รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การทดสอบความเร็วลมที่มีผลต่อการลดทอนเสียงรบกวน

TESTING THE NOISE REDUCTION BY AIR FLOW

นางสาวณัชชา วงศ์วรพฤกษ์

ภาควิชาดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การทดสอบความเร็วลมที่มีผลต่อการลดทอนเสียง

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวณัชชา วงศ์วรพฤกษ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** ดนตรีและสื่อประสม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.มุนฮุม ปาร์ค

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน ดร.กฤษฎา วิวัฒน์เวคิน, นายชานนท์ ทองภูสวรรค์, นายบวรภัค สภาเจริญกุล และนายภัทรินทร์ วนาอาดุลย์

สถานประกอบการ บริษัท แอทคริสต์ จำกัด

บทคัดย่อ

การใช้ความเร็วลมในการลดทอนเสียง จำเป็นจะต้องเปลี่ยนทิศทางของโมเลกุลอากาศที่เสียงเดินทางผ่าน โดยงานวิจัยเรื่อง *"Invisible acoustic wall"* [7] เป็นการวัดว่าม่านอากาศสามารถลดทอนเสียงรบกวนได้ โดยการใช้การเปลี่ยนทิศทางของโมเลกุลอากาศ แต่จากทฤษฎีเรื่องเสียงการจะใช้ความเร็วลมในการลดทอนเสียงนั้น จำเป็นจะต้องใช้ความเร็วที่เท่ากับความเร็วของเสียงในอากาศ เพราะฉะนั้น เสียงที่ลดทอนไปจากการทดลอง อาจจะเกิดจากการหักเหของเสียงที่มีผลมาจากความเร็วลมที่เกิดจากม่านอากาศ และ มีปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ เช่น สถานที่ที่ใช้ในการทดลองมีพารามิเตอร์ที่ไม่ได้ควบคุม อุปกรณ์ที่ไม่ได้คาลิเบรท (calibrate)

ดังนั้นโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่าความเร็วลมไม่สามารถลดทอนเสียงรบกวนได้ และเป็นไปตามวิจัยเรื่อง *"Invisible acoustic wall"* หรือไม่ โดยการใช้อุปกรณ์ที่คาลิเบรท (calibrate)และทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมพารามิเตอร์ได้ ใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยแสดงเป็นกราฟ ผลที่ได้พบว่าที่ความถี่ต่ำ ความเร็วลมไม่สามารถลดทอนเสียงรบกวนได้ แต่ที่ความที่กลางและสูง ความเร็วลมสามารถลดทอนเสียงได้อย่างไม่มีนัยยะสำคัญ ซึ่งได้ผลขัดแย้งกับงานวิจัยก่อนหน้า โดยการวัดอาจจะมีผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนที่ไหลมาตามโครงสร้างของผนังที่มาจากแหล่งกำเนิดของลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Testing the noise reduction by air flow

Student Intern name: Miss Natcha Wongworapruk

Faculty: Engineering **Department:** Music and Multimedia

Advisor name: Assoc.Prof Munhum Park,PhD.

Mentor name: Mr.Chanon Thongpoosawan , Mr.Bowornpak Spacharoenkul and Mr.Pattarin Wannaardun

Company: Atkrist.co,Ltd

ABSTRACT

Noise reduction by using airflow is necessary to change the direction of the sound transmission molecule. The research *"Invisible acoustic wall"*[7] – is the noise reduction measurement of the air curtain that said, *"Air curtain can reduce noise approximate 3 - 5 decibels"* by using the change of air molecule. However, Noise reduction by using airflow should be using the airflow velocity equal to the velocity of sound in the air. Therefore, Noise reduction in the research might be caused by 1. The refraction of sound, which occurs by the effect of airflow. 2. Other complications such as the equipment was not calibrated, and the testing places which can not a controlled parameter.

This project aims to test if a fast stream of air flow can reduce the noise or not by using a calibrated set of equipment in the laboratory. We tested at A.D.R co, Ltd. and measured the noise reduction by using a hairdryer as air flow source. The results showed that the air flow did not reduce but increase the noise at low frequencies. At mid and high frequencies when the wind speed is sufficiently high, the noise level did not increase. This increase of noise may be caused by the noise from the air flow source.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวณัชชา วงศ์วรพฤกษ์ ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทแอทคริสต์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 22 พฤศจิกายน 2562 ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีคุณค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความร่วมมือสนับสนุนของหลายฝ่าย ดังนี้

1. ดร.กฤษฎา วิวัฒน์เวคิน ตำแหน่ง Managing Director
2. คุณชานนท์ ทองภูสวรรค์ ตำแหน่ง Consultant
3. คุณบวรภัค สภาเจริญกุล ตำแหน่ง Consultant
4. คุณภัทรินทร์ วนาอาดุลย์ ตำแหน่ง Consultant

ขอขอบคุณ อาจารย์วิสิทธิ ลีลาศิริวงศ์ อาจารย์ภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทดลอง

ขอขอบคุณบริษัทเซ็นทรัล แอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมอุปกรณ์ (ม่านอากาศ) เพื่อใช้ในการทดสอบ

ขอขอบคุณบริษัทวรรธนะ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการ (Reverberation chamber) ในการทดสอบ

ขอขอบคุณ ดร.มุนฮุม ปาร์ค อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาสหกิจศึกษา ที่ให้คำปรึกษา คอยติดตามประเมินความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานและคอยตรวจแก้ไขเล่มรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจนสำหรับลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่น ๆ อีกที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้ความกรุณาแนะนำในจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการปฏิบัติงาน รวมถึงเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

นางสาวณัชชา วงศ์วรพฤกษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ II

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VI

สารบัญตาราง VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 คำนิยาม 3

2.1.1 เสียง (sound) 3

2.1.2 เสียงรบกวน (noise) 3

2.1.3 ม่านอากาศ (air curtain) 3

2.1.4 ม่านลม (wind curtain) 3

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.2.1 คุณลักษณะของเสียง 3

2.2.2 คุณสมบัติของคลื่น 4

2.2.3 กำลังเสียง 5

2.2.4 ความเข้มเสียง 5

2.2.5 ความดันเสียง 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2.6 ระดับและเดซิเบล 6
2.2.4 Octave band 7
2.2.4 การป้องกันเสียง 10
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12
3.2 วิธีการทดลอง 13
3.2.1 การเตรียมการทดลอง 13
3.2.2 การวัด Background noise ของห้องปฏิบัติการ 14
3.2.3 การเตรียมช่องว่าง 15
3.2.4 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม 15
3.2.5 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดม่านอากาศ 16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 17
4.1 กราฟแสดงระดับความดังของเสียงที่วัดได้ในกรณีต่างๆ 17
4.2 การวิเคราะห์การลดทอนของเสียง 24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 34
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 34
เอกสารอ้างอิง 35
ภาคผนวก ก 36
ภาคผนวก ข 40
ภาคผนวก ค 47
ประวัติผู้เขียน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ความเร็วลมที่มีผลต่อการหักเหของคลื่นเสียง... 4
ภาพที่ 2.2 การลดทอนของเสียงของห้อง... 10
ภาพที่ 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัดเสียง...14
ภาพที่ 3.2 การวัด Background ของห้องปฏิบัติการ...15
ภาพที่ 3.3 เจาะช่องว่างที่ใช้ในการทดลอง...16
ภาพที่ 3.4 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม ...17
ภาพที่ 3.5 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ม่านอากาศเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม...17
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 63 Hz...32
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 1,000 Hz...33
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 10,000 Hz...34
ภาพที่ ก.1 ขนาดของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN...39
ภาพที่ ก.2 แบบจำลองประตูทางเข้าของโลตัสเอ็กซ์เพลส สาขา ลาดพร้าว 124...40
ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงความเร็วลมที่เปลี่ยนไปตามแกนนอน... 39
ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงความเร็วลมที่เปลี่ยนไปตามแกนตั้ง... 39
ภาพที่ ข.1 ภาพจำลองห้องแหล่งกำเนิดของเสียง (source)...43
ภาพที่ ข.2 ภาพจำลองห้องรับเสียง(Receiving)... 41
ภาพที่ ข.3 แสดงตำแหน่งจุดที่ใช่ในการวัด... 42
ภาพที่ ข.4 กราฟแสดงความเร็วลมของช่องว่าง (High setting)... 42
ภาพที่ ข.5 กราฟแสดงความเร็วลมของช่องว่าง (Low setting)... 43
ภาพที่ ค.1 แผ่นกระดาษแข็งที่ใช้ในการทดสอบ... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงความถี่ octave band.....7
ตารางที่ 2.2 การแบ่งช่วงความถี่ 1/3 octave band.....9
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....12
ตารางที่ 3.2 ความสูงและช่วงความเร็วที่เลือกใช้ จากการทดสอบเบื้องต้นครั้งที่ 3.....13
ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน.....17
ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน.....24
ตารางที่ ก.1 ขนาดของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN.....38
ตารางที่ ก.2 คุณสมบัติของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN.....39
ตารางที่ ก.3 แสดงความเร็วลมของช่องว่างที่วัดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ (High setting) 43
ตารางที่ ก.4 แสดงความเร็วลมของช่องว่างที่วัดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ (Low setting) 44
ตารางที่ 1 ระดับความดังของ Background ที่วัด.....44
ตารางที่ ข.4 การลดทอนของเสียงรบกวนที่วัดในแต่ละความถี่.....45
ตารางที่ ค.1 ช่วงความเร็วลมในแต่ละระยะระหว่างช่องว่างและแหล่งกำเนิดลม.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา

