

# การศึกษาเสียงจากกังหันลมที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม กรณีเทคโนโลยี กังหันลมรุ่นใหม่ไร้เกียร์

## The Study of Noise Emission form Wind Turbine Occurring in the Environment Case Study of Gearless Wind Turbine Technology

มรุตพงศ์ คงเขียว\* ศิริอุมา เจาะจิตต์\*\* และ จันจิรา มหาบุญ\*\*

\*วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ)

\*\*สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Marutpong Kongkeaw\* Siriuma Jawjit\*\* and Junjira Mahaboon\*\*

\*Master of Science (Environmental, Safety Technology and Health)

\*\*School of Public Health, Walailak University

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดเสียงของกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อกำหนดมาตรการความปลอดภัย และการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นกับชุมชนรอบข้าง จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเสียงจากกังหันลมมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมและระยะห่างจากกังหันลม โดยค่าระดับเสียงจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วลมผ่านกังหันลมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้พบว่าช่วงความเร็วลมต่ำ (น้อยกว่า 7 เมตรต่อวินาที) มีระดับเสียงต่ำกว่าช่วงความเร็วลมปานกลาง (ช่วง 7 - 14 เมตรต่อวินาที) โดยผลการตรวจวัดระดับเสียงที่ระยะ 0, 50 และ 100 เมตร ที่ช่วงความเร็วลมต่ำมีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $64.20 \pm 2.98$ ,  $53.19 \pm 5.93$  และ  $50.30 \pm 2.14$  เดซิเบลเอ ลดลงตามลำดับ และที่ช่วงความเร็วลมปานกลาง มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $64.59 \pm 0.65$ ,  $56.27 \pm 1.65$  และ  $53.20 \pm 1.40$  เดซิเบลเอ ลดลงตามลำดับ และไม่พบค่าการรบกวนมากกว่า 10 เดซิเบลเอ และจากการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย จำนวน 298 จุด เพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียง พบว่าค่าความเร็วลมอยู่ในช่วง 5.74 - 8.28 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมเฉลี่ย  $7.15 \pm 0.87$  เมตรต่อวินาที และระดับเสียงมีค่าอยู่ในช่วง 60 - 70 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 70.81 ของระดับเสียงอยู่ในช่วง 50 - 60 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 16.78 และของระดับเสียงอยู่ในช่วง 70 - 90 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 12.41 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีบริเวณใดที่มีความเสี่ยงสูงในการได้รับเสียงจากการทำงานของกังหันลม แต่อย่างไรก็ดี พื้นที่เสียงต่ำหรือ เสียงปานกลาง ควรมีมาตรการเฝ้าระวังระดับเสียงที่เกิดขึ้นตามพื้นที่เสียง เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนไป

คำสำคัญ : ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โรงไฟฟ้ากังหันลม เทคโนโลยีกังหันลมรุ่นใหม่ไร้เกียร์ เสียงของกังหันลม

## Abstract

This research aimed to study the noise emission of wind turbine generator to determine safety measures and the prevention of environmental impact that may occur to the surrounding communities. The factors that effect of the wind turbine noise are related to the wind speed and distance. Sound level will increase as the wind speed through the wind turbine increases. It was found that the low wind speed (less than 7 meters per second) has a lower sound level than the middle wind speed (7-14 meters per second). The results of the sound level measurement at 0, 50 and 100 meters at low wind speed, the average noise level of  $64.20 \pm 2.98$ ,  $53.19 \pm 5.93$  and  $50.30 \pm 2.14$  dBA respectively and at the moderate wind speed, the average noise level of  $64.59 \pm 0.65$ ,  $56.27 \pm 1.65$  and  $53.20 \pm 1.40$  dBA respectively decreased and noise not more than 10 dBA. From the average sound level measurement of 298 points to noise contour map found that the wind speed is in the range of 5.74 – 8.28 meters per second, average wind speed  $7.15 \pm 0.87$  meters per second and the sound level is in the range of 60 – 70 dBA to 70.81 percent ratio, 50 – 60 dBA to 16.78 percent ratio, 70 – 90 dBA to 12.41 percent ratio respectively. According to the study, there is no place where there is a high risk of exposure to noise from the operation of the wind turbine. However low risk areas or medium risk area there should be surveillance measures for noise emission of wind turbine occurring at risk areas. Since the effect may change when the related factors change.

