

การปลดปล่อยเสียงและแผนที่เส้นเสียงเท่าของฟาร์มกังหันลมขนาด
กำลังการผลิตติดตั้ง 80 เมกกะวัตต์
Noise Emission and Noise Contour Map of Wind Farm
80 MW installed capacity

สมพล ชิวมงคลกานต์^{1*} ชนะ จันทรธำ² และจอมภพ แวศักดิ์³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

²ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

³สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปลดปล่อยเสียงของฟาร์มกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 เมกกะวัตต์ในพื้นที่อำเภอชัยภูมิของจังหวัดชัยภูมิโดยอาศัยการจำลองแบบเสียงที่ปลดปล่อยออกมาจากกังหันลมขนาดใหญ่และแบบจำลองการแผ่กระจายของเสียงภายใต้การลดทอนเนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่เพื่อทำนายระดับความดังของเสียงที่ระดับพื้นดินและจัดทำแผนที่เสียงเท่า (Noise Contour Map) ราย 6 เดือนตั้งแต่มกราคม-มิถุนายน 2560 และทำการตรวจวัดเสียงดังบริเวณระหว่างวันที่ 22 - 25 มิถุนายน 2560 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 3 วันต่อเนื่องพบว่า การปลดปล่อยเสียงจากแหล่งกำเนิดของเครื่องกังหันลมผลิตไฟฟ้า ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 เมกกะวัตต์ มีการปลดปล่อยเสียงดังออกมาบริเวณโคนเสาของกังหันลม (Tower) (WTG 01- WTG 32) มีค่าอยู่ระหว่าง 47.71 – 48.80 dB(A) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลการทำงานของกังหันลมในพื้นที่ของโรงไฟฟ้า ไม่มีผลกระทบและก่อให้เกิดมลพิษทางเสียง โดยใช้ข้อมูลลมจากเสาวัดลมที่ครอบคลุมระยะเวลา 6 เดือน พบว่าระดับความดังของเสียงที่ระดับพื้นดิน (Ground Level) ที่ระยะไม่เกิน 100 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 46-50 dB(A) นอกจากนี้ เมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงกังหันลมเพิ่มมากขึ้น (100-500 เมตร) ระดับความดังของเสียงมีค่าอยู่ในช่วง 41-46 dB(A) โดยที่ระยะห่างจากต้นกังหันลมเกินกว่า 1 กิโลเมตร ระดับความดังของเสียงจะมีค่าลดลงน้อยกว่า 40 dB(A) ซึ่งอาจจะได้รับผลกระทบจากเสียงเนื่องจากเสียงแวดล้อม (Ambient Noise) อื่นๆ

คำสำคัญ: มลพิษทางเสียง ฟาร์มกังหันลม การจำลองแบบ

*Corresponding author: Tel.: 093-5803501. E-mail address: dung_ding19@hotmail.com

บทนำ

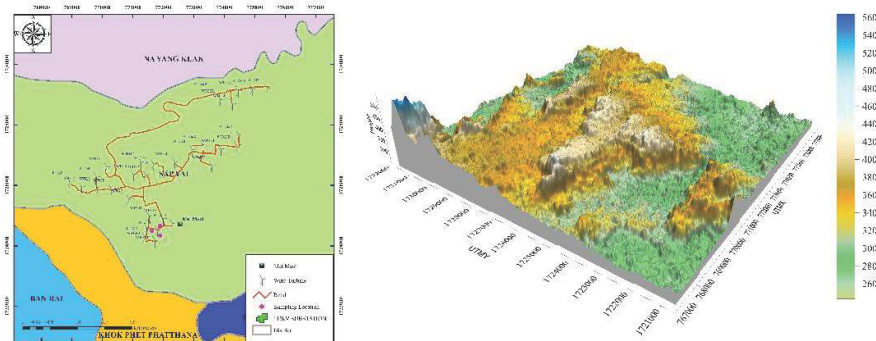
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในรูปแบบของฟาร์มกังหันลมขนาดใหญ่กำลังได้รับความนิยมทั่วโลก [1] และในประเทศไทย ปัจจุบันมีการติดตั้งฟาร์มกังหันลมขนาดใหญ่ทั้งในรูปแบบของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) ที่มีกำลังการผลิตติดตั้งไม่เกิน 10 เมกกะวัตต์ และรูปแบบของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer: SPP) ที่มีกำลังการผลิตติดตั้งไม่เกิน 90 เมกกะวัตต์ โดยการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าอาจจะส่งผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การปลดปล่อยมลพิษทางเสียง ทัศนียภาพและการมองเห็น การใช้ประโยชน์ที่ดิน และเงากระพริบ เป็นต้น แต่การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมถือเป็นแหล่งพลังงานสะอาด (Green Energy) และมีความยั่งยืนใน