บริษัทแอทคริสต์ จำกัด ประกอบธุรกิจการให้บริการด้านการให้คำปรึกษาด้านอะคูสติกส์ (Acoustics) โสตทัศนูปกรณ์ (เครื่องเสียง) การตรวจวัดมลภาวะทางเสียง และการควบคุมมลภาวะทางเสียง ได้แก่ โรงแรม โรงมหรสพ โรงภาพยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม คลับและสปา ปัจจุบันบริษัทมีความเชี่ยวชาญทั้งด้านอะคูสติกส์และระบบโสตทัศนูปกรณ์ โดยมีบุคคลการที่สำเร็จการศึกษาปริญญาเอก ด้านอะคูสติกส์ (ดร.กฤษฎา วิวัฒน์-เวคิน) และด้านการสั่นสะเทือน (ดร.วีระชัย วาริยาตร์) ที่มีประสบการณ์ในการสอนการออกแบบและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้านอะคูสติกส์มานานกว่า 10 ปี

ในปัจจุบันพบว่า การควบคุมเสียงรบกวนเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยที่เสียงรบกวนที่พบในชีวิตประจำวัน คือ เสียงรบกวนจากการขนส่ง จากการศึกษาของ Dr.Azar Radfar,Ph.D. และคณะ (2018) พบว่า “การได้รับเสียงรบกวนทำให้เกิดความเครียดในสมอง” ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้

การศึกษาของ SiRENE ภายใต้ Swiss Tropical and Public Health Institute (2017) กล่าวว่า เสียงรบกวนจากจราจรเพิ่มอัตราความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจและเบาหวาน

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเสียงรบกวนจากขนส่งเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจวาย 2.0 – 2.4 เปอร์-เซ็นต์ ต่อ ระดับความดังที่เพิ่มขึ้น 10 เดซิเบล ในระดับความดังเฉลี่ยที่บ้าน (Martin Röösli,2018)

ความเสี่ยงของการเสียชีวิตจากกล้ามเนื้อหัวใจตายเพิ่มขึ้น 4 เปอร์เซ็นต์ต่อระดับความดัง 10 เดซิเบลที่เพิ่มขึ้น

สาเหตุเลือกใช้ม่านลมในการทดสอบเนื่องจาก จากการสังเกตุม่านอากาศตามทางเข้าสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม หรือสถานที่สาธารณะต่าง ๆ พบว่าม่านอากาศทำงานโดยพ่นกระแสอากาศลงมาเป็นทางคล้ายม่าน อาจจะทำให้เสียงรบกวนลดลงเนื่องจาก เกิดการรบกวนของอนุภาคในอากาศ ซึ่งนิยามของคลื่นเสียง กล่าวว่า คลื่นเสียงเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางของอนุภาค เมื่ออนุภาคหนึ่งถูกรบกวนมันจะออกแรงมากขึ้นในอนุภาคที่อยู่ติดกันถัดไปและส่งพลังงานผ่านตัวกลาง [Tom Henderson,1996-2001]

บริษัทแอทคริสต์ จำกัด มีความสนใจเรื่อง การรบกวนเสียงโดยใช้ม่านลมและมีงานวิจัย *“Invisible acoustic wall”* พบว่า ม่านอากาศสามารถลดทอนเสียงรบกวนเฉลี่ยประมาณ 3 – 5 เดซิเบล ซึ่งจะลดในย่านความถี่กลางและสูง แต่การทดสอบใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้คาลิเบรท (calibrate) ในการวัดและตัวแปรที่ส่งผลต่อเสียงนั้นไม่ได้ควบคุม หรือ ใช้เป็นตัวแปรเปรียบเทียบ ทำให้ผลการทดสอบที่ได้นั้นอาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นโครงงานนนี้จึงทำขึ้นเพื่อทดสอบว่า ความเร็วลมสามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อทดสอบว่าความเร็วลมสามารถช่วยในการลดเสียงรบกวนได้หรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงให้ผู้ประกอบการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

โครงงานนี้เป็นการทดสอบความเร็วลมว่าสามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้หรือไม่ ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อพิสูจน์งานวิจัย *"Invisible acoustic wall"*

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ขั้นตอนการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องอันประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้
    1.1 ทฤษฎีของเสียง
    1.2 หลักการควบคุมเสียงรบกวน
2. ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบการทดสอบด้วยม่านลม
    2.1 ศึกษามาตรฐานการวัดเสียง
    2.2 การวิเคราะห์ผล
3. สรุปผลและเขียนรายงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำนำข้อมูลไปเป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อสามารถอธิบายเวลาให้คำปรึกษาด้านอะคูสติกส์ได้
2. เข้าใจมาตรฐานในการวัดเสียง
3. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีการคิด วิเคราะห์ อย่างเป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำนิยาม

2.1.1 เสียง (sound)

หมายถึง พลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ ทำให้เกิดการอัดและขยาย สลับกันของโมเลกุลอากาศ ทำให้อนุภาคในอากาศสั่นไปมา ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศ และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเสียงในลักษณะของคลื่น (wave) ที่เรียกว่า “คลื่นเสียง”

2.1.2 เสียงรบกวน (noise)

หมายถึง เสียงที่ผู้ฟังที่ไม่ต้องการ เกิดการรบกวนและอาจจะส่งผลต่อสุขภาพได้

2.1.3 ม่านอากาศ (air curtain)

หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการป้องกันฝุ่น แมลง และอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อโรคทำให้เครื่องปรับอากาศภายในอาคารต้องทำงานมากขึ้น

การทำงานของม่านอากาศอาศัยการพ่นกระแสอากาศลงมาเป็นทางคล้ายม่าน เมื่อเปิดประตู กระแสอากาศจากภายนอกจะปะทะกับม่านอากาศดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถผ่านเข้าไปในตัวอาคารได้

2.1.4 ม่านลม (wind curtain)

หมายถึง ม่านหรือกระแสอากาศที่ถูกพ่นจากแหล่งกำเนิด โดยที่อาจจะไม่ได้มีคุณสมบัติในการป้องกันฝุ่น แมลง และอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อโรค

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 คุณลักษณะของเสียง

1. ความยาวคลื่น (wavelength, λ) หมายถึง ระยะทางที่สั้นที่สุดที่วัดระหว่างจุดสองจุดบนคลื่นที่เฟสตรงกัน มีหน่วยเป็น เมตร (meter)

2. ความถี่ (frequency, f) หมายถึง จำนวนรอบในการสั่นสะเทือนต่อวินาที มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hertz, Hz)

$$T = \frac{1}{f}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คาบ (period, T) หมายถึง ช่วงเวลาในการสั่นสะเทือน 1 รอบ มีหน่วยเป็นวินาที (second, s)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียง (c) มีหน่วยเป็น m/s ความยาวคลื่น (λ) และความถี่ (f) มีความสัมพันธ์ตามสมการดังนี้

$$c = f\lambda$$

โดยอัตราเร็วของเสียงในอากาศ คือ 343 m/s ที่อุณหภูมิ 20°C ความดัน 1 บรรยากาศ หากเป็นอุณหภูมิอื่น สามารถคำนวณได้ดังสมการดังนี้

$$c = 331 + 0.6\,T_c$$

2.2.2 คุณสมบัติของคลื่น

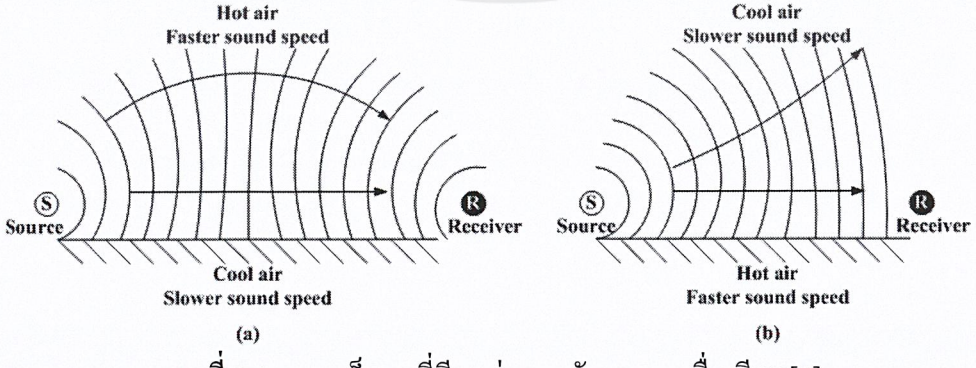
1. การสะท้อน (reflection) หมายถึง การที่คลื่นเคลื่อนที่กระทบสิ่งกีดขวางหรือคลื่นเคลื่อนที่มาถึงปลายสุดของตัวกลางแล้วคลื่นเคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม

2. การหักเห (refraction) หมายถึง การที่คลื่นเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อเคลื่อนผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่ต่างกัน เราเรียกว่า การหักเหของคลื่น สมบัติของคลื่นเดียวกัน ในตัวกลางต่างชนิดกันที่สำคัญคือ ความถี่ของคลื่นคงทีเสมอขณะที่ความเร็วและความยาวคลื่นเปลี่ยนแปลงได้

การหักเหเนื่องจากลม

การหักเหของเสียงในบรรยากาศเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ความเร็วลมและทิศทางลม โดยที่การหักเหโค้งขึ้นจะลดระดับเสียงที่อยู่ใกล้กับพื้นดิน ในขณะที่การหักเหโค้งลงช่วยให้เสียงเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางเช่นกำแพงกั้นเสียง

