Received: 19 November 2020
Revised: -
Accepted: 12 December 2020

การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
Wind Energy Potential Analysis in Chiang Mai Province

วัชระ อินถา[1] ภาคภูมิ รัตน์จิรานุกูล[1*] และ สุจิตรา รัตน์จิรานุกูล[2]
Watchara Intha[1] Pakpoom Ratjiranukool[1*] and Sujittra Ratjiranukool[2]
[1] ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
[2] ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[*] pakpoom_rat@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์อัตราเร็วลมโดยใช้การแจกแจงไวบูลล์และความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยของจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2561 โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ พบว่าฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นไวบูลล์แสดงการกระจายข้อมูลของอัตราเร็วลมในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนกับช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม มีรูปแบบใกล้เคียงกัน ส่วนในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์มีการกระจายของข้อมูลอัตราเร็วลมน้อยกว่าช่วงอื่น และแนวโน้มของความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ย พบว่าช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายนมีค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยมากขึ้นในทุกๆ ปี และมีค่ามากกว่าช่วงเดือนอื่น

คำสำคัญ: พลังงานลม, จังหวัดเชียงใหม่, การแจกแจงไวบูลล์

Abstract

In this research, the wind speeds over Chiang Mai province were analyzed by Weibull distribution and wind power density during January 2014 to December 2018. The wind datasets were analyzed to 3 time intervals, i.e., March-June, July-October and November-February. The Weibull functions during the interval of March-June and July-October show similarity in distribution pattern. The minimum of wind speed distribution was found during November-February. The wind power density during March-June is mostly stronger than other intervals and trends to increase year by year.

Keywords: Wind Energy, Chiang Mai Province, Weibull Distribution

Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Volume 3 Issue 1 ISSN 2673-0480 (Online)

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างมากทั้งภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจกับต่างประเทศ แหล่งพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ของประเทศผลิตจากถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด และพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินจำนวนมากเพื่อนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศนำไปสู่การเกิดภาวะโลกร้อนดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นในอนาคต วิกฤตการณ์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาระดับชาติที่ทุกหน่วยงานต้องร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา พลังงานทดแทนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากเป็นพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติที่มีอยู่อย่างมากมาย มาประยุกต์ใช้กับองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ได้พลังงานที่สะอาดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสามารถใช้ได้อย่างยั่งยืน

พลังงานลมก็เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดอากาศและแรงจากการหมุนของโลก เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเร็วและกำลังลม พลังงานลมจะสะสมอยู่ในรูปของพลังงานจลน์และเปลี่ยนพลังงานจลน์ดังกล่าวให้เป็นพลังงานกลหรือพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยกังหันลม[1],[2] การนำพลังงานลมมาใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงการเลือกขนาดของกังหันลมและลักษณะภูมิประเทศที่จะบ่งบอกถึงศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งจะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วและทิศทางของลม[3],[4] อัตราเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในรอบวันและตามฤดูกาลในรอบปี นอกจากนี้ลมในบริเวณพื้นที่ต่างๆจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะภูมิประเทศ การนำแบบจำลองภูมิอากาศมาใช้ในการจำลองศักยภาพพลังงานลมในอนาคตจึงมีประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาพลังงานของประเทศให้ยั่งยืนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นการการแจกแจงไวบูลล์ของอัตราเร็วลมในจังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อหาค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยรายปีในแต่ละช่วงเดือน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ข้อมูลอัตราเร็วลม

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาศักยภาพพลังงานลม โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราเร็วลมของสถานีตรวจวัดจังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 10 m ในช่วงระหว่างปี

พ.ศ. 2557-2561 และแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงเดือน มีนาคม-มิถุนายน เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ และนำมาหาค่าความถี่ และความถี่สะสมของอัตราเร็วลม