ด้านพลังงานเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ไม่สิ้นสุด [2] โดยพลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานที่มีอัตราการใช้เติบโตเร็วที่สุดในบรรดาพลังงานหมุนเวียนด้วยกันทั่วโลกการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าอาจจะส่งผลกระทบต่อทางด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าทำให้เกิดเสียงดังจากสองแหล่ง เริ่มจากระบบกลไก (Gearbox/Generator) และการหมุนของใบกังหัน [4] ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตของฟาร์มกังหันลมที่เพิ่มขึ้นเกือบทุกภูมิภาคอาทิเช่นในภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงแม้ว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาด มีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำกัด (Renewable Energy) ไม่มีการปล่อยก๊าซ CO₂ และก๊าซพิษอื่นๆ เหมือนกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานฟอสซิล การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมไม่มีผลกระทบต่อด้านคุณภาพอากาศที่เคยส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนโดยรอบโรงไฟฟ้า ทำให้เกิดการยอมรับในการพัฒนาโครงการในหลายๆ พื้นที่ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการผลิตไฟฟ้าพลังงานลมขนาดใหญ่ในลักษณะที่มีกังหันลมหลายตัวในพื้นที่เดียวกันหรือเรียกว่า “ฟาร์มกังหันลม” (Wind farm) ก็อาจส่งผลกระทบต่อทางด้านสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะผลกระทบในช่วงการดำเนินการ ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ตัดสินใจลงทุนจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบดังกล่าวที่อาจเกิดขึ้นในช่วงการดำเนินการเพื่อป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่โดยรอบและชุมชนใกล้เคียงเพื่อให้เกิดการอยู่ร่วมกันได้อย่างยั่งยืน จึงต้องมีการทดสอบหรือตรวจวัดค่าเพื่อยืนยันว่าผลที่ได้นั้นไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบของฟาร์มกังหันลม

วิธีการวิจัย

1.พื้นที่ศึกษา

ที่ตั้งของโรงไฟฟ้าฟาร์มพลังงานลม ที่ตำบลซับใหญ่ อำเภอสบใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ บนพื้นที่ประมาณ 35 ไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ติดตั้งกังหันลม 32 ไร่ และสถานีไฟฟ้าย่อย 3 ไร่แสดงดังภาพที่ 1 โดยทำการจัดทำแผนที่เสียงเท่า (Noise Contour Map) ราย 6 เดือนตั้งแต่มกราคม-มิถุนายน 2560 และทำการติดตั้งอุปกรณ์ด้วยวัดเสียงจริงภายในฟาร์มกังหันลมขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 MW



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาของโครงการภายในขอบเขต 20x20 ตารางกิโลเมตร (km²) และลักษณะภูมิประเทศ 3 มิติบริเวณพื้นที่ศึกษาของโครงการ

2.การวิเคราะห์แหล่งทรัพยากรลม

ใช้การวิเคราะห์แหล่งทรัพยากรลมได้อาศัยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณในโปรแกรม WindSim แบบจำลองนี้มีความสามารถในการคำนวณการไหลแบบปั่นป่วนที่อยู่ใกล้พื้นผิวของภูมิประเทศ โดยการแก้สมการนาเวียร์-สโตกส์ ภายใต้สมมติฐานของของไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ความปั่นป่วนจะถูกนำมาพิจารณาโดยแบบจำลอง การแก้สมการ Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) และความแตกต่างของความปั่นป่วนที่นำมาใช้ในการศึกษาโดยใช้ค่า $k - \epsilon$ ของค่ามาตรฐานจากรูปแบบคงที่