1. การหักเหโค้งลง จะเกิดเมื่ออากาศเหนือพื้นโลกมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่พื้นผิวโลก หรือ เสียงมีความเร็วลดลง
2. การหักเหโค้งขึ้น จะเกิดขึ้นโดยอากาศเหนือพื้นโลกที่มีอุณหภูมิสูงจะมีความเร็วของเสียงที่เร็วขึ้น ทำให้คลื่นโค้งกลับมาสู่โลก ปรากฏการณ์เดียวกันนี้จะเกิดขึ้นสำหรับอากาศร้อนบนพื้นเย็น



ภาพที่ 2.1 ความเร็วลมที่มีผลต่อการหักเหของคลื่นเสียง [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแทรกสอด (interference) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่คลื่นสองขบวนเคลื่อนที่ในตัวกลางเดียวกันเคลื่อนที่มาซ้อนทับกัน ทำให้เกิดคลื่นใหม่

การแทรกสอดแบบหักล้าง เป็นการแทรกสอดที่เกิดในกรณีที่สันคลื่นของคลื่นหนึ่งตรงกับท้องคลื่นของอีกคลื่นหนึ่งคลื่นที่เกิดใหม่จะมีแอมพลิจูดต่ำ

แหล่งกำเนิดอาพันธ์ เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่ให้คลื่นมีความถี่คงที่อัตราเร็วและแอมพลิจูดคงที่ และผลต่างของเฟสระหว่างจุดคู่หนึ่งบนคลื่นคงที่ตลอด

2.2.3 กำลังเสียง

กำลังเสียง (Sound Power, W) หมายถึง พลังงานเสียงที่เกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิดเสียงต่อหน่วยเวลาสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$W = \frac{E}{t}$$

โดยที่ W คือ กำลังเสียง, วัตต์ (W)

E คือ พลังงานเสียง, จูล (J)

t คือ เวลา, วินาที (s)

2.2.4 ความเข้มเสียง

ความเข้มเสียง (Sound intensity , I) หมายถึง พลังงานเสียงที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ผิวรับเสียงต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา หรือหมายถึง กำลังเสียงต่อหน่วยพื้นที่ของผิวรับเสียงสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{W}{A}$$

เมื่อ I คือ ความเข้มเสียง, วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

E คือ พลังงานเสียง, จูล (J)

A คือ พื้นที่ผิวรับเสียง ตารางเมตร (m^2)

t คือ เวลา, วินาที (s)

W คือ กำลังเสียง, วัตต์ (W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ความดันเสียง

ความดันเสียง (Sound pressure) คือ ค่าความดันของอากาศที่เป็นตัวกลางของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความดันบรรยากาศปกติขณะที่ไม่มีคลื่นเสียง หรืออาจกล่าวได้ว่า คือ ค่าความแตกต่างระหว่างความดันที่จุดใด ๆ เมื่อมีเสียงและไม่มีเสียงนั่นเอง และค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด ก็คือ ค่าแอมพลิจูด โดยทั่วไปค่าความดันเสียงจะวัดเป็นค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root–Mean–Square: P_{rms}) หน่วยที่นิยมใช้วัด คือ นิวตันต่อตารางเมตรหรือปาสคาล (Pascal, Pa) ซึ่ง P_{rms} จะมีค่าประมาณ 0.707 ของ P_{max} (ความดันสูงสุด)

2.2.6 ระดับและเดซิเบล

มาตรที่ใช้วัดและคำนวณเกี่ยวกับเสียงจำเป็นต้องกำหนดให้ใช้เป็นระดับ (Level) เนื่องจากการตอบสนองต่อเสียงของหูมนุษย์ตอบสนองในช่วงที่กว้างมาก รวมทั้งสเกล (scale) ปกติ ไม่สะดวกที่จะใช้ จึงจำเป็นต้องใช้สเกลลอการิทึม (Logarithmic scale) ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับการตอบสนองของหูมนุษย์ โดยหลักการของสเกลลอการิทึม (Logarithmic scale) และระดับ เป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วน (ratio) ของปริมาณที่กล่าวถึงกับปริมาณอ้างอิง (Reference Quantity) ทำให้อัตราส่วนของปริมาณดังกล่าวไม่มีหน่วย ดังนั้น จำเป็นต้องนิยามหน่วยที่ใช้วัดและคำนวณเกี่ยวกับเสียงขึ้นมาใหม่เรียกว่า “เบล (Bel)”การตั้งชื่อหน่วยนี้ เพื่อเป็นเกียรติแก่อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบลล์ (Alexander Graham Bell) ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์

อย่างไรก็ตาม หน่วยเบล (Bel) ค่อนข้างใหญ่เกินไปสำหรับการตอบสนองเสียงที่หูมนุษย์ได้ยินจำเป็นต้องแปลงจากหน่วยเบล (Bel) ให้เล็กลงโดยใช้ตัวอุปสรรค (Prefix) คือ เดซิ (Deci) เป็นคำนำหน้าหน่วย ได้เป็นหน่วยเดซิเบล (Decibel, dB) แทน ซึ่งเดซิเบลมีค่าเป็น 1 ใน 10 ของหน่วยเบล
การคำนวณระดับเสียงมีพารามิเตอร์ที่สำคัญในการคำนวณ ดังนี้

1. ระดับกำลังเสียง (Sound Power Level, L_w) มีสมการคำนวณ ดังนี้

$$L_w = 10log\frac{W}{W_{ref}} \text{ หรือ } L_w = 10logW + 120$$

โดยที่ L_w คือ ระดับกำลังเสียง (เดซิเบล, dB)
W คือ กำลังเสียง, วัตต์ (W)
W_{ref} คือ กำลังเสียงอ้างอิง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10-12 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระดับความเข้มเสียง (Sound Intensity Level, L_I) มีสมการคำนวณ ดังนี้

$$L_I = 10log\frac{I}{I_{ref}} \text{ หรือ } L_I = 10logI + 120$$

โดยที่ L_I คือ ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล, dB)

I คือ ความเข้มเสียง (W/m^2)

I_{ref} คือ ความเข้มเสียงอ้างอิง ซึ่งเท่ากับ 10-12 W/m^2

3. ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level, L_P หรือ SPL) มีสมการการคำนวณ ดังนี้

$$L_P = 10\log\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)^2 \text{ หรือ } L_p = 20log\frac{P}{P_{ref}}$$

เมื่อ L_P หรือ SPL คือ ระดับความเข้มเสียง (เดซิเบล, dB)

P คือ ความดันเสียง, ปาสคาล(Pa)

P_{ref} คือ ความดันเสียงอ้างอิง ซึ่ง $2x10^{-5}$ Pa หรือเท่ากับ 20 mPa

2.2.4 Octave band

ช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน คือ 20-20,000 Hz ซึ่งกว้างมาก ๆ ดังนั้นจึงมีการคิดค้นการแบ่งช่วงความถี่ขึ้นมา โดยวิธีการแบ่งที่เรียกว่า Octave Band โดยสามารถแบ่งได้ 2 แบบ

1. Octave bands คือการคิดช่วงความถี่โดยเพิ่มขึ้นทีละ 2 เท่า สามารถคำนวณได้ดังนี้โดย

$$f_1 = 2 \cdot f_2$$

$$f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2} = \sqrt{2} \cdot f_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} f_1$$

ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงความถี่ octave band

Lower Band Limit, f_1 (Hz)	Center Frequency, f_0(Hz)	Upper Band Limit, f_2(Hz)
11	16	22
22	31.5	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงความถี่ octave band

Lower Band Limit, f_1 (Hz)	Center Frequency, f_0(Hz)	Upper Band Limit, f_2(Hz)
44	63	88
88	125	177
177	250	355
355	500	710
710	1,000	1,420
1,420	2,000	2,840
2,840	4,000	5,680
5,680	8,000	11,360
11,360	16,000	22,720

2. 1/3 octave bands คือการคิดความถี่ช่วงละ 3 ความถี่สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$L_\Sigma = 10\log\left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}}\right)$$

และหาความถี่ในช่วงได้โดย

$$f_1 = \frac{f_2}{\sqrt[3]{2}}$$

$$f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2} = \sqrt[6]{2} \cdot f_1 = \frac{1}{\sqrt[6]{2}} f_1$$

โดยที่ f_1 คือ Lower Band Limit

f_2 คือ Upper Band Limit

f_0 คือ Center Frequency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งช่วงความถี่ 1/3 octave band

Lower Band Limit, f_1 (Hz)	Center Frequency, f_0(Hz)	Upper Band Limit, f_2(Hz)
22.4	25	28.2
28.2	31.5	35.5
35.5	40	44.7
44.7	50	56.2
56.2	63	70.8
70.8	80	89.1
89.1	100	112
112	125	141
141	160	178
178	200	224
224	250	282
282	315	355
355	400	447
447	500	562
562	708	800
891	1,000	1,122
1,122	1,250	1,413
1,413	1,600	1,778
1,778	2,000	2,239
2,239	2,500	2,818
2,818	3,150	3,548
3,548	4,000	4,467
4,467	5,000	5,623
5,623	6,300	7,079
7,079	8,000	8,913
8,913	10,000	11,220

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 **การแบ่งช่วงความถี่ 1/3 octave band (ต่อ)**

Lower Band Limit, f_1 (Hz)	Center Frequency, f_0(Hz)	Upper Band Limit, f_2(Hz)
11,220	12,500	14,130
14,130	16,000	17,780
17,780	20,000	22,390