2. ความหนาแน่นกำลังลม

การวิเคราะห์กำลังลมสามารถหาได้จากสมการพลังงานจลน์

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \tag{1}$$

เนื่องจากมวลในอากาศเคลื่อนที่ต่อหน่วยเวลา ถ้าแทนค่า m/t ลงในสมการพลังงานจลน์ทำให้ลมในรูปพลังงานเปลี่ยนเป็นกำลังลม

$$P = \frac{1}{2}\frac{m}{t}v^2 \tag{2}$$

เมื่อพิจารณามวลของอากาศในรูปของความหนาแน่นจะได้ว่า

$$\frac{m}{t} = \rho_a vA \tag{3}$$

แทนค่าสมการที่ (3) ในสมการที่ (2) จะได้

$$P = \frac{1}{2}\rho_a Av^3 \tag{4}$$

ดังนั้นเราสามารถหาค่าความหนาแน่นกำลังลมได้จากสมการ

$$P_A = \frac{1}{2}\rho_a v^3 \tag{5}$$

เมื่อ P_A คือ ความหนาแน่นกำลังลม (W/m^2)

A คือ พื้นที่ m^2

ρ_a คือ ความหนาแน่นของอากาศ (มีค่าเท่ากับ 1.225 kg/m^3)

3. การแจกแจงไวบูลล์

[5],[6] การแจกแจงไวบูลล์เป็นกรณีพิเศษของการแจกแจงของ Pierson Class III ในการแจกแจงไวบูลล์นั้นการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วลมจะถูกกำหนดโดยฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันดังนี้ 1.ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function) และ2.ฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function) ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นf (v) จะบ่งชี้ถึงสัดส่วนของเวลาหรือความน่าจะเป็นที่จะมีอัตราเร็วลมค่านั้น ๆ ดังสมการ

$$f(V) = \frac{k}{c}\left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V_x}{c}\right)^k} \tag{6}$$

เมื่อ k คือพารามิเตอร์รูปร่างไวบูลล์ (Weibull Shape Parameter)

Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Volume 3 Issue 1 ISSN 2673-0480 (Online)

c คือพารามิเตอร์ระดับ (Scale Parameter)

ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของอัตราเร็วลม V จะเป็นความน่าจะเป็นที่มีอัตราเร็วลมเท่ากับหรือต่ำกว่า V ดังนั้นการแจกแจงสะสม F (V) จะเป็นการปริพันธ์ของฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

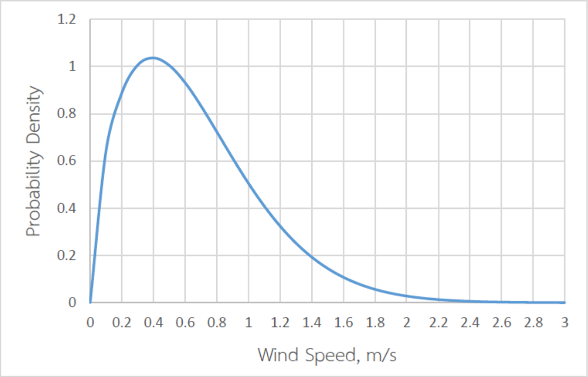
$$F(V) = \int_{0}^{\infty} f(V)\, dV = 1 - e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{K}} \tag{7}$$

โดยค่าพารามิเตอร์ k และ c สามารถหาได้จากสมการสหสัมพันธ์ด้วยระเบียบวิธีทางกราฟ

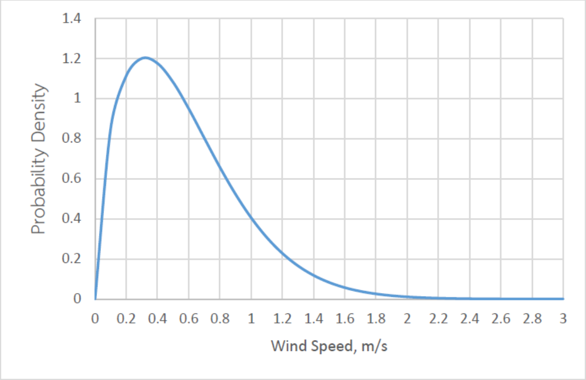
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นและฟังก์ชันการแจกแจงสะสมไวบูลล์ของอัตราเร็วลมในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

