แสดงดังตารางที่ 1 ส่วนของการเปรียบเทียบข้อมูลลมสถิติรายเดือนแสดงดังตารางที่ 2-13 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบไวบูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลมสถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติรายปี พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	1.823	5.514	4.901	0.446	152.0	0.90465
Least squares	1.599	5.721	5.130	0.432	205.2	0.87907
WAsP	2.412	5.905	5.235	0.473	142.4	0.90931
Actual data	-	-	4.958	0.473	142.4	-

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบไวก์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนมกราคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.555	6.351	5.639	0.478	170.5	0.87077
Least squares	1.977	6.616	5.865	0.455	238.8	0.77470
WAsP	5.107	6.752	6.207	0.522	168.2	0.79415
Actual data	-	-	5.675	0.522	168.2	-

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบไวก์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.177	5.304	4.698	0.464	112.0	0.67513
Least squares	1.670	5.553	4.961	0.437	175.4	0.56567
WAsP	3.849	5.736	5.188	0.507	107.1	0.67039
Actual data	-	-	4.739	0.507	107.1	-

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบไวก์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนมีนาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.314	3.851	3.412	0.470	40.7	0.89841
Least squares	1.920	3.963	3.515	0.452	53.0	0.86807
WAsP	3.213	4.056	3.634	0.495	39.8	0.86403
Actual data	-	-	3.428	0.495	39.8	-

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบไวกุลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธีMaximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนเมษายน พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.177	5.304	4.698	0.464	112.0	0.67513
Least squares	1.670	5.553	4.961	0.437	175.4	0.56567
WAsP	3.849	5.736	5.188	0.507	107.1	0.67039
Actual data	-	-	4.739	0.507	107.1	-

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบไวกุลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธีMaximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.003	4.575	4.055	0.456	77.8	0.86383
Least squares	1.748	4.696	4.183	0.442	99.3	0.83359
WAsP	2.298	4.731	4.191	0.469	75.9	0.87402
Actual data	-	-	4.074	0.469	75.9	-

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบไวกุลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธีMaximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนมิถุนายน พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.894	6.917	6.168	0.488	206.0	0.94631
Least squares	2.481	7.113	6.310	0.476	244.1	0.89969
WAsP	5.451	7.231	6.672	0.525	205.8	0.90939
Actual data	-	-	6.202	0.525	205.8	-

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120m ข้อมูลลมสถิติเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	3.362	7.846	7.045	0.499	283.8	0.94919
Least squares	2.635	8.151	7.242	0.481	353.8	0.86180
WAsP	5.773	8.062	7.463	0.527	284.7	0.93595
Actual data	-	-	7.082	0.527	284.7	-

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนังที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนสิงหาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.159	5.780	5.119	0.463	145.9	0.95301
Least squares	1.874	5.915	5.251	0.449	181.3	0.93100
WAsP	3.309	6.227	5.586	0.497	142.6	0.86094
Actual data	-	-	5.141	0.497	142.6	-

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลม
สถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนกันยายน พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	2.072	5.903	5.229	0.459	161.6	0.91734
Least squares	1.750	6.081	5.416	0.442	215.1	0.88031
WAsP	2.663	6.222	5.531	0.482	156.4	0.90950
Actual data	-	-	5.259	0.482	156.4	-

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลมสถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนตุลาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	1.760	4.392	3.910	0.443	80.5	0.92502
Least squares	1.668	4.452	3.977	0.437	90.5	0.91382
WAsP	1.758	4.388	3.907	0.442	80.4	0.92472
Actual data	-	-	3.918	0.442	80.4	-

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลมสถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	1.190	3.449	3.252	0.394	85.6	0.58942
Least squares	1.104	3.528	3.400	0.383	114.4	0.63667
WAsP	1.714	4.175	3.723	0.440	71.7	0.38302
Actual data	-	-	3.257	0.440	71.7	-

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบไพล์บูลล์พารามิเตอร์จากระเบียบวิธี Maximum Likelihood Least Square และ WAsP ของข้อมูลลมสถิติรายปี สถานีวิจัยพลังงานลมปากพนัง ที่ระดับความสูง 120 m ข้อมูลลมสถิติเดือนธันวาคม พ.ศ.2557

Algorithm	Weibull k	Weibull c (m/s)	Mean (m/s)	Proportion Above Mean	Power Density (W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	1.771	6.849	6.096	0.443	302.6	0.79231
Least squares	1.548	7.065	6.355	0.428	408.4	0.79109
WAsP	4.041	7.895	7.160	0.510	276.5	0.55561
Actual data	-	-	6.157	0.510	276.5	-

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการแจกแจงอัตราเร็วลมเฉลี่ยของอำเภอปากพะนึ่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยอาศัยข้อมูลอัตราเร็วลมสถิติที่ได้จากการตรวจวัดที่ระดับความสูง 120 m ตลอดทั้งปี (มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557) ซึ่งอาศัยการแจกแจงไวส์บูลล์ และระเบียบวิธีในการหาค่าพารามิเตอร์ระดับและพารามิเตอร์รูปร่าง จากการศึกษาพบว่าระเบียบวิธี Maximum Likelihood ให้ผลการวิเคราะห์อัตราเร็วลมเฉลี่ยได้ถูกต้องแม่นยำและใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์เชิงสถิติมากที่สุด ตามด้วยระเบียบวิธี Least Square และ WAsP ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ (มหาชน) จำกัด สำหรับทุนสนับสนุน การเก็บข้อมูลและการทำวิจัยของโครงการฯ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Altunkaynak, A., Erdik, T. and Dabanli, I. (2012). "Theoretical derivation of wind power probability distribution function and applications", **Applied Energy**. 92, 809-814.
- [2] Brano, V.L., Orioli, A. Ciulla, G. and Culotta, S. (2011). "Quality of wind speed fitting distributions for the urban area of Palermo, Italy", **Renewable Energy**. 36(3), 1026-1039.
- [3] Villanueva, D. and Feijoo, A. (2010). "Wind power distributions: A review of their applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**", 14(5), 1490-1495.
- [4] Akdag, S.A. and Dinler, A. (2009). "A new method to estimate Weibull parameters for wind energy applications", **Energy Conversion and Management**. 50(7), 1761-1766.
- [5] Tar, K. (2008). "Some statistical characteristics of monthly average wind speed at various heights", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 12(6), 1712-1724
- [6] Dorvlo, A.S.S. (2002). "Estimating wind speed distribution", **Energy Conversion and Management**. 43(17), 2311-2318.
- [7] Stevens, M. J. and Smulders, P.T. (1979). "The estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy utilization purposes", **Wind Eng**. 3(2), 132-145.