การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18
18-20 ตุลาคม 2547 จังหวัด-ขอนแก่น

การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

Analysis of Potential for Electricity Generation of Wind Energy

เดช ดำรงศักดิ์[1] และ ยงยศ วุฑฒิโกวิทย์[2]

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทร. 053-944146 ต่อ 964 โทรสาร 053-944145 E-mail: det@dome.eng.cmu.ac.th[1],
changmaimao@thaimail.com[2]

Det Damrongsak[1] Yongyos Vutthikovit[2]
Department of Mechanical Enginerring, Faculty of Engineering, Chiang Mai University
Tel: 053-944146 Ext. 964 Fax 053-944145 E-mail: det@dome.eng.cmu.ac.th[1],
changmaimao@thaimail.com[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมซึ่งสามารถนำมาใช้ในการขับเคลื่อนระบบกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการติดตั้งระบบกังหันลม ณ สำนักงานเขตอนุรักษ์พันธ์สัตว์ป่าสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้จะทำการเก็บข้อมูลความเร็วลม ทิศทางลม และความเร็วลมกรรโชก เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาศักยภาพในการใช้พลังงานลมในการผลิตกระแสไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 4.1 m/s ซึ่งมีค่ามากกว่า 3 m/s ที่เป็นความเร็วลมเริ่มต้นที่สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และมีความเร็วลมกรรโชกสูงสุด 25 m/s โดยระบบกังหันลมจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 507,264 ยูนิตต่อปี เมื่อหันกังหันไปรับลมที่มาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

Abstract

This research is to analyze the potential of wind energy which is used to drive the wind turbine for generating electricity. The wind turbine is installed at Samerng Forest Animal Conservation Center, Amphur Samerng, Chiangmai. In this research, it is essential to measure the wind velocity, direction, and gusty wind velocity. The collected data is used to analyze the potential of wind energy for generating electricity. The results show that the annual average wind velocity of 4.1 m/s, which is more than 3 m/s, is sufficient velocity to generate electricity. The maximum velocity of gusty wind is 25 m/s. As a result, the wind turbine, installed in the direction facing the wind coming from the northeastern direction, is capable of producing 507,264 electric units.

1. บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานลมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้สำนักงานเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าสะเมิง บ้านปางขม ตำบลยั้งเมิน อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสถานที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งพลังงานลมเป็นพลังงานทดแทนสะอาดอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยปราศจากปัญหาด้านมลภาวะ ซึ่งต่างกับระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ ทั่วไปในปัจจุบัน ประกอบกับมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจและเล็งเห็นถึงปัญหา ปัจจุบันแนวโน้มการพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมจึงมีมากขึ้น ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงทั้งการเลือกขนาดของกังหันลมและลักษณะภูมิประเทศที่จะบ่งบอกถึงศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางลม เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการติดตั้งกังหันลม ซึ่งในการเก็บข้อมูลดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านปริมาณข้อมูล ปัจจุบันข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมที่เก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่องมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรมอุตุนิยมวิทยา แต่ก็มีเพียงไม่กี่สถานีที่ทำการตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อากาศ การคมนาคมทางอากาศ เป็นต้น เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้ข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมที่เก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่องมีน้อยก็คือ เครื่องวัดมีราคาแพงมาก เครือข่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวจึงถูกจำกัดลงด้วยงบประมาณ ฉะนั้นในการที่จะตัดสินใจในการตั้งโรงไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานลมนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการเก็บข้อมูลที่

เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และต้องมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้และได้รับการฝึกอบรมมาเป็นอย่างดีเป็นเจ้าหน้าที่ตรวจวัดประจำ และมีอุปกรณ์การเก็บข้อมูลที่ได้มาตรฐาน เพื่อมิให้ข้อมูลที่ได้ผิดพลาด ซึ่งอาจจะส่งผลเสียหายอย่างมากในการใช้ข้อมูลดังกล่าวไปตัดสินใจในการสร้างโรงไฟฟ้าจากพลังงานลม