3.การวิเคราะห์แผนที่เส้นเสียง

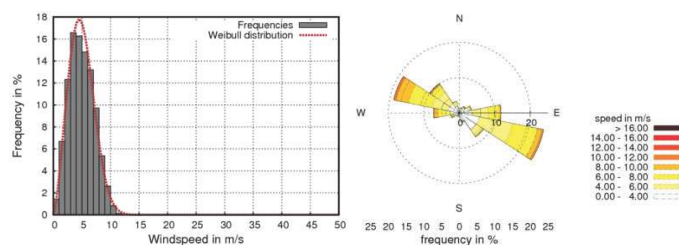
นอกจากนี้ การจัดทำแผนที่เส้นเสียงเท่าจะอาศัยแบบจำลองการดูดกลืนเสียง (Noise Absorption Model) จากบรรยากาศโดยรอบในพื้นที่ศึกษาของโครงการ ซึ่งอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป WindFarmer V.4.2.2 ร่วมกับข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลคุณลักษณะการปลดปล่อยเสียงของกังหันลมที่ระดับอัตราเร็วลมต่างๆ จากผู้ผลิตกังหันลมผลิตไฟฟ้า ข้อมูลอัตราเร็วลมเชิงพื้นที่ระดับจุลภาค (ความแยกซัด 50 m) ที่ระดับความสูงศูนย์กลางส่วนหมุน (Hub Height) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2557 และโปรแกรมการวิเคราะห์ภูมิสารสนเทศ สำหรับการจัดทำแผนที่เส้นเสียงเท่า (Noise Contour Mapping)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

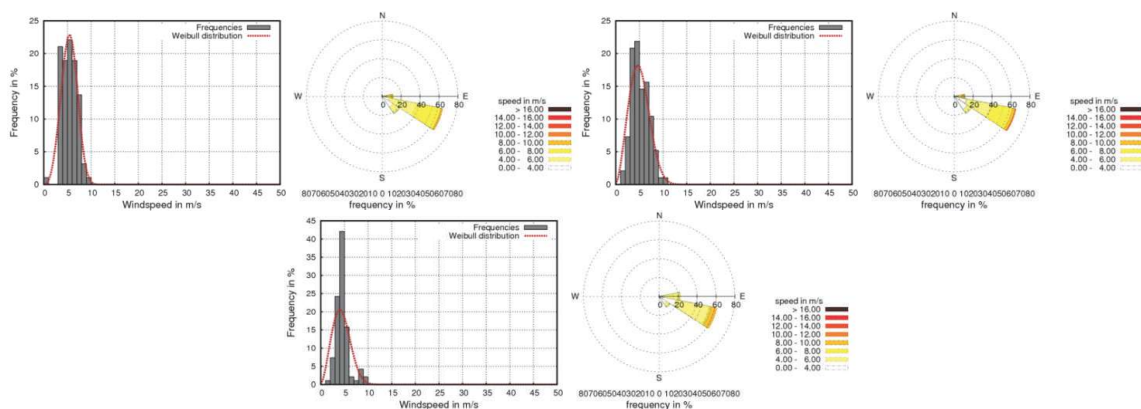
ในการวิเคราะห์การปลดปล่อยเสียงอันเนื่องมาจากการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานลมในพื้นที่ศึกษาภายในขอบเขต 20x20 กิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 1 จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลลมภูมิอากาศลมตรวจวัดอย่างน้อย 1 ปี โดยการวิเคราะห์การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution) และผังลม (Wind Rose) แสดงดังภาพที่ 2-3 สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองการปลดปล่อยเสียง ส่วนข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ราย 6 เดือน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำแหน่งเสาวัดลมเสมือนในพื้นที่ศึกษาของโครงการ

Climatology name	representative period	Measurement height (m)	Average wind speed (m/s)
Met Mast	01/01/2017 00:00 - 30/06/2017 23:45	120.00	4.94