**Keywords :** Environmental impact, Wind turbine power plant, Gearless Wind turbine technology, Noise emission of wind turbine

*Received 16/4/2020 Revised 17/3/2020 Accepted 20/4/2020*

## บทนำ

การพัฒนาพลังงานทดแทนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับนโยบายส่งเสริมการผลิตการใช้พลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 โดยมีเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนแต่ละประเภทเป็นร้อยละ 30 ส่งผลให้

การเจริญเติบโตด้านพลังงานทดแทนมีแนวโน้มที่สูงขึ้น<sup>1</sup> ซึ่งหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่ยังมีโอกาสดิบโตได้สูง คือ พลังงานลม ด้วยการใช้เทคโนโลยีกังหันลมมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า โดยปัจจุบันมีการออกแบบเทคโนโลยีด้านกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบกังหันลมรุ่นไร้เกียร์ (Direct Drive Gearless)

เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานของกังหันลม<sup>๒</sup> แต่ทั้งนี้กังหันลมผลิตไฟฟ้าก็ยังก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อชุมชนรอบข้างโครงการได้ เช่น การปลดปล่อยเสียง การเกิดเงากระพริบ และการเปลี่ยนแปลงทัศนียภาพ ตัวอย่างข้อร้องเรียนด้านเสียงรบกวน เช่น กรณีศึกษาของ Nima Sedaghatizadeh<sup>๓</sup> ประเทศออสเตรเลีย ศึกษาผลกระทบด้านเสียงรบกวนที่เกิดจากการทำงานของกังหันลม โดยพบว่าจำนวนข้อร้องเรียนของผู้ที่ได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวนของกังหันลมมีความสัมพันธ์กับระยะห่างตำแหน่งผู้รับสัมผัส และทิศทางลม และจากงานวิจัยของจอมภพ เววศักดิ์ และคณะ<sup>๔</sup> ทำการศึกษาการปลดปล่อยเสียงเงากระพริบและโซนที่ได้รับผลกระทบจากการมองเห็นของฟาร์มกังหันลมขนาดใหญ่พื้นที่อำเภอปากพนัง อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบการจำลองสถานการณ์การติดตั้งกังหันลม และคาดการณ์ผลกระทบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป พบว่าระดับความดังของเสียงเนื่องจากการทำงานของกังหันลมในพื้นที่โดยรอบ 2 กิโลเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 45-55 เดซิเบลเอ ทั้งนี้ จากงานวิจัยของ Jianu O พบว่าหลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าทำให้เกิดเสียงดังจากสองแหล่ง เริ่มจากระบบกลไก (Gear-box) มีระดับเสียง 97.20 เดซิเบลเอ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ระดับเสียง 87.20 เดซิเบลเอ และเสียงที่เกิดจากความเร็วลมปะทะกับใบพัดกังหันลมทำให้เกิดเสียงจากลมตัดใบพัดกังหันลม (Aerodynamic) ระดับเสียง 99.20 เดซิเบลเอ<sup>๕</sup> ทั้งนี้ ในงานวิจัยยังพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเสียงของกังหันลมยังมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม ระยะตำแหน่งผู้รับสัมผัส<sup>๖</sup> อีกทั้งยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเสียงที่อาจส่งผลให้แตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นของตัวกลางยังเป็นตัวแปรในการกำหนดความเร็วในการ

เคลื่อนที่ของคลื่นเสียงที่ส่งผลต่อระดับความดังของเสียง<sup>๗</sup>

เนื่องด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทำให้เกิดเสียงที่แตกต่างกัน จึงมีการกำหนดมาตรฐานระดับเสียงดังที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน โดยถ้าผู้ปฏิบัติงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสจะต้องไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ เป็นต้น นอกจากนี้ในการทำงานในแต่ละวันผู้ปฏิบัติงานจะสัมผัสระดับเสียงสูงสุด (peak sound pressure level) ของเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (impact or impulse noise) ไม่เกิน 140 เดซิเบลเอ<sup>๘</sup> ระดับเสียงที่ดังเกินไปจะมีโอกาสส่งผลกระทบการสูญเสียการได้ยินหรือเสียงรบกวนต่อผู้รับสัมผัสได้<sup>๙</sup>