2. ทฤษฎี

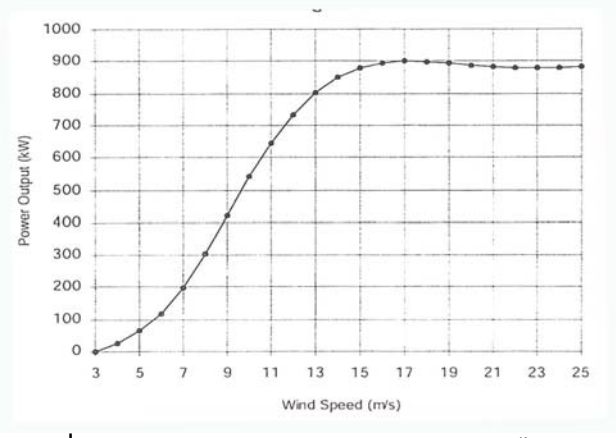
2.1 ทฤษฎีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลม

ระบบการหมุนเวียนของลมบนพื้นโลกเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศโดยรอบ ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของความดันอากาศ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งมายังพื้นโลกในแต่ละจุดไม่เท่ากัน ทำให้อุณหภูมิอากาศในแต่ละจุดไม่เท่ากันด้วย

ระบบการหมุนเวียนของลมบนพื้นโลกสามารถแบ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงได้ 2 รูปแบบ คือ ลมบริเวณทะเล และลมบริเวณภูเขา ซึ่งบริเวณที่วางแผนจัดทำการติดตั้งระบบกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้นอยู่ในเขตของลมบริเวณภูเขา ซึ่งลมบริเวณภูเขา (Mountain – valley wind) จะเกิดขึ้นเมื่อบริเวณภูเขาที่เย็นมีอากาศร้อนชื้นในช่วงเวลาตอนเช้า และได้รับรังสีอาทิตย์อากาศร้อนดังกล่าวจะลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นจากบริเวณหุบเขาจะเคลื่อนที่เข้าแทนที่ ในช่วงเวลากลางคืน ทิศทางการไหลของลมจะตรงกันข้าม อากาศเย็นบริเวณภูเขาจะเคลื่อนที่ไปแทนที่อากาศที่ลอยขึ้นบริเวณหุบเขา

2.2 พลังงานลมที่นำไปผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานลมที่จะนำไปผลิตไฟฟ้า โดยใช้กังหันลมผลิตได้จะเปลี่ยนแปลงตามความเร็วลม และคุณสมบัติของกังหันลมแต่ละแบบจะกำหนดอยู่ในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังไฟฟ้า (Wind speed – power curve) ดังตัวอย่างดังแสดงในรูป power curve กราฟกำลังไฟฟ้าเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการหาพลังงานที่สามารถผลิตได้จากกังหันลมในสถานที่ติดตั้งภายใต้ลักษณะของลมที่กำหนด



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังไฟฟ้า [2]

รูปที่ 1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังผลิตไฟฟ้าของกังหันลม รุ่น NM 52/900 IEC II ของบริษัท NEG MICON เป็นกังหันลมชนิด 3 ใบ รัศมี 26.1 เมตร ดังรูปที่ 2 ซึ่งรับแรงลมกรรโชกได้สูงสุด 25 m/s (หากแรงลมกรรโชกไม่ถึง 25 m/s จะทำให้กังหันลมเกิดความเสียหายน้อย ทำให้ค่าบำรุงรักษาลดลงตามไปด้วย) และกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าแปรผันตามค่าความเร็วลมเฉลี่ยในบริเวณที่ติดตั้งกังหันลม จำนวนระยะเวลาที่ทำการผลิต และค่าแฟคเตอร์พื้นฐานที่เป็นคุณสมบัติทางสมรรถนะของกังหันลม กังหันลมรุ่นนี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในกรณีความเร็วลมเฉลี่ยตั้งแต่ 3 m/s ขึ้นไป นอกจากนี้ยังมีกังหันลมชนิด 3 ใบ ที่มีกำลังใกล้เคียงกับรุ่นดังกล่าวอยู่หลายชนิด แต่คุณสมบัติของกังหันลมอาจแตกต่างกันไปบ้าง ในกรณีที่มีความเร็วลมต่ำกว่า 3 m/s ก็ยังมีกังหันลมที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ โดยใช้กังหันลมแบบกังหันลมขนาดเล็กที่มีอยู่หลายชนิด ซึ่งถ้ามีกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าน้อยก็อาจจะต้องทำงานร่วมกับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์ดีเซล หรือระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งในกรณีนี้จะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เก็บได้จากการศึกษา