2.2.4 การป้องกันเสียง

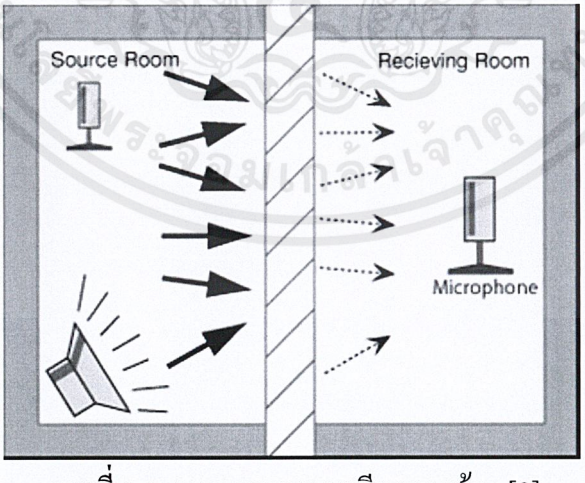
การป้องกันเสียง หรือ Sound insulation เป็นการลดพลังงานของเสียงที่ผ่านจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง โดยใช้วัสดุกั้นการส่งผ่านของเสียงที่เรียกว่า ฉนวนกันเสียง

ฉนวนกันเสียง เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นรูพรุน หรือ Open Cell จึงช่วยในการดูดซับเสียงได้อย่างมาก คือ ขณะที่เสียงวิ่งตกกระทบฉนวน พลังงานเสียงเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเกิดจากการเสียดสีของพลังงานเสียงกับรูพรุนของฉนวน

หลักการป้องกันเสียง

เป็นการลดพลังงานของเสียงที่ผ่านห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง สามารถออกแบบผนังเพื่อกั้นการส่งผ่านของเสียงที่มีอากาศเป็นสื่อนำ (Airborne Sound)

Sound transmission loss (STL)



ภาพที่ 2.2 การลดทอนของเสียงของห้อง [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถของวัสดุหรือระบบที่กั้นหรือลดการส่งผ่านของเสียงจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง จะถูกวัดโดย Transmission Loss (TL) โดยค่า TL ที่สูงหมายความว่าสามารถลดเสียงได้มากกว่าและค่า TL จะถูกวัดที่หลายความถี่และถูกรายงานเป็น decibels (dB)

การควบคุมเสียง

การควบคุมเสียงรบกวน (noise control) โดยทั่วไปสามารถทำได้ 3 วิธีคือ

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง (sources control)
2. การควบคุมที่ทางผ่านของเสียง (control by transmission path)
3. การควบคุมการรับเสียงที่ผู้ฟัง (control at receivers)

โดยการควบคุมที่ทางผ่านของเสียงสามารถทำได้โดยการเพิ่มวัสดุกั้นระหว่างแหล่งกำเนิดของเสียงและผู้รับ โดยการใช้วัสดุที่เป็นของแข็งที่มีน้ำหนักมากและมีคุณสมบัติในการต้านการเคลื่อนที่ของเสียงโดยจะต้องติดตั้งโดยที่ไม่เกิดการรั่วไหลของเสียง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัย *"Invisible acoustic wall"* โดย Farbod Torabi (2018)[4] เป็นการวัดว่าม่านอากาศสามารถลดทอนสียงรบกวนได้ จากผลการทดลองพบว่า การใช้ม่านอากาศสามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้ประมาณ 3 – 5 เดซิเบล ทุกช่วงความถี่ แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ความถี่กลางและสูง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานต่ำและพลังงานสูง เราจะเห็นได้ว่าการลดทอนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในความถี่ต่ำโดยม่านอากาศอาจส่งผลกระทบต่อเส้นทางเสียงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งและอาจจะสามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนจากพื้นที่เปิดไปยังพื้นที่ภายในอาคารได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุที่เป็นของแข็งได้ และงานวิจัยนี้มีการสรุปไว้ว่าม่านอากาศที่มีความเร็วลมมากขึ้นจะสามารถลดทอนเสียงได้มากยิ่งขึ้น โดยการทดสอบนี้เป็นการทดสอบเบื้องต้นหากต้องการผลการทดลองที่เกิดความผิดพลาดค่อนข้างน้อยควรทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีปัจจัยแทรกซ้อน 1. การใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้คาลิเบรท (calibrate) 2. ทดลองในสถานที่ที่ไม่ได้ควบคุมพารามิเตอร์ ทำให้ผลที่ได้จากการทดลองนั้นไม่เป็นจริง และเครื่องกำเนิดลมทำให้เกิดเสียงที่สามารถเป็นแหล่งกำเนิดเสียงได้ ดังนั้นม่านอากาศอาจจะไม่สามารถลดทอนเสียงรบกวนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในหัวข้อวิจัยเรื่องการลดทอนเสียงโดยความเร็วลม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าความเร็วของลมสามารถลดทอนเสียงรบกวนได้หรือไม่ เพื่อเปรียบเทียบระดับเสียงของแหล่งกำเนิดและแหล่งที่รับเสียงที่ได้จากการวัด จากนั้นนำมาประมวลผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วลมและการลดทอนของเสียงรบกวนโดยการใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

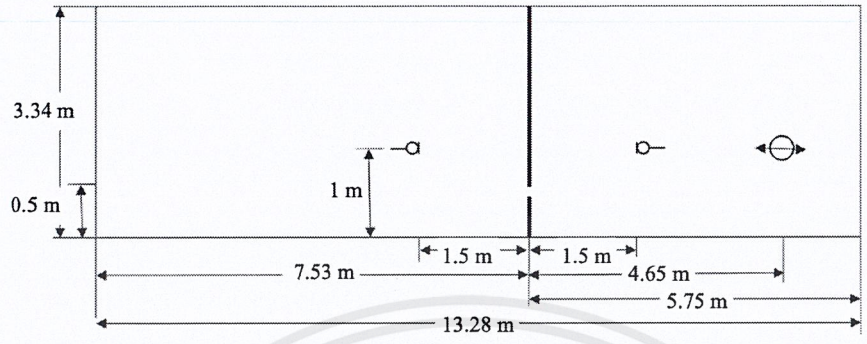
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ อุปกรณ์	ยี่ห้อ/รุ่น	จำนวน
1. Sound level meter	NTi audio รุ่น XL 2	2 เครื่อง
2. ไมโครโฟนสำหรับเครื่องวัดเสียง	Nti audio รุ่น MA220	2 ตัว
3. ขาตั้ง Sound level meter	-	-
4. เครื่องวัดความเร็วลม	Termars รุ่น TM-441 ~ TM-414	1 เครื่อง
5. ม่านอากาศ	Central Air รุ่น CAAC 18	1 เครื่อง
6. ลำโพง Omni-directional	01dB รุ่น LS03	1 เครื่อง
7. ขาตั้งลำโพง	-	1 อัน
8. เครื่องวัดระดับน้ำ	-	2อัน
9. เลื่อยตัดฝ้า	Kinzo ขนาด 6 นิ้ว	1 อัน
10. หูฟังป้องกันเสียง	-	2 อัน
11. ปากกาเคมี	-	1 อัน
12. เทป	-	1 ม้วน
13. ไดร์เป่าผม	Lesasha รุ่น Aixmax 8000 Tornado	1 ตัว
14. ปลั๊กพ่วง	-	1 อัน
15. ตลับเมตร	-	1 อัน
16. เครื่องวัด Laser	Bosch รุ่น GLM 50	1 เครื่อง
17. กระดาษทราย	เบอร์ 1000	1 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

สถานที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัดเสียง

3.2.1 การเตรียมการทดลอง

เนื่องจากการทดลองใช้ขนาดช่องว่างที่ค่อนข้าง เพื่อที่จะทำให้ความเร็วลมนั้นคงที่มากที่สุด และด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดของม่านลม จากคุณสมบัติของไดร์เป่าผม Lesasha รุ่น Airmax 8000 tornado มีช่วงความเร็วลมตรงกับช่วงความเร็วลมที่จะใช้ในการทดลอง โดยการเปลี่ยนความเร็วลมของไดร์เป่าผม สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะห่างระหว่างไดร์เป่าผมและช่องว่างให้มากขึ้น

จากการทดสอบเบื้องต้นครั้งที่ 3 แสดงช่วงความเร็วลมในตำแหน่งต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลการทดลอง

ตารางที่ 3.2 ความสูงและช่วงความเร็วที่เลือกใช้ จากการทดสอบเบื้องต้นครั้งที่ 3

ระยะห่างจากช่องว่าง	การวัดครั้งที่ 1	การวัดครั้งที่ 2	สรุป
5 ซม.	13.5 – 13.0 m/s	13.5 – 12.9 m/s	13.5 – 12.9 m/s
10 ซม.	13.0 – 12.2 m/s	12.9 – 12.7 m/s	12.9 – 12.2 m/s
15 ซม.	12.2 – 11.6 m/s	12.7 – 11.8 m/s	12.2 – 11.6 m/s
20 ซม.	11.6 – 10.4 m/s	11.8 – 9.9 m/s	11.6 – 9.9 m/s
25 ซม.	10.4 – 9.0 m/s	9.9 – 9.4 m/s	9.9 – 9.0 m/s
30 ซม.	9.0 – 8.5 m/s	9.4 – 8.1 m/s	9.0 – 8.1 m/s
35 ซม.	8.5 – 7.6 m/s	8.1 – 7.0 m/s	8.1 – 7.0 m/s
40 ซม.	7.6 – 6.9 m/s	7.0 – 6.8 m/s	7.0 – 6.8 m/s
45 ซม.	6.9 – 6.2 m/s	6.8 – 6.0 m/s	6.8 – 6.0 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ความสูงและช่วงความเร็วที่เลือกใช้ จากการทดสอบเบื้องต้นครั้งที่ 3 (ต่อ)

