KKU Res. J. 2013; 18(5): 803-810
http : //resjournal.kku.ac.th

การศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย

Assessing the wind energy potential in Northeastern Thailand

มานพ พูนน้อย [1], เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต[2]*
Manop Poonnoi [1], Kiatfa Tangchaichit[2]*

[1,2] *ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
* *Correspondent author : matolity@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทยได้แก่จังหวัด ขอนแก่น, มุกดาหาร, กาฬสินธุ์ และจังหวัดหนองคาย โดยใช้ข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้จริงจากการติดตั้งเสาวัดลม และในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและทิศทางลมที่ระดับความสูง 90 เมตร และ 60 เมตรเหนือพื้นดิน โดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมด 12 เดือน (1 รอบฤดู) เริ่มตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2554 จนถึงเดือนกันยายน 2555ข้อมูลที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟและตารางเพื่อเปรียบเทียบหาพื้นที่ของสถานีวัดลมที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเพื่อแสดงให้เห็นว่าพื้นที่นั้นมีพลังงานสูงและสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจในการลงทุนติดตั้งกังหันลมต่อไปในอนาคต จากการศึกษาวิจัยพบว่าจังหวัดที่มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดคือจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มุกดาหาร และหนองคายตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความสูง 90 และ 60 เมตรสถานีวัดลมโรงเรียนบ้านหนองหัวช้าง อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น มีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ระหว่าง 4.50-4.00 เมตรต่อวินาที พารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 2.55,2.48 พารามิเตอร์ระดับเท่ากับ 5.2,4.6 เมตรต่อวินาที และมีกำลังเท่ากับ 93 , 66 วัตต์ต่อตารางเมตร สถานีวัดลมที่มีเร็วลมเฉลี่ยรองลงมาคือสถานีวัดลมอ่างเก็บน้ำห้วยมุก อ.คำชะอี จ.มุกดาหาร สถานีวัดลมโรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์ อ.ท่าคันโท จ.กาฬสินธุ์ และลำดับสุดท้ายสถานีวัดลมมหาวิทยาลัยขอนแก่นวิทยาเขตหนองคาย

Abstract

The objective of this research was to study the wind potential in upper Northeastern region. Khonkean , Mookdaharn , Kalasin , Nongkhai . wind speed velocity by installation wind measure tower This paper use value wind average speed and wind direction at height level 90 m 60 m above ground level. Using all information collected 12 months (1 season cycle) since October 2011 up to September 2012 The data are displayed in form of a graphs and tables to compare the area of wind measure stations with the highest wind speed to show that the region contains high energy and can bring to a decision to invest in wind turbines installed in the future. The

study found that counties with the highest average wind speed of Khon Kaen, Kalasin, Mukdahan and Nong Khai, respectively. The results showed that at 90 and 60 meters. Nong Hwua Chang school wind station wind average speed between 4.50 - 4.00 m/s shape parameter (k) 2.55 , 2.48 scale parameter (c) of 5.2 , 4.6 m/s and the wind power of 93 , 66 W/m2 in the site of Huow Muok reservoir wind station , Kombonwitthayasorn school wind station and Khonkean University , Nongkhai campus respectively.