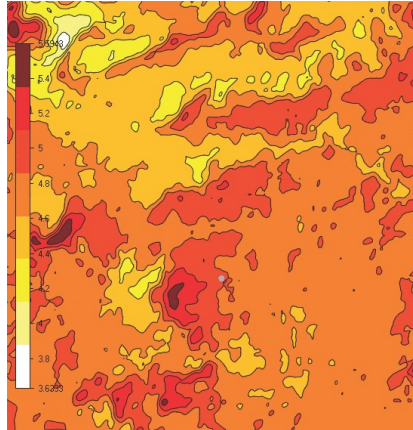


ภาพที่ 3 ภูมิอากาศลมที่ระดับความสูง 120 เมตร (AGL) ของพื้นที่ศึกษาของโครงการ

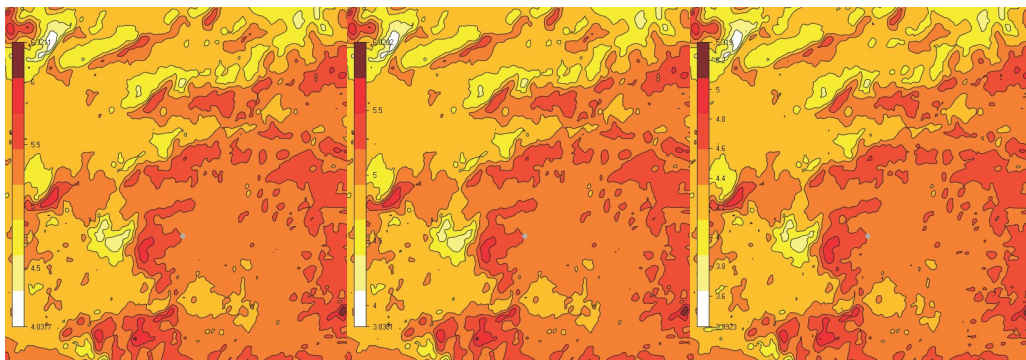


ภาพที่ 4 ภูมิอากาศลมที่ระดับความสูง 120 เมตร (AGL) วันที่ 22-24 มิถุนายน 2560

การแจกแจงไวส์บูลล์ดังกล่าวถูกนำไปสร้างแผนที่แหล่งทรัพยากรลมที่ระดับความสูง 120 เมตร โดยอาศัยข้อมูลลมที่ระดับความสูง 120 เมตร (AGL) จากเสาวัดลมเสมือนดังกล่าว ในพื้นที่โดยรอบ 20X20 ตารางกิโลเมตร โดยอาศัยแบบจำลองการไหลของลมในระดับจุลภาคแบบพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่การติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าทั้งหมดจำนวน 32 ต้น โดยทำการวิเคราะห์แบบ Single Mast Calculation และมีแผนที่ลมระดับจุลภาคที่ความแยกชัด 50 เมตรแสดงดังภาพที่ 4-5



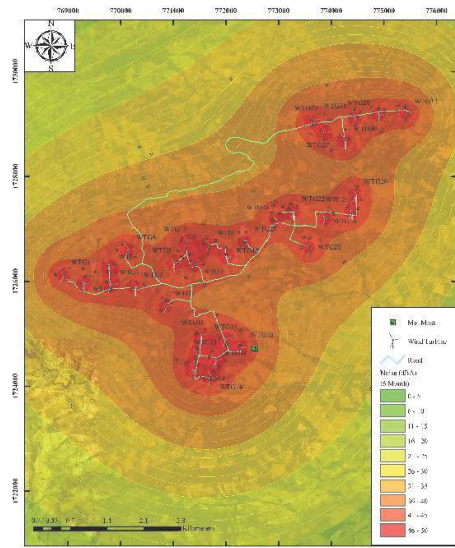
ภาพที่ 4 แผนที่ทรัพยากรลมที่ระดับความสูง 120 เมตร เหนือระดับพื้นดิน
ขนาดพื้นที่ 20X20 ตารางกิโลเมตร ในพื้นที่ศึกษาของโครงการ