50 ซม.	6.2 – 5.7 m/s	6.0 – 5.5 m/s	6.0 – 5.5 m/s
55 ซม.	5.7 – 4.8 m/s	5.5 – 5.1 m/s	5.5 – 5.1 m/s
60 ซม.	4.8 – 4.6 m/s	5.1 – 4.6 m/s	5.1 – 4.6 m/s
65 ซม.	4.6 – 4.4 m/s	4.6 – 4.3 m/s	4.6 – 4.3 m/s
70 ซม.	4.4 – 4.0 m/s	4.3 – 3.9 m/s	4.3 – 3.9 m/s
75 ซม.	4.0 – 3.6 m/s	3.9 – 3.6 m/s	3.9 – 3.6 m/s
80 ซม.	3.6 – 3.4 m/s	3.6 – 3.5 m/s	3.6 – 3.5 m/s
85 ซม.	3.4 – 3.2 m/s	3.5 – 3.4 m/s	3.45– 3.3 m/s
90 ซม.	3.2 – 2.9 m/s	3.4 – 3.3 m/s	3.4 – 2.9 m/s

3.2.2 การวัด Background noise ของห้องปฏิบัติการ

1. เตรียม Sound level meter ยี่ห้อ NTi audio รุ่น XL2 จำนวน 2 เครื่อง พร้อมกับไมโครโฟนยี่ห้อ NTi audio รุ่น MA220 จำนวน 2 อัน แล้วติดตั้งเข้ากับขาตั้ง จำนวน 2 ขา
2. ตั้ง Sound level meter ที่ห้อง Source และ Receiving ห่างจากผนังที่ใช้ในการทดสอบเป็นระยะห่าง 1.5 เมตร
3. ปิดประตูห้องปฏิบัติการให้สนิท เพื่อไม่ให้มีเสียงรบกวนจากภายนอก
4. บันทึกเสียงเป็นเวลา 10 วินาที จำนวน 3 ครั้ง

ภาพที่ 3.2 การวัด Background noise ของห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเตรียมช่องว่าง

1. เจาะผนังให้มีช่องว่างขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร ระยะห่างจากพื้น 50 เซนติเมตร โดยใช้เลื่อยตัดฝ้ายี่ห้อ Kinzo ขนาด 6 นิ้ว
2. ใช้กระดาษทรายขัดที่ขอบของช่องว่างเพื่อทำให้ขอบเรียบ

ภาพที่ 3.3 เจาะช่องว่างที่ใช้ในการทดลอง

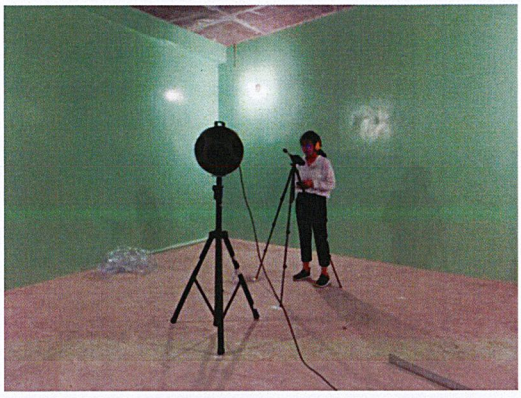
3.2.4 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม

1. เตรียมลำโพง omni-directional พร้อมกับขาตั้ง ตั้งห่างจากผนังที่ใช้ในหารทดสอบที่ห้อง source 1.5 เมตร
2. ตั้ง Sound level meter ห่างจากลำโพงเป็นระยะ 1 เมตร
3.เตรียมไดร์เป่าผมยี่ห้อ Lesasha รุ่น Airmax 8008 tornado จำนวน 1 เครื่อง
4.สวมหูฟังป้องกันเสียง
5. เปิดลำโพงและไดร์เป่าผม
6. เริ่มวัดเสียงที่ห้อง source และ ห้อง receiving โดยตั้งไดร์เป่าผมไว้ที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร และเป่าขึ้นไปทางด้านบน โดยที่ไม่ผ่านช่องว่าง
7. วัดเสียงที่ห้องโดยตั้งไดร์เป่าผมไว้ที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร และเป่าทิศทางลงให้ผ่านช่องว่าง
8. วัดความเร็วลม และวัดเสียงที่ห้อง receiving เป็นเวลา 10 วินาที จำนวน 2 ครั้ง และทำการวัดซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง

หมายเหตุ ที่ตำแหน่ง 5,10,15 และ 20 เซนติเมตร ทำการวัดซ้ำทั้งหมด 10 ครั้ง

9. เปลี่ยนตำแหน่งของไดร์เป่าผม และทำการวัดซ้ำจนถึงตำแหน่ง 90 เซนติเมตร

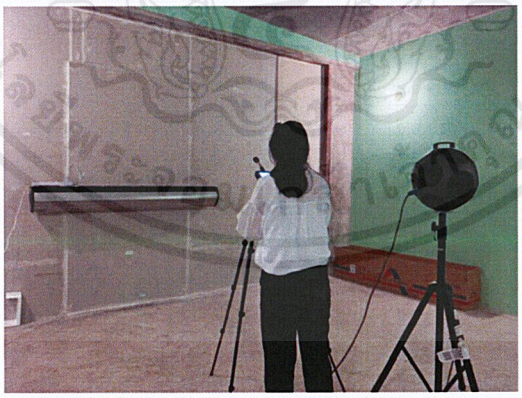
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ไดร์เป่าผมเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม

3.2.5 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ม่านอากาศเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม

1. วัดเสียงของแหล่งกำเนิดของเสียงที่ประกอบด้วยลำโพงและม่านอากาศ และวัดเสียงที่ห้อง receiving
2. ติดตั้งม่านอากาศห่างจากช่องว่าง 1.07 เมตร เพื่อเปรียบเทียบกับม่านลมจากไดร์เป่าผมที่ความเร็วเดียวกัน
3. สวมหูฟังป้องกันเสียง
4. เปิดลำโพงและม่านอากาศ
5. ทำการวัดเสียงที่ห้อง source และ ห้อง receiving และทำการวัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง



ภาพที่ 3.5 การวัดการลดทอนของเสียงรบกวนโดยใช้ม่านอากาศเป็นแหล่งกำเนิดม่านลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

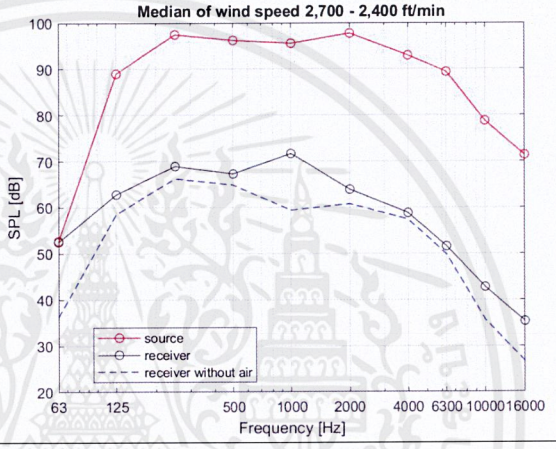
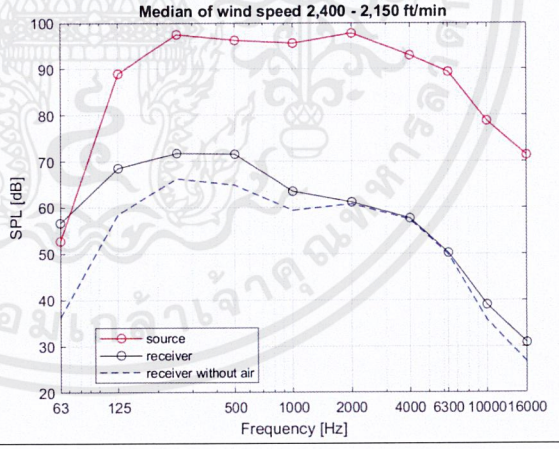
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 กราฟแสดงระดับความดังของเสียงที่วัดได้ในกรณีต่าง ๆ

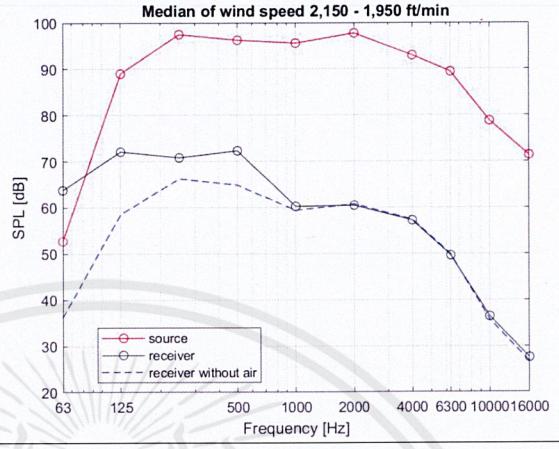
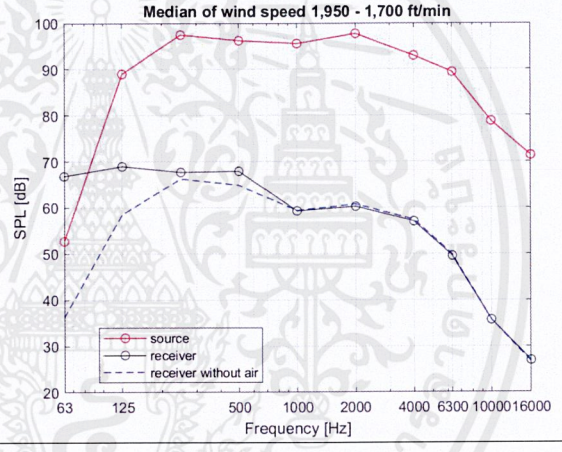
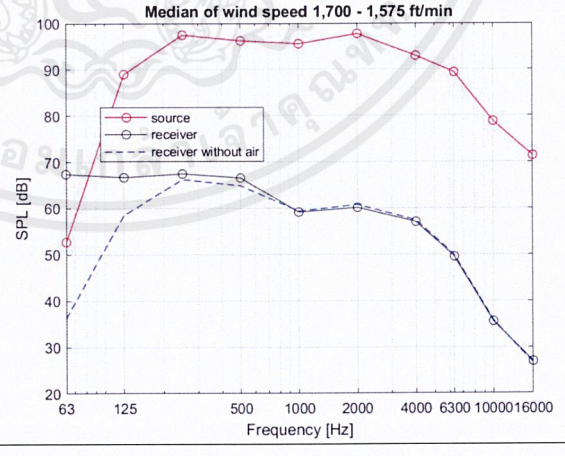
เนื่องจากช่วงความเร็วลมต่าง ๆ ได้ทำการวัดเสียงซ้ำเป็นจำนวน 5 ครั้ง ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่ามัธยฐานเพื่อนำมาประมวลผลภาพและนำไปคำนวณค่าการลดทอนของเสียง