คำสำคัญ : พลังงานลม ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด

Keywords : Wind Energy , Wind maximum mean speed velocity

1. บทนำ

พลังงานลม (wind energy) เป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ตามธรรมชาติและจัดเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม และสามารถนำมาประยุกต์ใช้อย่างไม่มีวันหมดสิ้นและยั่งยืน โดยสามารถนำพลังงานลมมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยอาศัยกังหันลมผลิตไฟฟ้า ดังนั้นก่อนที่จะนำพลังงานลมมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงจำเป็นต้องมีองค์ความรู้เกี่ยวกับการประเมินศักยภาพของพลังงานลมเฉพาะพื้นที่ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของความเร็วเฉลี่ยสามารถบอกให้รู้ได้ว่าพื้นที่ที่ทำการวิจัยมีศักยภาพของลมที่เกิดขึ้น การตรวจวัดอัตราเร็วลมและทิศทางลมเฉพาะพื้นที่ในระยะเวลารอบฤดูกาล(1ปี) และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เพื่อประเมินศักยภาพของพลังงานลมสำหรับผลิตไฟฟ้าจึงจำเป็นแนวทางที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน ทั้งนี้เพื่อรองรับนโยบายการส่งเสริมด้านพลังงานสะอาดต่อไป การนำพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาดมาผลิตกระแสไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิลและเป็นพลังงานซึ่งจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การนำพลังงานลมมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องคำนึงถึงทั้งการเลือกขนาดของกังหันลมและลักษณะทางภูมิประเทศที่จะบ่งบอกถึงศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางลมเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการติดตั้งกังหันลม ทั้งนี้ต้องเข้าใจลักษณะของลมในพื้นที่นั้นๆก่อนเนื่องจากอัตราเร็วของลมมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวันและตามฤดูกาลในรอบปี(1)บางช่วงของระยะเวลาและฤดูกาลลมอาจจะมีค่าต่ำและบางช่วงเวลาอาจจะมีค่าสูง ลมในพื้นที่ยังมีความแตกต่างกันอีกทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วและทิศทางของลม กล่าวโดยรวมลมมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่และเวลานั้นเอง นอกจากนี้ลมในบริเวณพื้นที่ที่สนใจในการศึกษานั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศสิ่งกีดขว้างรอบพื้นที่ในการเก็บข้อมูลลมระดับที่ความสูงจากพื้น 10 เมตรที่ใช้ในทางอุตุนิยมวิทยา แต่สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วจำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังงานลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 40 เมตรขึ้นไปเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขว้างทางลมต่างๆซึ่งปัจจุบันข้อมูลที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 40 เมตรมีอยู่น้อยมากแต่งานวิจัยนี้วัดความเร็วที่ระดับความสูง 60, 90 เมตร จึงมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเจนจากข้อมูลในอดีตที่ผ่านมาบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่จังหวัด ขอนแก่น มุกดาหาร กาฬสินธุ์ หนองคาย เป็นพื้นที่ราบสลับภูเขา ซึ่งโดยปรกติจะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งนอกจากนี้ยังมีอิทธิพล(2)จากลมหุบเขา (Valley – Mountain Breeze)และลมภูเขา(Mountain-Valley Breeze) จากการศึกษาแผนที่พลังงานลมของประเทศไทย ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย (2546) พบว่าพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนได้แก่ จังหวัดมุกดาหาร และกาฬสินธุ์ มีความเร็วลมเฉลี่ย 2.75-2.28เมตรต่อวินาทีที่ระดับความสูง 40 เมตรเหนือพื้นดิน ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลที่

ระดับความสูง 60 เมตร และ 90 เมตร อย่างไรก็ตามการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องคัดเลือกแหล่งพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมที่ระดับความสูง 40-80 เมตรซึ่งปัจจุบันข้อมูลดังกล่าวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจที่จะพัฒนาเพื่อติดตั้งกังหันลมต่อไปในอนาคต(3)

2. วิธีวิจัย

การติดตั้งเสาวัดความเร็วลม

ในการเก็บข้อมูลความเร็วลมนั้นจะทำการติดตั้งเสาวัดความเร็วลม ขนาดความสูงของเสา 120เมตร จำนวน 4 สถานีติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ระดับความสูง 60, 90 เมตร สรุปไว้ในตารางที่ 1(4)

ตารางที่ 1. พิกัดตำแหน่งของเสาวัดลมในพื้นที่จังหวัดที่ใช้ในงานวิจัย

สถานีวัดลม	ละติจูด (Deg)	ลองติจูด (Deg)	ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (m)
ขอนแก่น	16° 8.8620’N	102° 42.420’E	160.76
มุกดาหาร	16° 34.125’N	104° 24.297’E	202.18
กาฬสินธุ์	16° 54.032’N	103° 19.764’E	175.72
หนองคาย	17° 48.276’N	102° 44.694’E	178.15