รูปที่ 2 กังหันลม [8]

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับกังหันลม

ความเร็วในการหมุนของกังหันลมโดยทั่วไปจะกำหนดอยู่ในรูปของรอบต่อนาที (Revolution per minute: rpm) หรือ เรเดียนต่อวินาที (Radian per second: rad.s^{-1}) ความเร็วในการหมุน (rotation speed) โดยปกติจะกำหนดให้อยู่ในรูปของรอบต่อนาที ใช้สัญลักษณ์ N ส่วนความเร็วเชิงมุม (angular velocity) จะกำหนดให้อยู่ในรูปเรเดียนต่อวินาที

$$1 \text{ rpm} = \frac{2\pi}{60} \text{rad.s}^{-1} \qquad (1)$$

$$= 0.1047 \text{ rad.s}^{-1}$$

หน่วยอื่น ๆ ที่ใช้วัดความเร็วของกังหันลม คือ ความเร็วปลายใบ (Tip speed: V) ซึ่งเป็นความเร็วในทิศทางของเส้นสัมผัสวงของส่วนหมุนที่ปลายของใบพัด วัดในหน่วยเมตรต่อวินาที (Meter per

second) ซึ่งเป็นผลคูณของความเร็วเชิงมุมของส่วนหมุนกับรัศมีปลายใบ (Tip radius: R) มีหน่วยเป็นเมตร สามารถคำนวณได้จาก

$$V = \frac{2\pi NR}{60} \qquad (2)$$

2.4 ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การคิดมูลค่าต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

ขั้นตอนในการคำนวณมูลค่าสำหรับพลังงานลม มูลค่าต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (g) โดยกังหันสามารถประเมินได้โดยใช้สมการดังนี้

$$g = CR/E + M \qquad (3)$$

เมื่อ

C คือ ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการติดตั้งกังหันลม (หน่วยเป็นบาท)

R คือ อัตราเพิ่มต้นทุนรายปี (Capital recovery factor) คำนวณได้จาก

$$R = \frac{x}{1-(1+x)^{-n}} \qquad (4)$$

เมื่อ

x คือ Required annual rate of return net of inflation

n คือ จำนวนปีที่เงินลงทุนของโครงการได้กลับคืน (ระยะเวลาคืนทุน)

E คือ พลังงานไฟฟ้ารายปีที่ผลิตได้จากกังหันลม ซึ่งสามารถหาค่าได้จากกราฟในรูปที่ 1 (มีค่าแปรผันตามความเร็วลมเฉลี่ยที่บริเวณติดตั้งกังหันลมและจำนวนเวลาที่ทำการผลิต)

M คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

$$M = KC/E \qquad (5)$$

เมื่อ K คือ แฟคเตอร์ที่ใช้แทนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรายปีของกังหัน The European Wind Energy Association (EWEA) ได้เสนอแนวทางในการประมาณค่า K ไว้ที่ 0.025 หรือ 2.5% ของค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการติดตั้งกังหันลม

3. การติดตั้งอุปกรณ์วัด

3.1 ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่ความสูง 20, 30, 40 เมตร อุปกรณ์วัดทิศทางลมที่ความสูง 20, 40 เมตร บนโครงเสาเหล็ก และเทฐานยึดเสาให้ได้ความแข็งแรงมั่นคงพร้อมใช้สลิงเหล็กยึดกับพื้นรอบโครงเสาเหล็ก 4 จุด

3.2 ติดตั้งอุปกรณ์ตู้ควบคุมแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์การวัดความเร็วลมและทิศทางลม