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
2,700 – 2,400 ft/min	
2,400 – 2,150 ft/min	

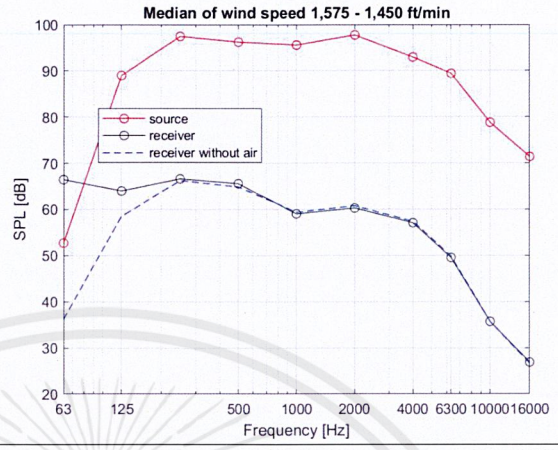
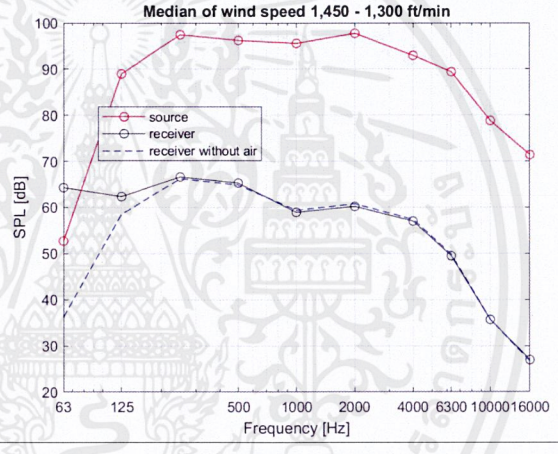
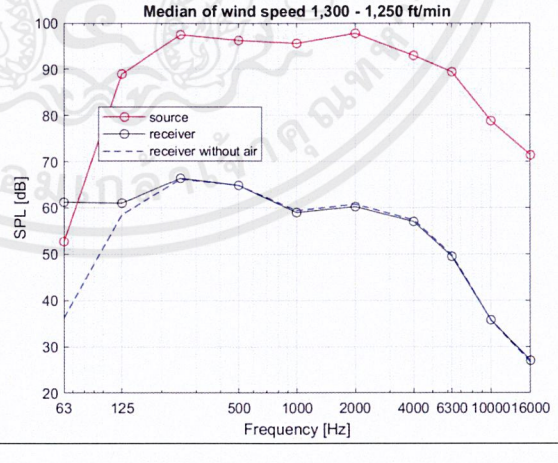
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียที่วัดได้
2,150 – 1,950 ft/min	
1,950 – 1,700 ft/min	
1,700 – 1,575 ft/min	

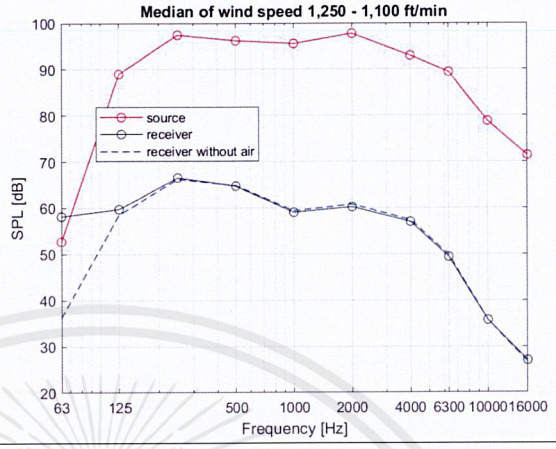
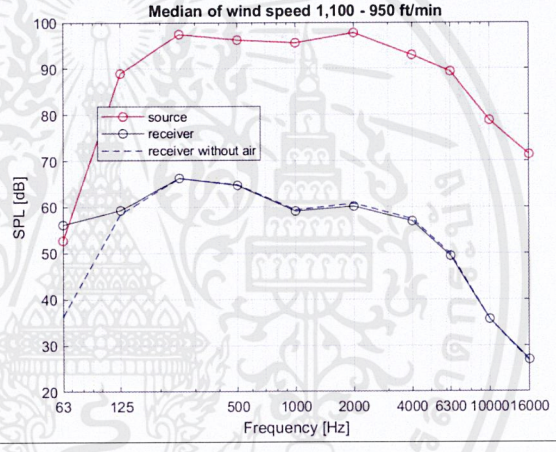
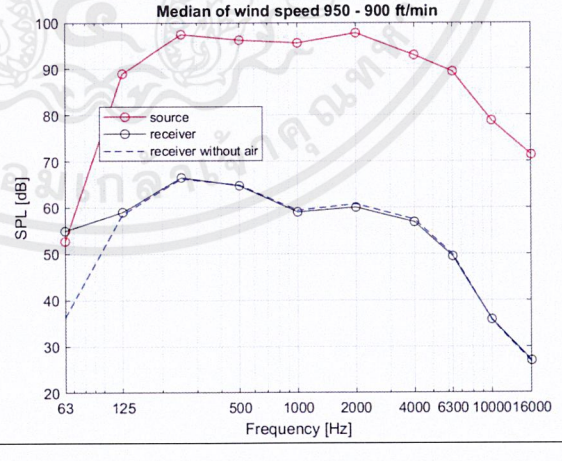
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
1,575 – 1,450 ft/min	
1,450 – 1,300 ft/min	
1,300 – 1,250 ft/min	

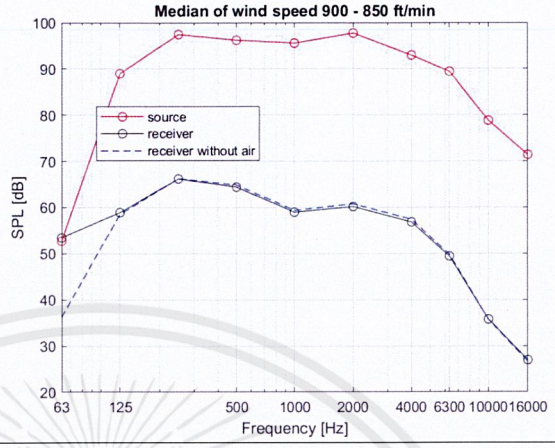
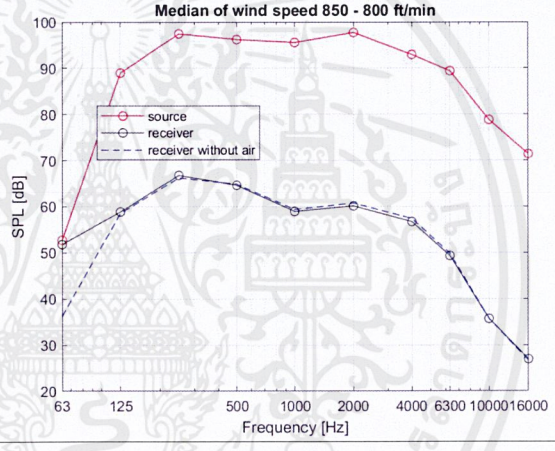
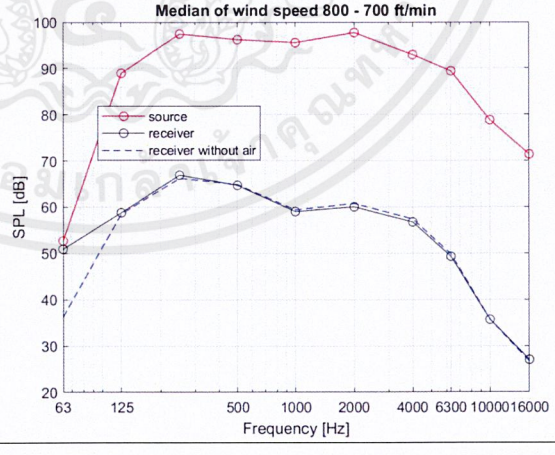
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
1,250 – 1,100 ft/min	
1,100 – 950 ft/min	
950 – 900 ft/min	