ข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้จะส่งไปยังเครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) ที่มีอัตราการตรวจวัด (Sampling) ค่าความเร็วลมเฉลี่ยทุกๆ 10 นาที เครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูลลมใช้ยี่ห้อ NRG ประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1. เสาวัดความเร็วลมที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดลมเรียบร้อยแล้ว

วิธีการเก็บข้อมูล

เมื่อทำการติดตั้งเสาวัดความเร็วลมพร้อมกับอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลลมแล้ว ข้อมูลลมที่ได้จะถูกบันทึกไว้ในเครื่องบันทึกข้อมูล ซึ่งข้อมูลลมที่ตรวจวัดได้เป็นข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยทุก 10 นาที ซึ่งข้อมูลที่ได้ คือความเร็วลม ทิศทางลม ค่าต่ำสุด สูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลมตามช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในแผ่นบันทึกข้อมูล (MMC Memory Card) แล้วนำไปแปลงไฟล์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Symphonies Data Retriever เป็นไฟล์นามสกุล .xls เพื่อใช้ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel โปรแกรมWAsP10.0โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่การแจกความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน ค่าพารามิเตอร์รูปร่าง พารามิเตอร์รูปร่าง พารามิเตอร์ระดับ และการประเมินกำลังลม(5)

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการเก็บข้อมูลลมทั้ง 4 สถานีเป็นระยะเวลาหนึ่งปี (12 เดือน) ในช่วงเดือน ตุลาคม 2554-กันยายน 2555 โดยนำข้อมูลลมมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความสูง 60, 90 เมตร พบว่าความเร็วลมที่สถานีวัดลมโรงเรียน

บ้านหนองหัวช้าง อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น มีความเร็วลมสูงที่สุดที่ระดับความสูง 90 เมตร ความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 3.24-5.80 เมตร/วินาที ค่าเฉลี่ยความเร็วตลอดทั้งปีอยู่ที่ 4.50 เมตร/วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีวัดลมทั้ง 4 สถานี ดังตารางที่ 2 และที่ระดับความสูง 60 เมตรดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2. ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 90 เมตร (เมตร/วินาที)

สถานีวัดลม	เดือน												ความเร็วลมเฉลี่ยตลอดทั้งปี
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ขอนแก่น	4.09	4.66	5.60	4.04	3.64	4.06	4.25	3.96	5.80	5.39	5.29	3.24	4.50
มุกดาหาร	4.51	5.00	6.70	4.53	3.73	4.02	3.41	3.09	4.57	4.37	4.40	4.40	4.39
กาฬสินธุ์	3.22	3.80	4.38	3.48	3.27	3.82	3.70	3.36	4.18	3.46	4.10	3.04	3.65
หนองคาย	3.31	3.87	4.51	3.84	3.74	3.63	3.44	2.94	3.65	3.38	3.71	2.94	3.58

ตารางที่ 3. ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 60 เมตร (เมตร/วินาที)

สถานีวัดลม	เดือน												ความเร็วลมเฉลี่ยตลอดทั้งปี
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ขอนแก่น	3.57	3.98	4.83	3.60	3.84	3.56	3.69	3.53	5.10	4.78	4.66	2.91	4.00
มุกดาหาร	3.98	4.37	6.06	4.08	3.66	3.62	2.96	2.72	4.03	3.84	3.86	3.19	3.86
กาฬสินธุ์	2.83	3.12	3.77	3.06	2.86	3.30	3.18	2.94	3.61	3.46	3.56	2.54	3.19
หนองคาย	2.45	3.14	3.75	3.21	3.17	3.05	2.84	2.30	2.98	2.68	3.00	2.30	2.91

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลาที่พิจารณาเช่นความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนสามารถคำนวณได้จากการแสดงค่า Wind Speed Frequency ซึ่งสามารถนำมาคำนวณความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆ (6) ตามสมการที่ (1)

$$v_m = \frac{v_1 x N_1 + v_2 x N_2 + ...v_n x N_n}{N_1 + N_2 + ...N_n} \qquad (1)$$

โดยที่ v_m คือความเร็วลมเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่ตรวจวัด v_n ความเร็วลมที่ตำแหน่งกึ่งกลางของBin Range และ N_n คือ จำนวนชั่วโมงรวมในช่วง Bins range

การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull distribution)

การแจกแจงไวบูลล์เป็นการแจกแจงทางสถิติประกอบด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัว ที่สามารถใช้แทนลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลลมสถิติ และเป็นการแจกแจงที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย (1) การแจกแจงไวบูลล์ประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้(7) พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter, k-Shape) พารามิเตอร์รูปร่างเป็นพารามิเตอร์ที่แสดงการกระจายของลมสถิติ ในบริเวณที่

มีค่า V ต่ำ แสดงว่าในบริเวณนั้นมีความเร็วลมต่ำพักบ่อยครั้งกว่าความเร็วลมสูงและในกรณีที่ค่า V สูง ก็จะแสดงผลที่ตรงกันข้ามกัน พารามิเตอร์ระดับ (Scale Parameter, c-Scale) พารามิเตอร์ระดับเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วลมเฉลี่ย เมื่ออัตราเร็วลมเฉลี่ยมีค่าสูง c จะมีค่าสูง และเมื่ออัตราเร็วลมเฉลี่ยต่ำค่า c จะมีค่าต่ำด้วย การแจกแจงไวบูลล์เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ที่สามารถเขียนสมการได้ดังสมการที่ (2)

$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V}{c} \right)^{k} \right] \quad (2)$$

เมื่อ V คืออัตราเร็วลม (m/s) , k คือพารามิเตอร์รูปร่าง (ไร้หน่วย) และ c คือพารามิเตอร์ระดับ (m/s) จัดรูปแบบสมการที่ 2 โดยการใส่ค่า ln ทั้งสองข้างของสมการจะได้

$$\ln\left[-\ln\left(1 - F(V)\right) \right] = k\ln V - k\ln c \quad (3)$$

เมื่อพิจารณาให้อยู่ในรูปแบบของสมการเส้นตรง

$$y = mx + b \quad (4)$$

$$y = \ln(-\ln(1 - F(v)))$$

$$x = \ln(V)$$

$$k = \text{slope}$$

$$c = \exp\left(-\frac{b}{k} \right)$$

กำลังลม (Wind Power) การนำกำลังลมไปใช้จะพิจารณาจากค่าพลังงานจลย์ที่มีอยู่ในกระแสอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดในช่วงที่พิจารณา สามารถเขียนได้ตามสมการ (5)

$$E_{kinetic} = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

เมื่อพิจารณาขณะที่อากาศเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดใดๆอัตราการไหลมวลอากาศที่เคลื่อนที่จะมีค่าเท่ากับผลคูณของความหนาแน่นอากาศและความเร็ว (ρv) ดังนั้นค่าพลังงานของกระแสลมที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดใดๆในช่วงเวลาที่พิจารณาก็จะเป็นค่ากำลังจำเพาะของลม (8)ตามสมการที่ (6)

$$P_o = \frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho_a V^3 \quad (6)$$