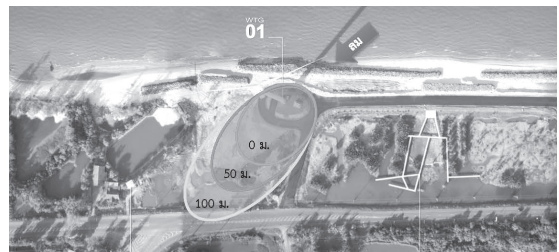
สำหรับในประเทศไทยได้มีการกำหนดเรื่องมาตรฐานเสียงรบกวนที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม รวมทั้งระยะห่างที่ตั้งโครงการเพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น<sup>๑๐</sup> ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่ได้มีการบังคับให้ดำเนินการจัดทำ IEE (Initial Environment Examination: IEE) สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานลมแต่อย่างใด<sup>๑๑</sup> ดังนั้นการศึกษผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นควบคู่กับการบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ได้มาตรฐาน เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมโดยรอบโครงการให้สามารถอยู่ร่วมกันกับชุมชนได้

จากข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยจึงศึกษาค่าระดับเสียงของกังหันลมที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียง และกำหนดมาตรการความปลอดภัย และมาตรการป้องกันผลกระทบจากเสียงที่อาจเกิดขึ้นกับชุมชนรอบข้าง นำไปสู่ต้นแบบในการออกแบบที่ตั้งโครงการสำหรับเทคโนโลยีกังหันลมรุ่นใหม่

## วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบ Cross sectional study โดยศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วลม, ทิศทางลม, ระยะห่างระหว่างตำแหน่งผู้รับสัมผัสกับเสียงที่เกิดจากลมตัดใบพัดของกังหันลม เทคโนโลยีรุ่นไร์เกียร์ ของโครงการโรงไฟฟ้ากังหันลมแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช กำลังการผลิตสูงสุด 10 เมกกะวัตต์ และจัดทำแผนที่ระดับเสียง และกำหนดมาตรการความปลอดภัยและมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับชุมชนรอบข้าง มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาค่าระดับเสียงของกังหันลมที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมดำเนินการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียง Sound Level Meter ยี่ห้อ Larson Davis Model Type 2 โดยให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร และห่างจากกำแพงหรือสิ่งกีดขวางในรัศมี 3.50 เมตร เพื่อป้องกันการสะท้อนกลับของเสียง กำหนดให้หัวไมโครโฟนหันไปทางแหล่งกำเนิดเสียงที่ตรวจวัดตั้งฉากกับพื้น เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กฎกระทรวงกำหนดบันทึกค่าระดับเสียงโดยศึกษาค่าระดับเสียงของกังหันลมที่ 2 ช่วงความเร็ว ดังนี้ ช่วงความเร็วลมต่ำ ระดับความเร็วลมน้อยกว่า 7 เมตรต่อวินาที, ช่วงความเร็วลมปานกลาง ระดับความเร็วลมตั้งแต่ 7 - 14 เมตรต่อวินาที โดยเก็บรวบรวมข้อมูลค่าระดับความเร็วลมจากระบบ SCADA (ระบบประมวลผลบันทึกการทำงานกังหันลม) และกำหนดตำแหน่งในการตรวจวัดแบ่งตามระยะห่างจากต้นกังหันลม ดังนี้ ระยะ 0 เมตร, ระยะ 50 เมตร และระยะ 100 เมตร ตามลำดับ โดยนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและระยะห่างระหว่างตำแหน่งผู้รับสัมผัสกับเสียงที่เกิดจากลมตัดใบพัดของกังหันลมตามช่วงความเร็วลมที่กำหนด รายละเอียดจุดตรวจวัดเพื่อศึกษาผลของความเร็วลมและระยะห่างต่อการเกิดเสียงของกังหันลมดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนที่จำลองแสดงจุดตรวจวัดเสียงตามระยะห่าง

2. การจัดทำแผนผังจุดติดตามตรวจสอบเพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียง (Noise Contour Map) ภายในพื้นที่เสียงดังของโครงการ ซึ่งแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานออกเป็นขนาด 20 x 20 เมตร มีจำนวน 298 จุด ดังแสดงในรูปที่ 2 ดังนี้



รูปที่ 2 แสดงจุดการตรวจวัดเพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียง

วิธีการตรวจวัดโดยจัดทำแผนที่ระดับเสียง (Noise Contour Map) โดยใช้โปรแกรม Noise at work version 2019 ในพื้นที่ที่มีเสียงดังของกังหันลม ตรวจสอบระดับเสียงเฉลี่ย 10 นาที ( $Leq_{10 \text{ minutes}}$ ) และระดับเสียงสูงสุด ( $L_{max}$ ) โดยใช้มาตรระดับเสียงชนิด Integrated Sound Level Meter เป็นมาตรระดับเสียง Type 2 ที่ได้มาตรฐานสากล IEC61672 ก่อนการตรวจวัดจะทำการสอบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องด้วยเครื่อง Sound Level Calibrator ก่อนทำการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 10 นาที ( $Leq_{10 \text{ minutes}}$ ) เพื่อเป็นข้อมูลภาพรวมของระดับเสียงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และเก็บรวบรวมข้อมูลค่าระดับความเร็วลมจากระบบ

SCADA (ระบบประมวลผลบันทึกการทำงานกังหันลม) และข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Digital Barometer)

3. การกำหนดมาตรการความปลอดภัยและมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับชุมชนรอบข้าง โดยการนำผลการตรวจวัดค่าระดับเสียงของกังหันลมที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม และผลการตรวจวัดจากการจัดทำแผนที่ระดับเสียง Noise Contour Map นำมาประเมินความสอดคล้องกับมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด และเสนอแนะแนวทางมาตรการความปลอดภัยเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้

## ผลการศึกษา

1) จากการศึกษาค่าระดับเสียงของกังหันลมในช่วงความเร็วต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม พบว่าช่วงความเร็วลมต่ำ (น้อยกว่า 7 เมตรต่อวินาที) ที่ระยะ 0 เมตร มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $64.20 \pm 2.98$  เดซิเบลเอ ที่ระยะ 50 เมตร มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $53.19 \pm 5.93$  เดซิเบลเอ ที่ระยะ 100 เมตร มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $50.30 \pm 2.14$  เดซิเบลเอ และช่วงความเร็วลมปานกลาง (ตั้งแต่ 7 - 14 เมตรต่อวินาที) ที่ระยะ 0 เมตร มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $64.59 \pm 0.65$  เดซิเบลเอ ที่ระยะ 50 เมตร มีค่าระดับเสียง

เฉลี่ย  $56.27 \pm 1.65$  เดซิเบล ที่ระยะ 100 เมตร มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย  $53.20 \pm 1.40$  เดซิเบลเอ ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและระยะห่างระหว่างตำแหน่งผู้รับสัมผัสกับเสียงที่เกิดจากลมตัดใบพัดของกังหันลม จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะห่างของผู้รับสัมผัสเสียงยิ่งห่างจากกังหันลม ระดับเสียงของผู้ได้รับสัมผัสจากเสียงลมตัดใบพัดจะลดลงตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ VladislavasKatinas<sup>6</sup> ที่ได้ศึกษาปัจจัยการรับสัมผัสเสียงจากกังหันลม พบว่าระยะห่างตำแหน่งผู้รับสัมผัส และทิศทางลมมีผลต่อการได้ยินเสียงที่เกิดขึ้น โดยเมื่อระยะทางผู้รับสัมผัสเพิ่มส่งผลให้ระดับความดังเสียงที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ New Zealand Wind Energy Association<sup>2</sup> พบว่าปัจจัยที่ทำให้ค่าระดับเสียงที่เกิดจากกังหันลมมีค่าแตกต่างกัน เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้นอย่างสัมพันธ์กัน โดยระยะตำแหน่งผู้รับสัมผัสของชุมชนรอบข้างโรงไฟฟ้ากังหันลมที่ระยะ 100 เมตร ขึ้นไป เมื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบค่าการรบกวน มากกว่า 10 เดซิเบลเอ

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระดับเสียงตามระยะห่าง

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ระดับเสียง dB(A) Mean. $\pm$ SD.		
	0 เมตร	50 เมตร	100 เมตร
ความเร็วลมต่ำ, (< 7)	$64.20 \pm 2.98$	$53.19 \pm 5.93$	$50.30 \pm 2.14$
ความเร็วลมปานกลาง, (7 - 14)	$64.59 \pm 0.65$	$56.27 \pm 1.65$	$53.20 \pm 1.40$



2) จากการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 10 นาที ( $Leq_{10 \text{ minutes}}$ ) ภายในพื้นที่โครงการ จำนวน 298 จุด เพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียง พบว่าช่วงการตรวจวัดมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 5.74 – 8.28 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมเฉลี่ย  $7.15 \pm 0.87$  เมตรต่อวินาที โดยมีสภาพแวดล้อมในการตรวจวัด ดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ย  $34.42 \pm 2.42$  องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศเฉลี่ย  $1015.43 \pm 2.38$  hPa ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย  $52.18 \pm 6.94$  เปอร์เซ็นต์ มีทิศทางลมทิศตะวันออกเฉียงใต้

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 10 นาที ( $Leq_{10 \text{ minutes}}$ ) ในพื้นที่ศึกษา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 53.30 – 75.90 เดซิเบลเอ โดยมีพบระดับเสียงในช่วง 60 – 70 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 70.81 รองลงมา ระดับเสียงในช่วง 50 – 60 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 16.78 และระดับเสียงในช่วง 70 – 90 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 12.41 ของแผนที่ระดับเสียง โดยพบว่าส่วนใหญ่ที่ตรวจระดับเสียงอยู่ในพื้นที่บริเวณติดตั้งกังหันลม แสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงความถี่ผลการตรวจวัดระดับเสียงจากแผนที่ระดับเสียง

ช่วงระดับเสียง (เดซิเบลเอ)	ความถี่ (ร้อยละ)	ระดับเสียงเฉลี่ย (เดซิเบลเอ)
50 – 60	16.78	58.29
60 – 70	70.81	63.54
70 – 90	12.41	71.52
รวม	100	

จากรูปที่ 3 พบว่าผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงแผนที่ระดับเสียง พบว่าโซนสีเหลืองมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 60–70 เดซิเบลเอ เป็นพื้นที่ที่อยู่โดยรอบกังหันลม รองลงมาช่วงแผนที่ระดับเสียง โซนสีเทาเข้มมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 50–60 เดซิเบลเอ เป็นพื้นที่โดยรอบโครงการด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นพื้นที่ด้านเหนือลมก่อนที่จะเกิดเสียงลมตัดใบพัดทำให้มีระดับเสียงที่ต่ำกว่า ส่วนช่วงแผนที่ระดับเสียง โซนสีส้มมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 70–90 เดซิเบลเอ เป็นพื้นที่ด้านทิศตะวันตก โดยติดกับเส้นทางคมนาคมทางถนน จึงพบว่ามีความระดับเสียงที่อยู่ในช่วงที่สูงกว่าเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่โครงการอื่นๆ ตามลำดับ ทั้งนี้ตำแหน่งตรวจวัดทิศใต้ลม ผลการตรวจวัดระดับเสียงจากกังหันลมมีความระดับเสียงจากลมตัดใบพัดกังหันลมสูงกว่าระดับเสียงตำแหน่งตรวจวัดทิศเหนือลมและมีค่าลดลงตามระยะห่างจากกังหันลมที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nima Sedaghatizadeh<sup>3</sup> กล่าวถึงทิศทางลม และ



รูปที่ 3 ผลการจัดทำแผนที่ระดับเสียง (Noise Contour Map)

ระยะตำแหน่งผู้รับสัมผัสเสียง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้เสียงจากกังหันลมโดยผู้รับสัมผัสที่อาศัยอยู่ทิศใต้ลมจะเกิดข้อร้องเรียนจากการสัมผัสเสียงที่สัมพันธ์กัน เช่นเดียวกับผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่าพื้นที่ที่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงและทิศใต้ลมจะมีระดับเสียงสูงกว่าพื้นที่ทิศเหนือลมและมีค่าลดลงตามระยะห่างจากแหล่งกำเนิด ซึ่งจากการนำค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาประเมินความสอดคล้องกับมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดเพื่อเสนอแนะแนวทางมาตรการความปลอดภัยและป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการสัมผัสเสียงแต่ละพื้นที่ ดังนี้

1) พื้นที่ระดับความดังเสียงสีเขียว (50 - 60 เดซิเบลเอ)

- มาตรการด้านความปลอดภัยเฝ้าระวังระดับเสียงที่เกิดขึ้นเพื่อติดตามและควบคุมพื้นที่เสี่ยงที่อาจรับสัมผัสเสียงดัง ต้องจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียงภายในสถานประกอบกิจการตามกฎหมาย

- มาตรการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมชี้แจงข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจต่อชุมชนรอบข้างในตำแหน่งที่ได้รับเสียงจากกังหันลมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง กรณีเสียงที่เกิดขึ้นไปยังตำแหน่งผู้รับสัมผัสที่อยู่ใกล้เคียงเกี่ยวกับค่าเสียงที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงมาตรฐานความปลอดภัยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

2) พื้นที่ระดับความดังเสียงสีเหลือง (60 - 70 เดซิเบลเอ)

- มาตรการด้านความปลอดภัยการลดระยะเวลาในการรับสัมผัสของผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดัง กรณีที่ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสเสียงและกรณีเสียงอยู่ในช่วงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้นั้น ให้ทำการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสโดยต้องควบคุมระดับเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน ไม่ให้เกินมาตรฐานตามที่

กฎหมายกำหนด

- มาตรการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมชี้แจงข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจต่อชุมชนรอบข้างในตำแหน่งที่ได้รับเสียงจากกังหันลมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง และช่องทางการสื่อสารรับแจ้งข้อมูลกรณีได้รับผลกระทบจากเสียงกังหันลมเพื่อเป็นการสร้างการรับรู้ที่ถูกต้องร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะเสียงที่เกิดขึ้น และการปฏิบัติเมื่อเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ กรณีสัมผัสเสียงจากกังหันลมโดยกำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสารที่ชัดเจน และสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการแจ้งเหตุหรือข้อร้องเรียนได้ทันที

3) พื้นที่ระดับความดังเสียงสีส้ม (70 - 90 เดซิเบลเอ)

- มาตรการด้านความปลอดภัยกรณีที่สภาวะการทำงานมีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดหรือมีระดับเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับเกินมาตรฐานที่กำหนด ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานหยุดทำงานจนกว่าจะได้ปรับปรุงหรือแก้ไขให้ระดับเสียงเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ต้องจัดให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตลอดเวลาที่ทำงาน และในบริเวณที่มีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนด ต้องจัดให้มีเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลติดไว้ให้เห็นได้โดยชัดเจนเพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในพื้นที่เสี่ยงต่อการสัมผัสเสียงจากกังหันลม

- มาตรการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมกรณีการออกแบบที่ตั้งโครงการใหม่ให้พิจารณาการกำหนดระยะห่างของกังหันลมสำหรับโครงการที่เหมาะสมตามที่กฎหมายกำหนด เช่น กำหนดระยะห่างจากโคนเสากังหันลมไม่น้อยกว่า 3 เท่าของผลรวมของความสูงเสากังหันลมบวกกับรัศมีใบพัด ถึงเขตที่ดินของบ้านหรือที่อยู่อาศัยหลังที่ใกล้ที่สุดของเขตชุมชน กำหนดให้มีระดับเสียงรบกวนไม่เกิน 10 เดซิเบลเอ ตามประกาศกำหนด จากเขต

ที่ดินของบ้านหรือที่อยู่อาศัยหลังที่ใกล้ที่สุดของเขตชุมชน กรณีโครงการมีอยู่เดิมเพิ่มการเฝ้าติดตามและตรวจวัดระดับเสียงตามที่กฎหมายกำหนดอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง รวมทั้งชี้แจงช่องทางการสื่อสารรับแจ้งข้อมูลกรณีได้รับผลกระทบจากเสียงก่อกวนมลพิษ กรณีสัมผัสเสียงจากก่อกวนมลพิษ กำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสารที่ชัดเจน และสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการแจ้งเหตุหรือข้อร้องเรียนได้ทันที