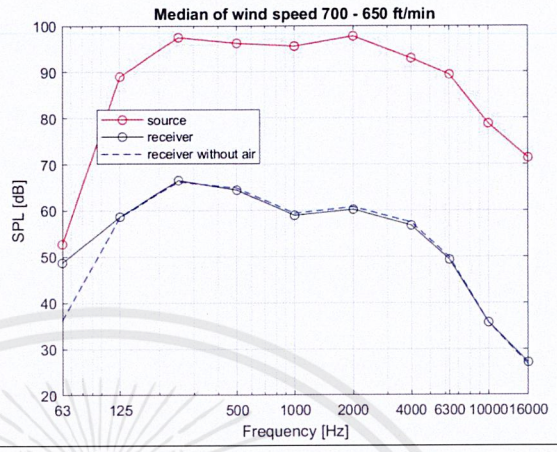
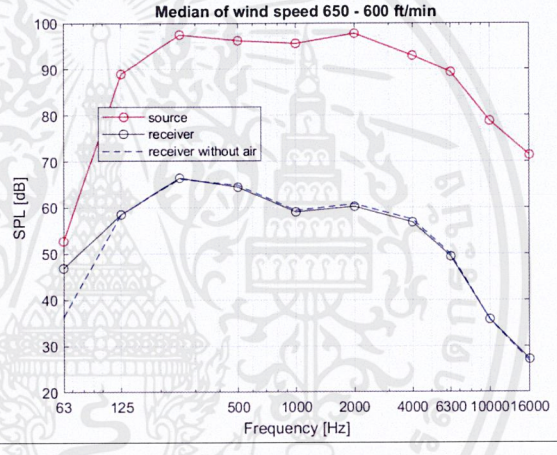
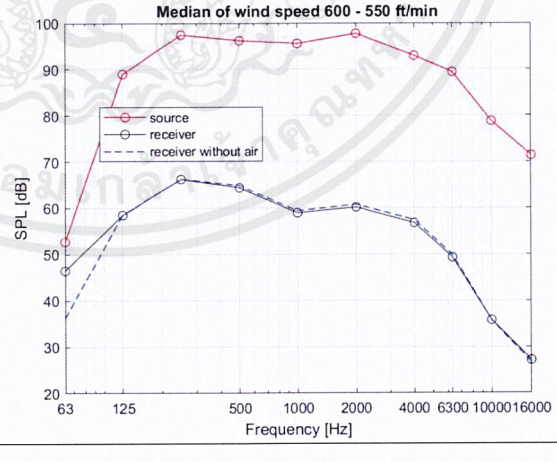
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
900 – 850 ft/min	
850 – 800 ft/min	
800 – 700 ft/min	

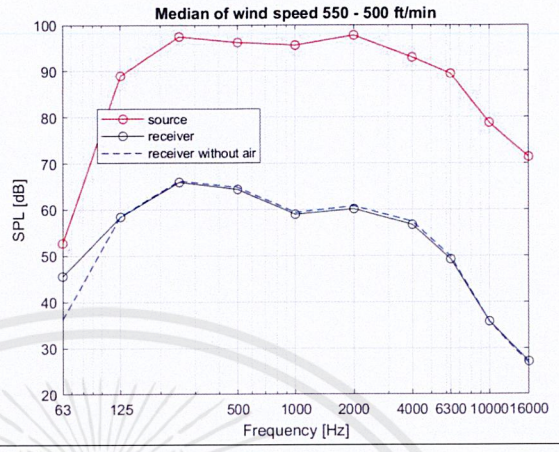
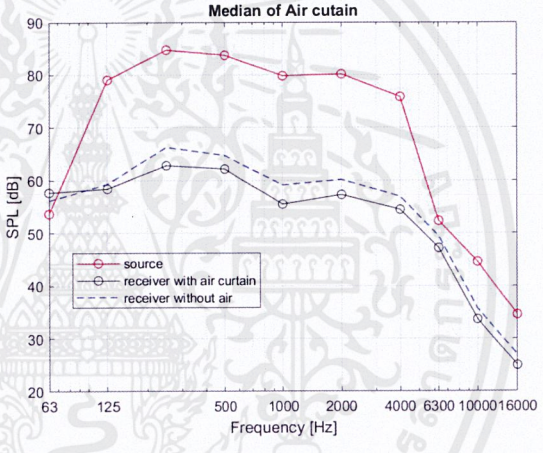
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
700 – 650 ft/min	
650 – 600 ft/min	
600 – 550 ft/min	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 กราฟระดับเสียงที่ช่วงความเร็วลมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระดับเสียงที่ไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
550 – 500 ft/min	
ม่านอากาศที่มีความเร็ว 1122 ft/min	

จากตารางที่แสดงด้านบนพบว่า ผลของการวัดระดับเสียงในทุกช่วงความเร็วลมจะมีค่าความดังที่มากกว่าช่องว่างขณะไม่มีลม โดยเฉพาะที่ความถี่ 63-100 Hz จะมีความแตกต่างอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับความถี่อื่น ๆ ที่มีความแตกต่างประมาณ 0.1-2 เดซิเบล

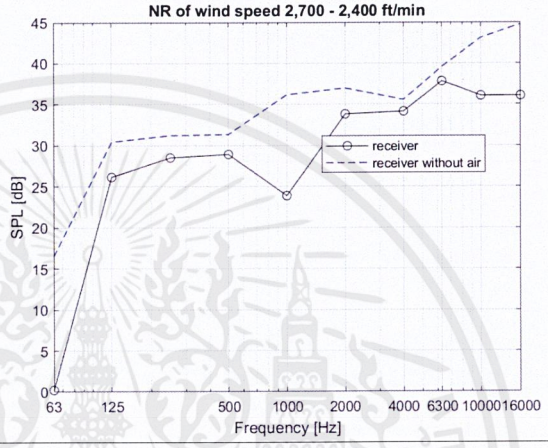
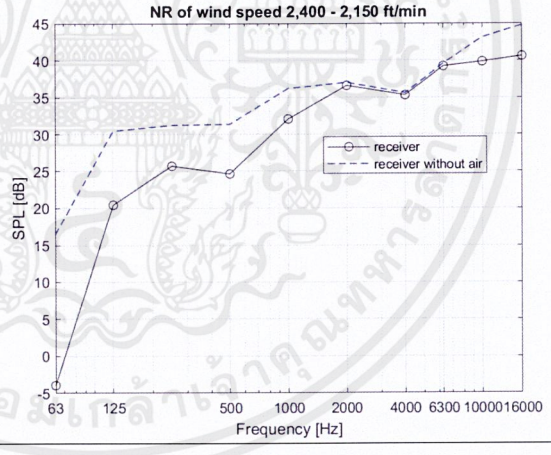
แต่การวัดระดับเสียงของช่องว่างที่มีแหล่งกำเนิดลมโดยม่านอากาศที่มีความเร็ว 1,122 ft/min พบว่าระดับเสียงที่วัดมีค่าต่ำกว่าช่องว่างขณะไม่มีลมในเกือบทุกความถี่ ยกเว้นความถี่ 63-80 Hz ที่สามารถวัดการลดทอนของเสียงได้ประมาณ 0.1-1.6 เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์การลดทอนของเสียง

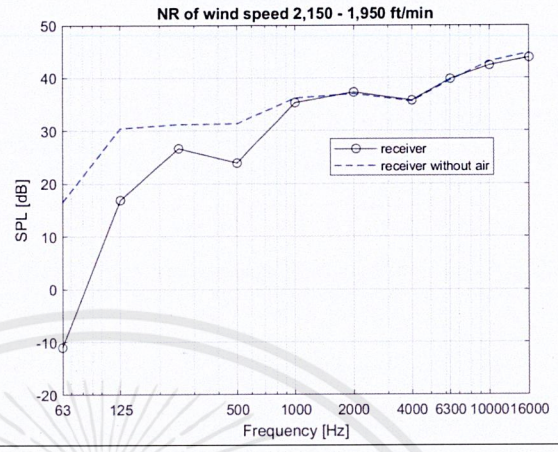
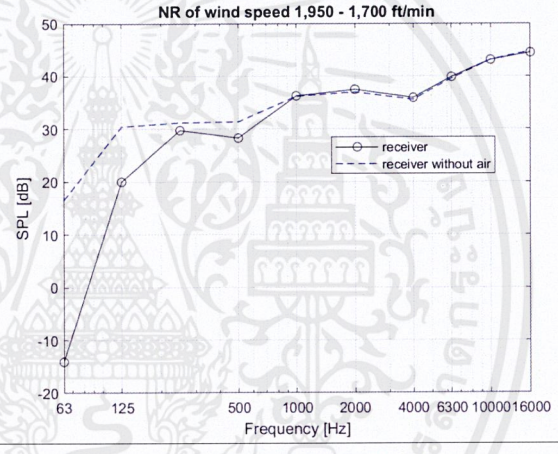
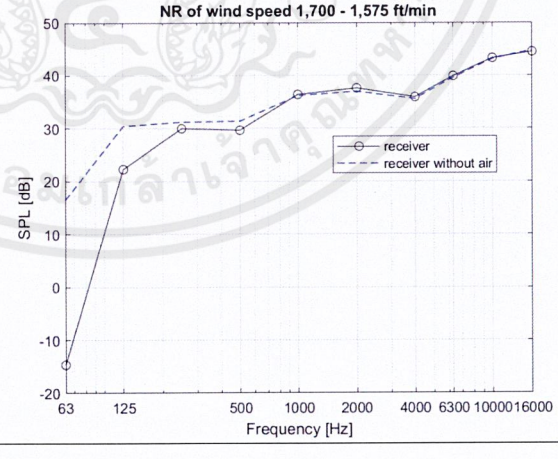
การนำระดับเสียงในช่วงความเร็วลมต่าง ๆ มาคำนวณหาการลดทอนของเสียงรบกวน และนำมาเปรียบเทียบกับการลดทอนของเสียงรบกวนเมื่อไม่มีลมผ่าน เพื่อพิสูจน์ว่าความเร็วไม่สามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
2,700 – 2,400 ft/min	
2,400 – 2,150 ft/min	