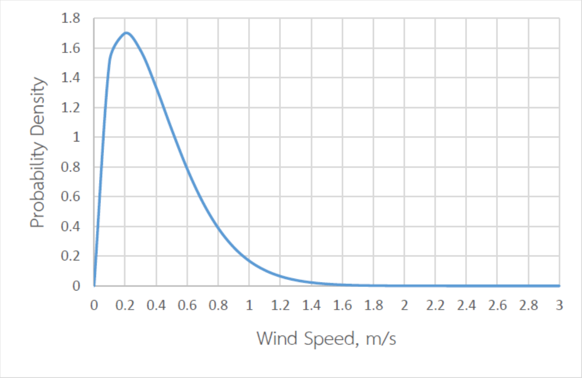
จากรูปที่ 1 ถึง 3 แสดงการกระจายของอัตราเร็วลม พบว่า การกระจายข้อมูลของอัตราเร็วลมในช่วงเดือนมีนาคม – เดือนมิถุนายนกับช่วงเดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคมมีรูปแบบใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงเดือนพฤศจิกายน–เดือนกุมภาพันธ์มีการกระจายของข้อมูลอัตราเร็วลมน้อยกว่าช่วงอื่น เมื่อสังเกตจุดสูงสุดของกราฟแต่ละช่วงเดือนจะอยู่ในช่วงอัตราเร็วลมที่ 0.3 – 0.5, 0.2– 0.4 และ 0.1– 0.2 m/s ตามลำดับ ซึ่งทำให้ทราบค่าความถี่สูงสุดในแต่ละช่วงเดือน



รูปที่ 1 ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นไวบูลล์ในช่วงเดือนมีนาคม–เดือนมิถุนายน โดยมีค่า k =1.5907 และ c = 0.73281 m/s



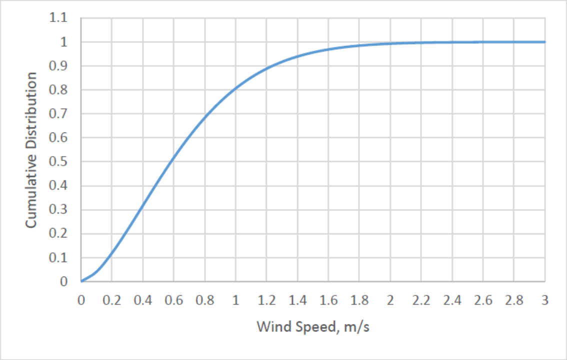
รูปที่ 2 ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นไวบูลล์ในช่วงเดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคม
โดยมีค่า k =1.5524 และ c = 0.7267 m/s



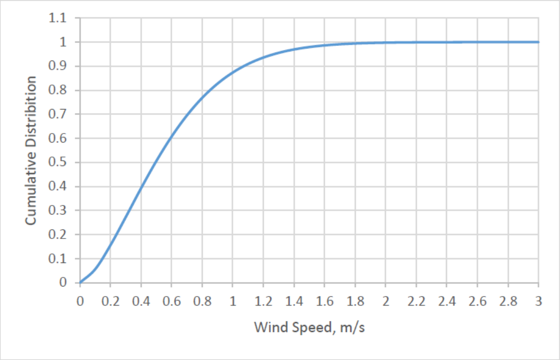
รูปที่ 3 ฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นไวบูลล์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน–เดือนกุมภาพันธ์
โดยมีค่า k = 1.44646 และ c = 0.435489 m/s

จากรูปที่ 4 ถึง 6 ถ้าใช้กังหันลม M-100 W ความเร็วลมที่เริ่มหมุน คือ 1 m/s และพิจารณาจำนวนวันในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน, เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ เป็นร้อยละ พบว่า ในช่วงเดือนทั้งสามเดือนนี้จะจำนวนวันที่ทำให้กังหันลมสามารถหมุนได้ร้อยละ 20, 13 และ 3.5 ของจำนวนวันทั้งหมดในแต่ละช่วงเดือนตามลำดับ

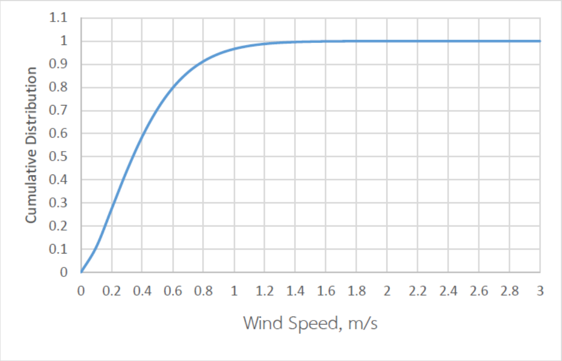
 Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Volume 3 Issue 1 ISSN 2673-0480 (Online)