อย่างไรก็ตามโดยสภาพแวดล้อมที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงเพื่อจัดทำแผนที่ระดับเสียงข้างต้น เป็นช่วงความเร็วลมเฉลี่ย 7.15 เมตรต่อวินาทีเท่านั้น ทั้งนี้ค่าความเร็วลมที่ก่อกวนมลพิษรุนแรงไว้ในกรณีศึกษา สามารถทำงานได้อยู่ในช่วง 3 ถึง 22 เมตร/วินาที โดยข้อมูลสถิติการทำงานจริงของก่อกวนมลพิษในช่วงที่คุณสมบัติของก่อกวนมลพิษกำหนด ทำให้มีโอกาสที่ค่าระดับเสียงลดต่ำลงได้ และระดับการรบกวนของเสียงในสิ่งแวดล้อมจะสูงขึ้นตามความเร็วลมเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมรอบโครงการได้ ประกอบกับการสำรวจบริเวณรอบที่ตั้งโครงการมีแหล่งบ้านพักอาศัยที่อยู่ในระยะห่างจากที่ตั้งโครงการน้อยกว่า 3 เท่าของผลรวมของความสูงเสาเข็มก่อกวนมลพิษบวกกับรัศมีใบพัดที่กฎหมายกำหนด เนื่องจากเป็นโครงการที่ก่อสร้างขึ้นก่อนที่ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง กำหนดระยะห่างที่ตั้งโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม และขนาดกำลังการผลิตติดตั้งสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมจะบังคับใช้ อย่างไรก็ตามในพื้นที่การทำงานทางโครงการควรติดป้ายเตือนพนักงานก่อนเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่เสียง ให้สวมอุปกรณ์ป้องกันเสียงทุกครั้ง โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่ใกล้กับต้นก่อกวนมลพิษที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจกระทบต่อการได้ยินของพนักงานด้วย

นอกจากนี้ควรจัดทำแผนที่ระดับเสียง (Noise Contour Map) บนพื้นที่ปฏิบัติงานในโครงการเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวัง ควบคุมและ

ป้องกันปัญหาด้านมลพิษทางเสียงให้แก่ผู้ปฏิบัติงานในโครงการ โดยแผนที่ระดับเสียง จะแสดงความแตกต่างระดับเสียงบนพื้นที่ต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงหรือมีเวลาในการปฏิบัติงานบนพื้นที่นั้นๆ มากน้อยเพียงใด โดยไม่ให้มีผลกระทบต่อการได้ยินระยะสั้นและระยะยาว

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของความเร็วลมต่อการเกิดเสียงของก่อกวนมลพิษที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม พบว่ามีปัจจัยที่มีผลได้แก่ ความเร็วลม และระยะห่างของผู้รับสัมผัส เนื่องจากพบว่ามีความระดับเสียงเฉลี่ยลดลงตามระยะห่างของตำแหน่งตรวจวัด และเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม ได้แก่ สถานะและอุณหภูมิของตัวกลางยังเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง โดยคลื่นเสียงจะมีความเร็วเคลื่อนที่มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น<sup>7</sup> ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ ที่ระยะตำแหน่งผู้รับสัมผัสมากกว่า 100 เมตรซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนรอบโรงไฟฟ้าก่อกวนมลพิษ ไม่พบค่าการรบกวนของเสียงจากลมพัดใบพัด มากกว่า 10 เดซิเบลเอ

จากการจัดทำแผนที่ระดับเสียงพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษารอบโครงการส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบเรื่องเสียงในระดับต่ำ (60 - 70 เดซิเบลเอ) ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เกินค่ามาตรฐานระดับเสียงในสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ (ระดับเสียงเฉลี่ย 63.54 เมตรต่อวินาที) และพบว่าโซนพื้นที่ที่เสี่ยงในการรับเสียงเกินค่ามาตรฐานช่วง 70 - 90 เดซิเบลเอ เป็นสัดส่วนร้อยละ 12.41 (ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 71.52 เดซิเบลเอ) เนื่องจากเป็นพื้นที่ติดกับเส้นทางคมนาคมทางถนนโดยมีแหล่งกำเนิดเสียงจากยานพาหนะที่สัญจรบนถนนในบางช่วงเวลา อาจส่งผลให้ค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดในครั้งนี้อาจเกิดจากก่อกวนมลพิษเพียงแหล่งกำเนิดเดียว จากผล