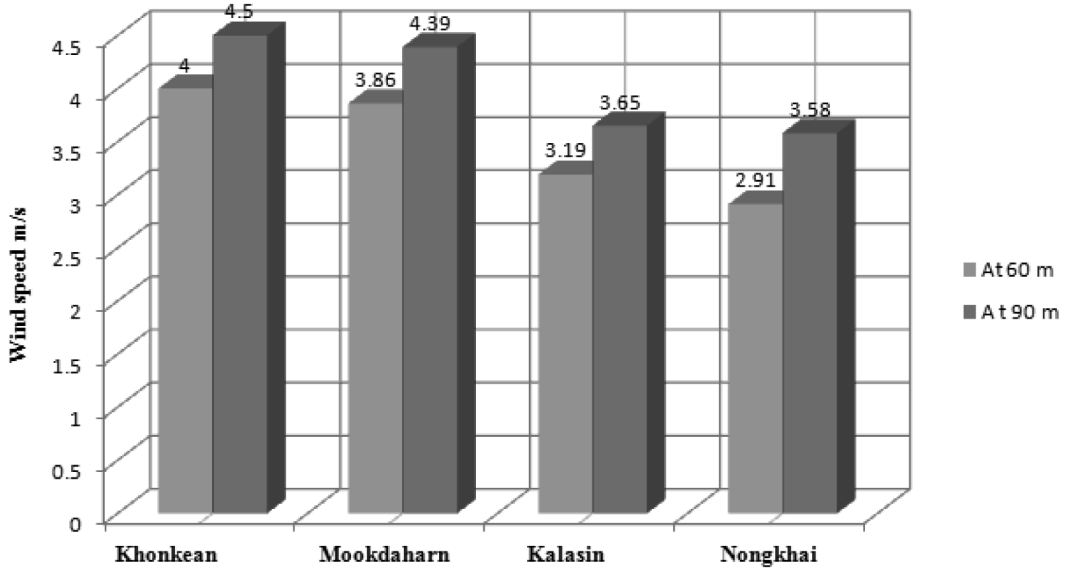
ค่ากำลังลมจำเพาะจะเป็นค่าที่บอกศักยภาพของพลังงานลมค่าหนึ่ง ซึ่งจะเห็นว่าจากสมการที่ 6 ถ้าความเร็วลมเพิ่มขึ้น 2 เท่าค่ากำลังลมจำเพาะจะเพิ่มขึ้น 8 เท่า

ทิศทางลม (Wind Rose) และไวบูลล์พารามิเตอร์

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาวิเคราะห์ทิศทางลมโดยใช้โปรแกรม WAsP 10.0ซึ่งพัฒนาโดย Risø National Laboratory ประเทศเดนมาร์ก (9) ซึ่งจะบอกอัตราส่วนทิศทางของลมได้ดังนี้ สถานีวัดลมโรงเรียนบ้านหนองหัวช้าง อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น ทิศทางลมเคลื่อนที่มาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ คิดเป็น 22%สถานีวัดลมอ่างเก็บน้ำห้วยมุก อ.คำชะอี จ.มุกดาหาร ทิศทางลมเคลื่อนที่มาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็น 27.5%สถานีวัดลมโรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์ อ.ท่าคันโท จ.กาฬสินธุ์ ทิศทางลมเคลื่อนที่มาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็น 15%และสถานีวัดลมมหาวิทยาลัยขอนแก่นวิทยาเขตหนองคาย อ.เมืองหนองคาย จ.หนองคาย ทิศทางลมเคลื่อนที่มาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็น 21%ค่าไวบูลล์พารามิเตอร์แสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 3

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยไวบูลล์พารามิเตอร์ที่ระดับความสูงสองระดับ (ตุลาคม 2554– กันยายน 2555)

สถานีวัดลม	ระดับความสูง			
	90 เมตร		60 เมตร	
	c (m/s)	k	c (m/s)	k
โรงเรียนบ้านหนองหัวช้าง	5.2	2.55	4.6	2.48
อ่างเก็บน้ำห้วยมุก	5	2.32	4.5	2.23
โรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์	4.2	2.26	3.7	2.16
มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย	4	1.99	3.4	1.91