4. ข้อมูลความเร็วลม และทิศทางลม

ในการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลมที่ความสูง 20, 30, 40 เมตร และวัดทิศทางลมที่ความสูง 20, 40 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลทุก ๆ 10 นาที โดยตั้งค่าการเก็บกับตู้ควบคุมการแสดงค่า และนำผลที่ได้จากการเก็บมาทำการวิเคราะห์เป็นรายเดือน โดยการเก็บข้อมูลนั้นเริ่มต้นการเก็บจากเดือนพฤษภาคม 2546 – พฤษภาคม 2547 ซึ่งได้ผลข้อมูลดังนี้

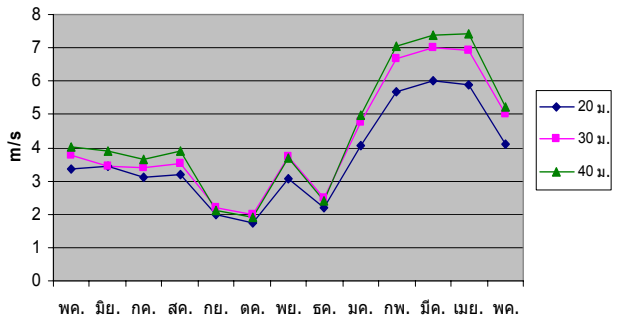
ตารางที่ 1 ทิศทางลมเฉลี่ย รายเดือนตามระดับชั้นวัด 20, 40 เมตร

เดือน	ปี 2546							
ความสูง (m)	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
20	NE	NE	NE	NE	NE	SW	NW	SW
40	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

เดือน	ปี 2547				
ความสูง (m)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
20	NW	NE	NE	NE	NE
40	NE	NE	NE	NE	NE

NE = ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
SW = ทิศตะวันตกเฉียงใต้
NW = ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

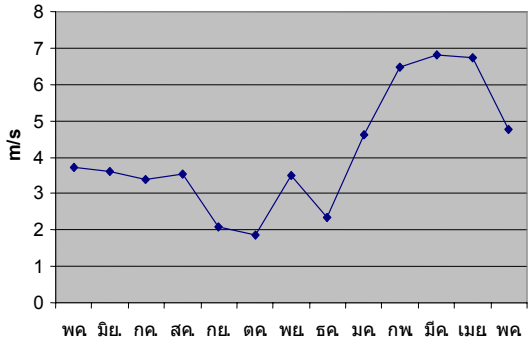
ซึ่งข้อมูลที่ได้ดังกล่าวเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจวางแนวกังหันลมให้ตรงกับทิศทางลมพัด



รูปที่ 3 ความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือนตามระดับชั้นวัด 20, 30, 40 เมตร

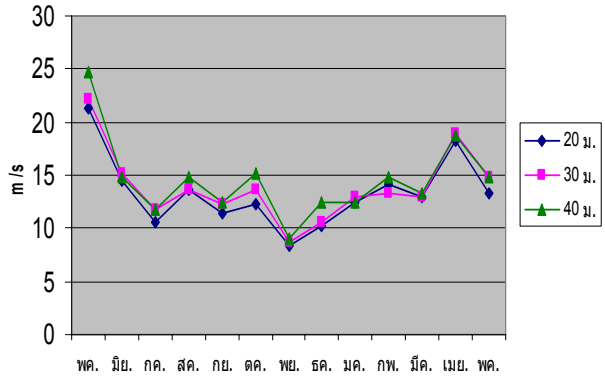
ข้อมูลความเร็วลมจากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความเร็วลมตามระดับชั้นในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อย เนื่องจากเป็นกระแสลมที่อยู่ในลักษณะลมสงบ มีความแปรปรวน

น้อย แต่มีความเร็วลมมากในระดับความสูง 40 เมตร ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้สำหรับการเลือกใบพัด การวางหอคอย สำหรับชุดกังหันลม