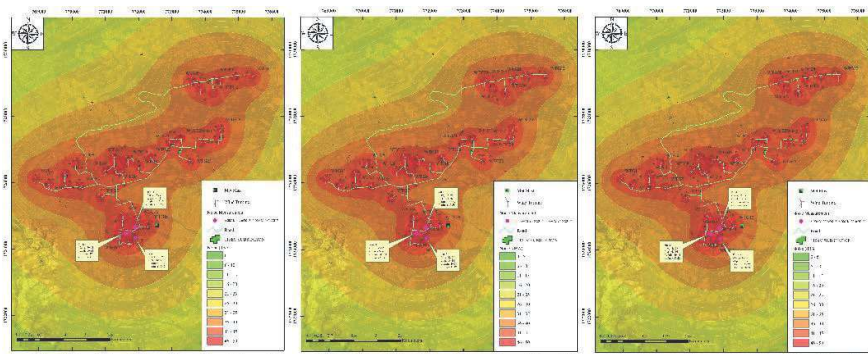
ภาพที่ 5 แผนที่ทรัพยากรลมที่ระดับความสูง 120 เมตร เหนือระดับพื้นดิน
ขนาดพื้นที่ 20X20 ตารางกิโลเมตร เมื่อวันที่ 22-24 มิถุนายน 2560

ผลการวิเคราะห์การปลดปล่อยเสียงจากการแหล่งกำเนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันลม ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 เมกะวัตต์ และขนาดกำลังการผลิตติดตั้งต้นละ 2.5 เมกะวัตต์ ภายใต้ทรัพยากรลมจากแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณซึ่งทำนายอัตราเร็วลมเชิงพื้นที่ออกมาในรูปแบบของแผนที่ลมระดับจุลภาคโดยใช้ข้อมูลสถิติลมที่ได้ดำเนินการตรวจวัดจากเสาวัดลมในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีอัตราเร็วลมเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 3.63-5.59 เมตร/วินาที เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่แบบจำลองการปลดปล่อยเสียง โดยการเดินทางของคลื่นเสียงและการดูดกลืนจากสภาพแวดล้อมของโปรแกรม Wind Farmer พบว่า การปลดปล่อยเสียงจากแหล่งกำเนิดของเครื่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 80 เมกะวัตต์ มีการปลดปล่อยเสียงดังออกมาบริเวณโคนเสาของกังหันลม (Tower) (WTG

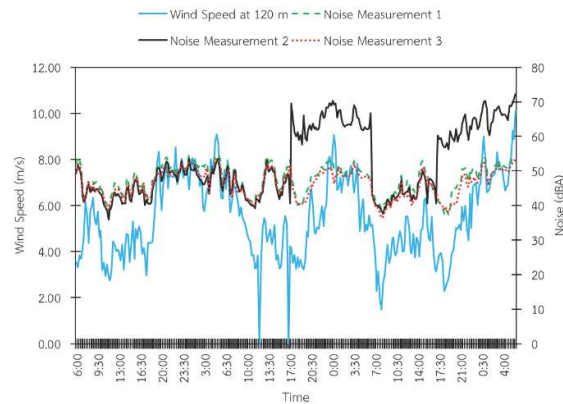
01- WTG 32) มีค่าอยู่ระหว่าง 47.71 – 48.80 dB(A)และเมื่อพิจารณาระยะทางที่ห่างจากบริเวณโคนเสาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันลมพบว่า ความดังของเสียงมีค่าลดลงและแปรผกผันกับระยะทางอย่างชัดเจนจากงานวิจัยฟาร์มกังหันลมที่ตั้งอยู่ในภาคใต้ของอิตาลีได้รับการจำลองโดยใช้ข้อมูลแหล่งเดียวสำหรับแต่ละกังหันใช้คุณสมบัติทางเรขาคณิตและเสียงมีการจำลองหลายอย่างี่แสดงให้เห็นว่าระดับเสียงในสภาวะความเร็วลมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 55 dB(A)ในบริเวณใกล้เคียงกับกังหันและลดลงตามระยะทาง ของพื้นที่ความเร็วลมสูงประมาณ 10-11 เมตร/วินาที[5]จะเห็นได้ว่าการทำงานของกังหันทั่วไปจะปลดปล่อยแสงได้โคนกังหันลมอยู่ในช่วง 50 dB(A)ในระยะ 100 เมตร



ภาพที่ 6 ระดับความดังของเสียงบริเวณพื้นที่ศึกษาของโครงการ ณ ระดับพื้นดินของระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 7 ระดับความดังของเสียงบริเวณพื้นที่ศึกษาของโครงการ ณ ระดับพื้นดิน
วันที่ 22-25 มิถุนายน 2560



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดังของเสียงกับอัตราเร็วความเร็วของลม ระหว่างวันที่ 22 – 25 มิถุนายน 2560