รูปที่ 4 ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมไวบูลล์ในช่วงเดือนมีนาคม–เดือนมิถุนายน

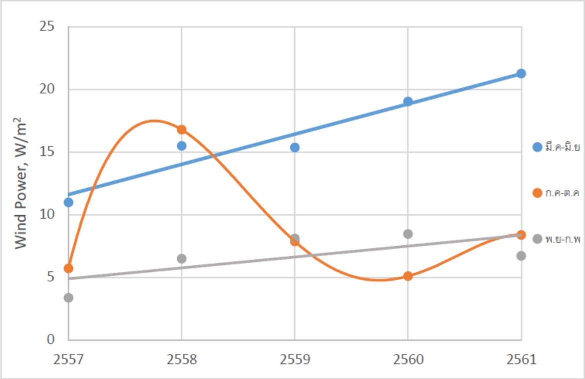


รูปที่ 5 ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมไวบูลล์ในช่วงเดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคม



รูปที่ 6 ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมไวบูลล์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์

2. ความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยในแต่ละช่วงเดือนของปี พ.ศ. 2557-2561



รูปที่ 7 กราฟความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2557-2561

จากรูปที่ 7 ในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน แนวโน้มของค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ย มีค่ามากขึ้นในทุก ๆ ปี และค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยในช่วงเดือนนี้ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าช่วงเดือนอื่นๆ ช่วงเดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคม แนวโน้มของความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยมีค่าไม่แน่นอนโดยมีปัจจัยของพายุที่เข้ามาในช่วงเดือนนี้ทำให้กราฟของช่วงเดือนนี้มีค่าไม่คงที่ และ ช่วงเดือนพฤศจิกายน–เดือนกุมภาพันธ์ มีแนวโน้มของความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นแต่ค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยจะมีค่าน้อยกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ

สรุปผลการวิจัย

การกระจายข้อมูลของอัตราเร็วลมในช่วงเดือนมีนาคม – เดือนมิถุนายนกับช่วงเดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคมมีรูปแบบใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงเดือนพฤศจิกายน–เดือนกุมภาพันธ์มีการกระจายของข้อมูลอัตราเร็วลมน้อยกว่าช่วงอื่น ส่วนความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ย ในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน, เดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ ของปี พ.ศ.2557-2561 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี โดยในช่วงเดือนมีนาคม–เดือนมิถุนายน มีแนวโน้มค่าความหนาแน่นกำลังลมเฉลี่ยมากกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตรวจวัด และขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนเครื่องมือสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Volume 3 Issue 1 ISSN 2673-0480 (Online)

เอกสารอ้างอิง

[1] Acker T. L., William S. K., Duque E. P. N., Brummels G. and Buechler J. (2007). *Wind Resource Assessment in the State of Arizona: Inventory, Capacity Factor and Cost*. Renewable Energy, Vol. 32, pp. 1453-1466.

[2] Christiansen, M. B., Koch W., Horstmann, J., Hasager, C. B. and Nielsen, M. (2006) “Wind Resource Assessment from C-band SAR,”Remote Sensing of Environment. 105, 68-81.

[3] Gokcek, M., Bayulken, A. and Bekdemir, S. (2007) “Investigation of Wind Characteristics and Wind Energy Potential in Kirklareli, Turkey,”Renewable Energy. 32, 1739-1752.

[4] Manwell, J. F., McGowan, J. G., Rogers, A. L. (2002) Wind Energy Explained: Theory, Design, and Application, Wiley.

[5] Nguyen N. Q. (2007). *Wind Energy in Vietnam: Resource Assessment, Development Status and Future Implication*. Energy Policy, Vol. 35, pp. 1405-1413.

[6] Seguro, J.V. and Lambert, T.W. “Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for energy analysis.” Journal of wind engineering and industrial aerodynamics, no.85(2000): 75 – 84.