รูปที่ 4 แสดงค่าความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพลังงานลมเพียงพอต่อความต้องการที่จะนำไปใช้งานในการหมุนกังหันลม กล่าวคือ ความเร็วลมเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้มีค่าประมาณ 4.1 m/s ซึ่งมีค่ามากกว่า 3 m/s ที่เป็นความเร็วลมเริ่มต้นที่สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งในช่วงเดือน ก.ย.-ต.ค. ความเร็วลมเฉลี่ยน้อยกว่า 3 m/s ความเร็วลมดังกล่าวเป็นช่วงลมสงบ ทำให้ไม่สามารถนำพลังงานลมดังกล่าวไปใช้เป็นพลังงานในการหมุนกังหันลมในการผลิตกระแสไฟฟ้าแตกต่างจากช่วงเดือน มิ.ย.-ส.ค. ความเร็วลมเฉลี่ยมากกว่า 3 m/s ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานในการหมุนกังหันลมในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แต่ในช่วงเดือน ก.พ.-พ.ค. จะเป็นช่วงที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูง จึงเป็นช่วงที่ให้กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุดของปี ข้อมูลที่ได้จากกราฟสามารถนำไปวิเคราะห์ถึงการวางแผนในการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้

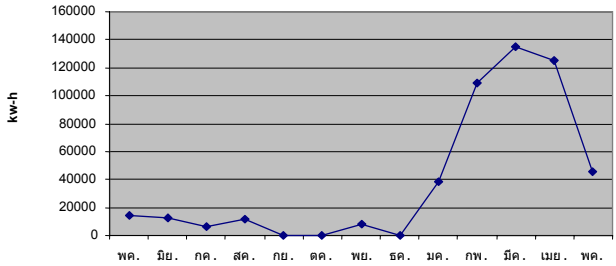


รูปที่ 5 แสดงความเร็วลมกรรโชก รายเดือนตามระดับชั้น 20, 30, 40 เมตร

รูปที่ 5 แสดงความเร็วลมกรรโชกสูงสุดในแต่ละระดับชั้นมีค่าไม่สูงเกินกว่าความสามารถในการรับแรงลมกรรโชกของกังหันลม กล่าวคือ ที่ระดับชั้นความสูง 20 เมตร มีความเร็วลมกรรโชกสูงสุด 21.3 m/s, ที่ระดับชั้นความสูง 30 เมตร มีความเร็วลมกรรโชกสูงสุด 22.1 m/s และที่ระดับชั้นความสูง 40 เมตร มีความเร็วลมกรรโชกสูงสุด 24.8 m/s และข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าเกิดลมกรรโชกสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งขนาดของความเร็วลมกรรโชกจะเป็นข้อมูลที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งในการตัดสินใจเลือกชนิดของกังหันลม

5. ศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถเลือกชนิดของกังหันลมที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าที่ความเร็วลมเริ่มต้นตั้งแต่ 3 m/s และมีความสามารถรับแรงกรรโชกได้ถึง 25 m/s คือ รุ่น NM 52/900 IEC II ของบริษัท NEG MICON โดยเมื่อนำข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยแต่ละเดือนไปหาความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าในรูปที่ 1 จะได้พลังงานไฟฟ้าตามรูปที่ 6 ซึ่งเมื่อนำพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนมารวมกันจะได้กำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 507,264 ยูนิตต่อปี



รูปที่ 6 แสดงพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

6. การคำนวณมูลค่าสำหรับพลังงานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

ในการคำนวณมูลค่าของพลังงานจากแหล่งพลังงานลมเป็นการประเมินราคาทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีพลังงานลม ซึ่งหมายถึงกำลังการผลิตที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เพื่อเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยที่ได้จากพลังงานลมกับราคาต่อหน่วยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จำหน่าย โดยทั่วไป ซึ่งคำนวณจากค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการติดตั้งกังหันลม (C) ที่ 46,000,000 บาท อัตราเพิ่มต้นทุนรายปี (R) 0.16 โดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ (E) 507,264 ยูนิตต่อปี และมีค่าบำรุงรักษาต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้า (M) 760,896 บาท ดังนั้นสามารถคำนวณหามูลค่าสำหรับพลังงานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เท่ากับ 5.80 บาทต่อหน่วย