จากผลการวิเคราะห์แผนที่เส้นเสียงเท่า (Noise Contour Map) โดยพิจารณาข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพเสียงระหว่างวันที่ 22 - 25 มิถุนายน 2560 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 3 วันต่อเนื่องดังภาพที่ 8 สรุปผลการศึกษาได้ว่าแนวโน้มของการปลดปล่อยเสียง (Noise Emission) ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาในการตรวจวัดคุณภาพเสียงใกล้เคียงกันจากผลการตรวจวัดคุณภาพเสียงจะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราเร็วลมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น การปลดปล่อยเสียงจากการทำงานของกังหันลมก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามและเมื่ออัตราเร็วลมมีค่าลดลง การปลดปล่อยเสียงของกังหันลมก็มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของการปลดปล่อยของเสียงเนื่องจากการทำงานของกังหันลมไม่ได้สัมพันธ์กับแบบเชิงเส้นเนื่องจากมีองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องนั่นคือสภาพพื้นที่โดยรอบของตำแหน่งจุดวัดทิศทางของลมและอื่นๆ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ระดับความดังของเสียงบริเวณพื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลการทำงานของกังหันลมในพื้นที่ ไม่มีผลกระทบและก่อให้เกิดมลพิษทางเสียง โดยใช้ข้อมูลลมจากเสาวัดลมที่ครอบคลุมระยะเวลา 6 เดือน พบว่าระดับความดังของเสียงที่ระดับพื้นดิน (Ground Level) ที่ระยะไม่เกิน 100 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 46-50 dB(A) นอกจากนี้ เมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงกังหันลมเพิ่มมากขึ้น (100-500 เมตร) ระดับความดังของเสียงมีค่าอยู่ในช่วง 41-46 dB(A) โดยที่ระยะห่างจากต้นกังหันลมเกินกว่า 1 กิโลเมตร ระดับความดังของเสียงจะมีค่าลดลงน้อยกว่า 40 dB(A) ซึ่งอาจจะได้รับผลกระทบจากเสียงเนื่องจากเสียงแวดล้อม (Ambient Noise) อื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง) สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการและบริษัท ชัยภูมิ วินด์ฟาร์ม จำกัด สำหรับการเอื้อเฟื้อข้อมูลในการวิจัยศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Global Wind Energy Council. (2016). Global Wind Report Annual Market Update.
- [2] ทรงกฤษณ์ ประภักดี. (2553). กังหันลมผลิตไฟฟ้า: มุมมองด้านสิ่งแวดล้อม. วารสารสิ่งแวดล้อม ปีที่ 13 เล่มที่ 3.
- [3] คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2560). ระบบฐานข้อมูล SPP/VSPP.
<http://www.erc.or.th/ERCSP/default.aspx?x=0&muid=23&prid=41> สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2560.

- [4] Arkadiusz R., (2016). ISO9613-2 as a guideline for noise mapping of wind turbines, modelling vs measurements. CNOSSOS-EU vs ISO9613-2 for noise mapping of wind turbine. INTER-NOISE 2016. Hamburg.
- [5] Ruggiero A., Quartieri J., Guarnaccia C., and Hloch S. (2015). Noise Pollution Analysis of Wind Turbines in Rural Areas. *Int. J. Environ. Res.*, 9(4):1277-1286
- [6] Punch J., Pabst D. (2010). Wind turbine noise: what audiologists should know. *Audiology Today*. 22, 20-31.
- [7] Bakker, R.H. Pedersen, E. van den Berg, G.P. Stewart, R.E. Lok, W. Bouma, J. (2012). Effects of wind turbine sound on health and psychological distress. *Sci. Total Environ.* 425, 42–51.
- [8] Knopper, L.D. Ollson, C.A. (2011). Health effects and wind turbines: A review of the literature. *Environmental Health*, Open Access, <http://www.ehjournal.net/content/10/1/78>, doi: 10.1186/1476-069X-10-78. [9] Mihăilă, J. M.; Bigan, C.; Panduru, V. (2014). Mathematical modelling of noise mapping at wind turbine farms. *Applied Sciences*. 2014, Vol. 16, p48-55. 8p.