การศึกษาพบว่าปัญหาด้านเสียงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโรงไฟฟ้ากังหันลม มีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม ระยะตำแหน่งผู้รับสัมผัส อีกทั้งยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเสียงที่อาจส่งผลให้แตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นของตัวกลางยังเป็นตัวแปรสำคัญ ในการกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ดังนั้นผลระดับเสียงที่ตรวจวัดและนำมาจัดทำแผนที่ระดับเสียง (Noise Contour Map) เป็นเพียงข้อมูลตามลักษณะองค์ประกอบของสภาพแวดล้อม ช่วงหนึ่ง ทั้งนี้ ผลกระทบด้านเสียงจากกังหันลมที่อาจเกิดขึ้นจริงนั้นอาจมีค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นได้ เมื่อปัจจัยตัวแปรที่เกี่ยวข้องมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป ที่ส่งผลต่อการเกิดเสียงของกังหันลมในสิ่งแวดล้อมได้ อย่างเช่น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นตามความสัมพันธ์ที่อาจส่งผลทำให้ค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นทางผู้ประกอบการโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมควรมีการศึกษาข้อมูลผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ การใช้ประโยชน์ที่ดินรอบโครงการ กิจกรรมอื่นๆ ที่ทำให้เกิดเสียง เพื่อหามาตรการควบคุมป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนข้างเคียงได้

## ข้อเสนอแนะ

1) ทางโครงการควรดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงทุกปีตามที่กฎหมายกำหนดเพื่อติดตามความเสี่ยงที่อาจเกิดเสียงที่ระดับสูงขึ้น เนื่องจากปัจจัยความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นในช่วงความเร็วลมสูงตั้งแต่ 14 เมตรต่อวินาที ขึ้นไป และติดตามอายุการใช้งานของกังหันลมที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ที่อาจส่งผลต่อการเกิดเสียงได้

2) การก่อสร้างโรงไฟฟ้ากังหันลมในพื้นที่อื่นๆ ควรดำเนินการสำรวจบริเวณรอบที่ตั้งโครงการ หากมีแหล่งที่พักอาศัยหรือชุมชนต้องมียะห่าง

จากที่ตั้งโครงการไม่น้อยกว่า 3 เท่าของผลรวมของความสูงเสากังหันลมบวกกับรัศมีใบพัดตามที่กฎหมายกำหนด

## บรรณานุกรม

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 - 2579. [อินเทอร์เน็ต]. [วันที่ค้นข้อมูล 17 ธันวาคม 2561]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015\\_Final\\_version.pdf](http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf).
2. NZ Wind Energy Association. Sound and wind turbines. [อินเทอร์เน็ต]. [วันที่ค้นข้อมูล 4 เมษายน 2562]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.windenergy.org.nz/store/doc/Sound\\_and\\_Wind\\_Turbines.pdf](http://www.windenergy.org.nz/store/doc/Sound_and_Wind_Turbines.pdf).
3. Sedaghatizadeh N, Arjomandi M, Cazzolato B, Kelso R. Wind farm noises: Mechanisms and evidence for their dependency on wind direction. Renewable Energy 2017; 17(109): 311-322.
4. จอมภพ แวศักดิ์, ชนะ จันทร์ฉ่ำ, ศศินิยา เพชรชู, ธเนศ ไชยชนะ, ฉลอง แก้วประเสริฐ. การปลดปล่อยเสียง เฉากะพริบและโซนที่ได้รับผลกระทบจากการมองเห็นของฟาร์มกังหันลมขนาดใหญ่. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 2557; 17(3): 177-184.
5. Jianu O, Rosen M A, Naterer G. Noise Pollution Prevention in Wind Turbines: Status and Recent Advances. Sustainability 2012; 12(4): 1104-1117.
6. Katinas V, Marciukaitis M, Tamasauskienė M. Analysis of the wind turbine noise emissions and impact on the environment. Renewable and Sustain-

able Energy Reviews 2016; 16(58): 825-831.

7. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. จนวนกันเสียง (Sound Insulation). [อินเทอร์เน็ต]. [วันที่ค้นข้อมูล 10 ธันวาคม 2562]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7309-2017-06-14-15-27-55>.
8. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน, ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 135, ตอนพิเศษ 19 ง. (ลงวันที่ 26 มกราคม 2561).
9. อภิรดี ศรีโอภา. การตรวจวัดระดับเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรม. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม, 2558; 8(27): 57-61.
10. คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. ประกาศ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง กำหนดระยะห่างที่ตั้งโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม และขนาดกำลังการผลิตติดตั้งสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานลม. [อินเทอร์เน็ต]. [วันที่ค้นข้อมูล 11 พฤศจิกายน 2561]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Law/>.
11. พระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550. ระเบียบคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานว่าด้วยการรับฟังความเห็นและทำความเข้าใจกับประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย ในการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2559, ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 133, ตอนพิเศษ 101ง. (ลงวันที่ 4 พฤษภาคม 2559).