จากการคำนวณค่าพลังงานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับราคาต่อหน่วย ที่ทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจำหน่ายที่ราคาประมาณ 2.80 บาทต่อหน่วย จะเห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมมีราคาสูงกว่ามูลค่าสำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลัก แต่จะมีประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม คือ การลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการใช้พลังงานหลัก (โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์และฝนกรด) หากอีกทั้งในอนาคตการพัฒนากังหัน

ลมและอุปกรณ์ร่วมทางด้านเทคโนโลยีและการแข่งขันในด้านการตลาดมีสูงขึ้นและได้รับการช่วยเหลือจากทางรัฐบาลในเรื่องการลดภาษีนำเข้าก็จะทำให้ต้นทุนการติดตั้งกังหันลมเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามีราคาลดลง

7. สรุป

จากการศึกษาวิจัยพบว่า พลังงานลมสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยได้ผลดังนี้

1. ค่าความเร็วมีผลต่อศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยต้องมีความเร็วลมตั้งแต่ 3 m/s ขึ้นไป

2. ค่าความเร็วลมกรรโชกมีผลต่อการเลือกใช้ชนิดของกังหันลม กล่าวคือ กังหันลมโดยทั่วไปสามารถรับแรงกรรโชกได้ไม่เกิน 25 m/s ในกรณีที่ความเร็วลมเกินอัตราดังกล่าวจะหยุดทำการผลิต เพราะจะมีผลเสียต่อกังหันลม จากข้อมูลที่ได้ความเร็วลมกรรโชกที่เป็นความเร็วสูงสุดตลอดทั้งปีประมาณ 25 m/s ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมเท่านั้น จึงทำให้สามารถเลือกชนิดกังหันลมที่เหมาะสมต่อไปได้

3. ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ทราบว่าจังหวัดในเขตภาคเหนือตอนบนบางแห่งที่ได้รับอิทธิพลของลมภูเขา โดยเฉพาะสถานที่ทำการวิจัยสามารถใช้พลังงานลมนำมาเป็นพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และข้อมูลยังบ่งบอกถึงลมที่นำมาผลิตกระแสไฟฟ้านั้นเป็นลมที่มีความราบเรียบ

4. มูลค่าสำหรับพลังงานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลมมีราคาแพงกว่ามูลค่าสำหรับพลังงานต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าหลัก แต่หากในอนาคตการพัฒนากังหันลมและอุปกรณ์ร่วมทางด้านเทคโนโลยีและการแข่งขันในด้านการตลาดมีสูงขึ้นและได้รับการช่วยเหลือจากทางรัฐบาลในเรื่องการลดภาษีนำเข้าก็จะทำให้ต้นทุนการติดตั้งกังหันลมเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามีราคาลดลง อีกทั้งแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักถูกใช้หมดไป พลังงานลมจะเป็นพลังงานทดแทนที่สำคัญพลังงานหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนั้นศักยภาพที่สำคัญของพลังงานลมในด้านการผลิตไฟฟ้า คือ การลดปริมาณมลพิษโดยเฉพาะ คาร์บอนไดออกไซด์และฝนกรด

8.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และแผนกระบบไฟฟ้าสำรองและเครื่องมือกล กองวิศวกรรมและบริการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคเหนือ) จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, โครงการจัดทำแผนที่แหล่งศักยภาพพลังงานลม, กระทรวงพลังงาน กรุงเทพฯ.

[2] ฝ่ายพัฒนาพลังงานทดแทน, 2544, พลังงานทดแทน, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรุงเทพฯ.

[3] ห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาระบบพลังงานสะอาด, 2540, พลังงานสะอาด, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.

[4] สัมพันธ์ ไชยเทพ, 2535, อากาศพลศาสตร์เบื้องต้น, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 52-57.

[5] สิทธิพล สุขเกษม, 2541, การพัฒนาเครื่องมืออุตุนิยมวิทยา เครื่องวัดระยะทางลม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 1-21.

[6] El – Wakil, M.M., 1984, Powerplant Technology, Singapore: MC Graw-Hill, p.p. 589-624.

[7] Lysen, E.H., 1982, Introduction to Wind Energy, Ministry of development co-operation, Netherland, p.p. 15-17.

[8] http://www.neg-micon.com.