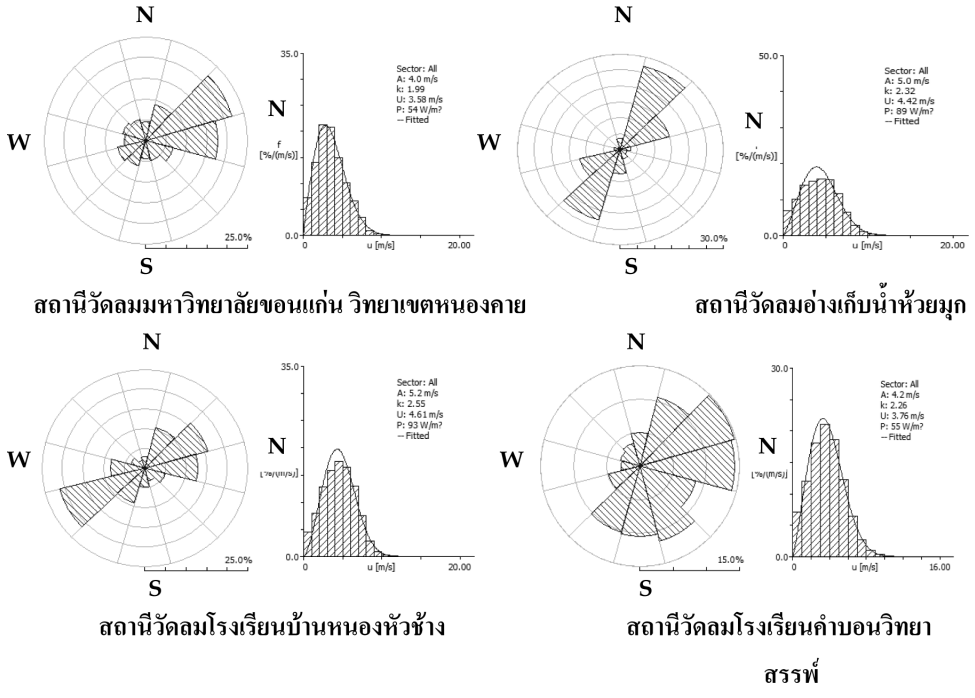
รูปที่ 2. กราฟแสดงความเร็วลมเฉลี่ยของแต่ละสถานีตลอดทั้งปี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2554 –กันยายน2555

การประเมินกำลังลม

กำลังลมที่ผลิตได้ประเมินจากค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 90 เมตรเหนือพื้นดิน โดยที่จะมีค่าความหนาแน่นของอากาศมาตรฐานเท่ากับ 1.225Kg/m^3 พบว่าที่สถานีวัดลมโรงเรียนบ้านหนองหัวช้างมีกำลังลมสูงที่สุดเท่ากับ 93W/m^2 สถานีวัดลมอ่างเก็บน้ำห้วยมุกมีกำลังลมเท่ากับ 89 W/m^2 สถานีวัดลมโรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์มีกำลังเท่ากับ 55 W/s^2 และที่สถานีวัดลมมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคายมีกำลังเท่ากับ 54 W/s^2 ซึ่งกำลังที่ได้สามารถบอกได้ถึงศักยภาพพลังงานจากกังหันลมที่ติดตั้ง หากบริเวณที่มีลมผัดผ่านใบของกังหันลมมีพื้นที่มากจะทำให้สามารถผลิตพลังงานได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Betz(10) พบว่ากังหันลมสามารถเก็บพลังงานลมมาใช้ประโยชน์มากที่สุดเท่ากับ 59.26% ของพลังงานที่ได้ทั้งหมดจากลม และจะมีค่าลดลงอีกเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของกังหันลมแต่ลมชนิดและประสิทธิภาพระบบส่งไฟฟ้าและจุดเชื่อมต่อระบบอีกด้วย จากข้อมูลการวิเคราะห์ทั้งหมดสรุปได้ดังตารางที่ 5(11)

ตารางที่ 5. ความเร็วลมเฉลี่ย ไวบูลล์พารามิเตอร์ กำลังลมและทิศทางลม (ตุลาคม 2554– กันยายน 2555)

สถานีวัดลม	ความเร็วลม (m/s)	Shape parameter ,k	Scale Parameter ,c	พลังงาน (W/s^2)	ทิศทางลม
โรงเรียนบ้านหนองหัวช้าง	4.5	2.55	5.2	93	SW
อ่างเก็บน้ำห้วยมุก	4.39	2.32	5	89	NE
โรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์	3.65	2.26	4.2	55	NE
มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย	3.58	1.99	4	54	NE



รูปที่ 3. ทิศทางลม (Wind Rose) และกราฟการแจกแจงไวบลูล์แต่ละสถานี (ตุลาคม 2554 – กันยายน 2555)

4 . สรุป

จากงานวิจัยนี้สามารถทราบถึงศักยภาพพลังงานลมเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนทั้ง 4 จังหวัดได้แก่จังหวัดขอนแก่น มุกดาหาร กาฬสินธุ์ และหนองคาย โดยทำการตรวจวัดข้อมูลความเร็วลมเป็นระยะเวลาหนึ่งปีหรือหนึ่งรอบฤดูกาล ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 จนถึง เดือนกันยายน 2555 ที่ระดับความสูง 90 และ 60 เมตร เพื่อศึกษาข้อมูลความเร็วลม ไวบูลล์พารามิเตอร์ ทิศทางลมและกำลังลม พบว่าพื้นที่ที่มีพลังงานลมสูงที่สุดคือ โรงเรียนบ้านหนองหัวช้าง อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น มีศักยภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีวัดลมทั้งหมด 4 สถานีเนื่องจากบริเวณเสาวัดลมมีพื้นที่โล่งอยู่ใกล้บริเวณอ่างเก็บน้ำและไม่มีสิ่งกีดขว้างทางลมมากนักเหมือนเช่นพื้นที่สถานีวัดลมอื่น รองลงมาคือสถานีวัดลมอ่างเก็บน้ำห้วยมุก อ.คำชะอี จ.มุกดาหาร

สถานีวัดลมโรงเรียนคำบอนวิทยาสรรพ์ อ.ท่าคันโท จ.กาฬสินธุ์ และสถานีวัดลมมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนบริเวณเสาวัดลมที่จังหวัดขอนแก่นและมุกดาหารมีศักยภาพทางด้านพลังงานลมที่ดีเหมาะสำหรับการพัฒนาเพื่อติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตกระไฟฟ้าต่อไปในอนาคต(12, 13)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำโครงการในครั้งนี้ และผู้ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานโครงการนี้ทุกท่าน

6. เอกสารอ้างอิง

(1) Weawseang J, Mahin M, Nankongnab N, Thappaya T, Thirawanichayakorn Y, Thirawanichayakorn S, Matan N. Assessment of Micrositing Wind Energy Potential Along the Coasts of Southern Thailand. The National Research Council of Thailand (Wor Chor).2008.

(2) Dothsadee N, Sasujit K, Chaiyachana T, Suwannasith N, Suowkomkong A, Keattisirirort T. Wind Energy Potential North of Thailand [AE thesis]. Maejo University ;2008.Thai.

(3) Mapping Potential source of Wind Energy Projects. Department of Energy; 2003.Thai.

(4) Aynur Ucar , Figen Balo. Evaluation of wind energy potential and electricity generation at six locations in Turkey. 2009;86:1864-1872.

(5) Ali Naci Celik. Energy output estimation for small-scale wind power generators using Weibull-representative wind data. Mustafa Kemal University.2002 November 11.

(6) Shuzo Murakami , Akashi Mochida , Shinsuke Kato. Development of local area wind prediction system for selecting suitable site for windmill. Keio University, Japan.2003;91:1759-1776.

(7) Xiao Yu, Hang Qu. Wind power in China – Opportunity goes with challenge. Ludong University,China.2010; 14:2232-2237.

(8) M. Mirhosseini, F. Sharifi, A. Sedaghat. Assessing the wind energy potential location in province of Semnan in Iran .Isfahan University of Technology, Iran. 2011;15:449-459.

(9) S.H.Alawaji, N.N. Eugenio, U.A. Elani. Wind Energy Resource Assessment in Saudi Arabia. Energy Research Institute, Saudi Arabia.1996.

(10) Sanjoy Kumar Nandi , Himangshu Ranjan Ghosh. Techno – economical analysis of off-grid hybrid system at Kutubdia Island, Bangladesh. Bangladesh University of Engineering and Technology, Bangladesh.2009 November 25.

(11) M.A.Elhadidy, S.M. Shaahid. Wind resource assessment of eastern coastal region of Saudi Arabia. King Fahd University, Saudi Arabia. 2007;209:199-208.

(12) Jompob Waewsak , Mathieu Landry , Yves Gagnon. High resolution wind atlas for Nakhon Si Thammarat and Songkhla province,Thailand. Thaksin University,Thailand. 2012 December 9.

(13) W.Promsen , I. Masiri, S. Janjai. Development of microscale wind maps for Phuluay Island,Thailand. Silapakorn University,Thailand.2011 November 25.