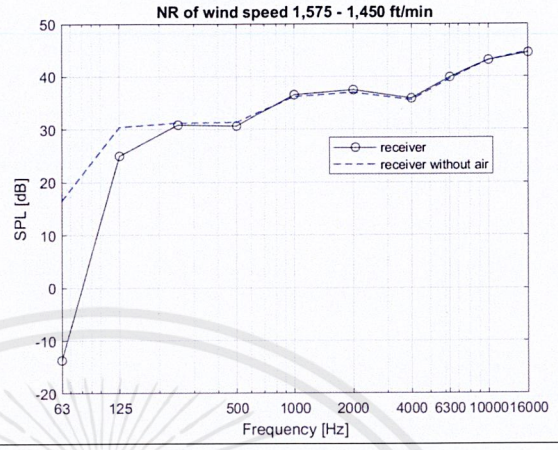
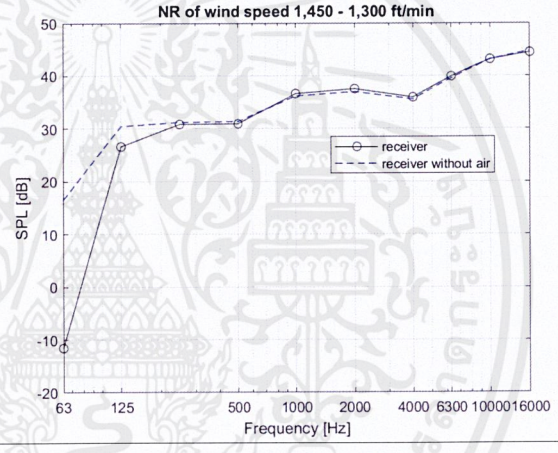
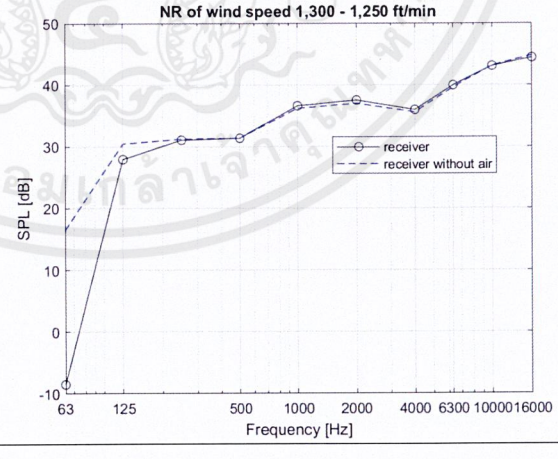
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
2,150 – 1,950 ft/min	
1,950 – 1,700 ft/min	
1,700 – 1,575 ft/min	

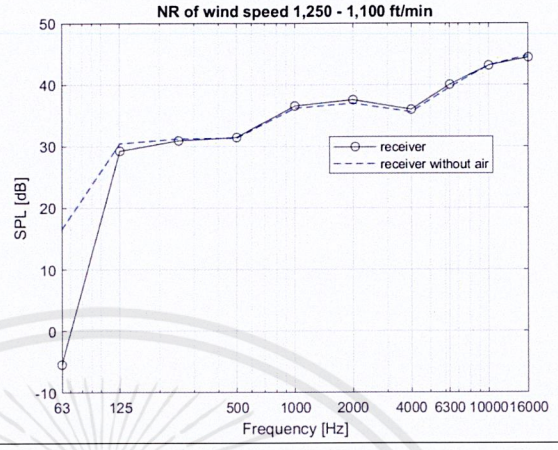
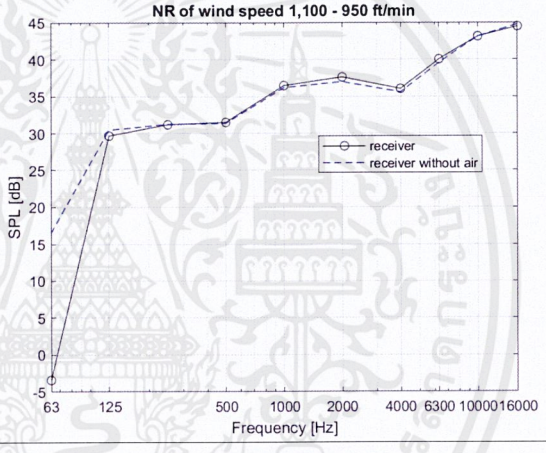
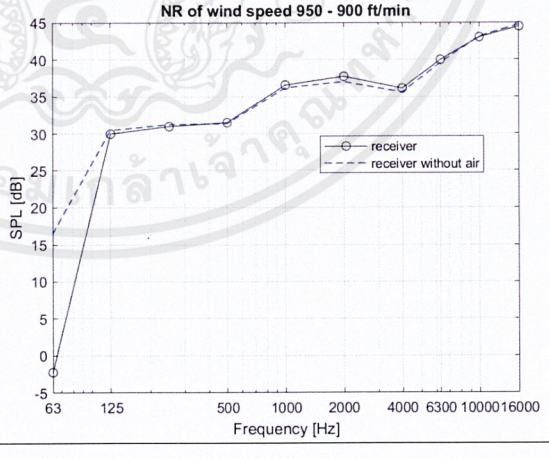
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
1,575 – 1,450 ft/min	
1,450 – 1,300 ft/min	
1,300 – 1,250 ft/min	

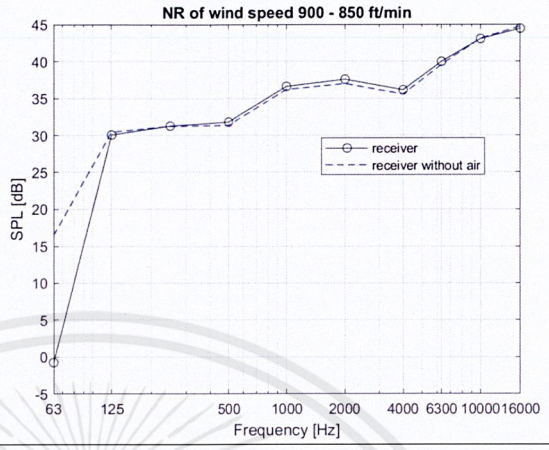
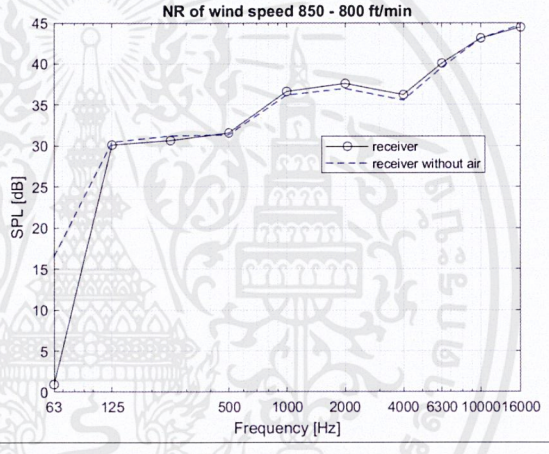
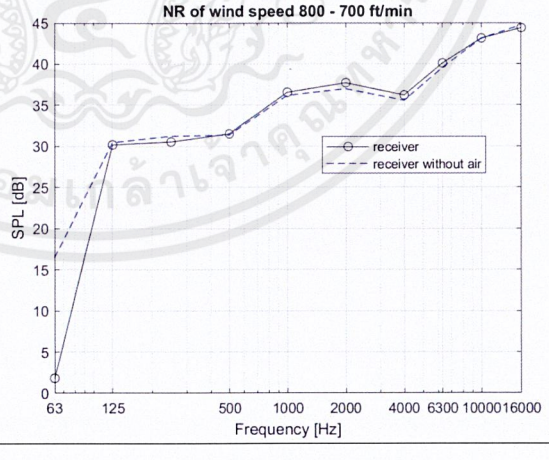
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
1,250 – 1,100 ft/min	
1,100 – 950 ft/min	
950 – 900 ft/min	

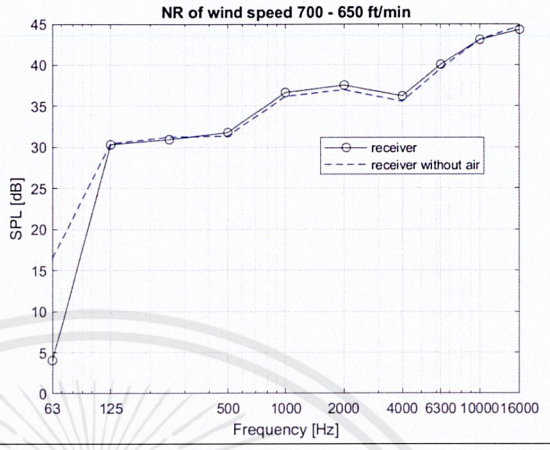
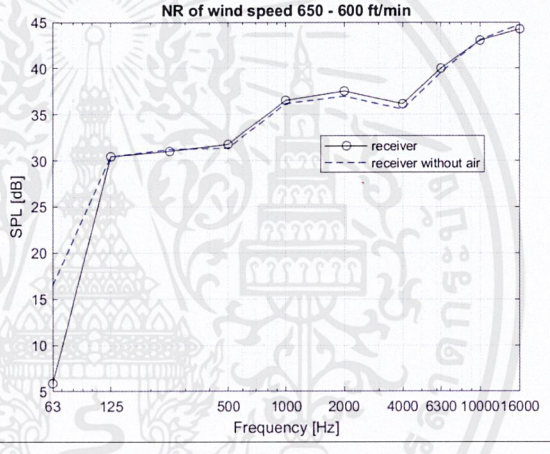
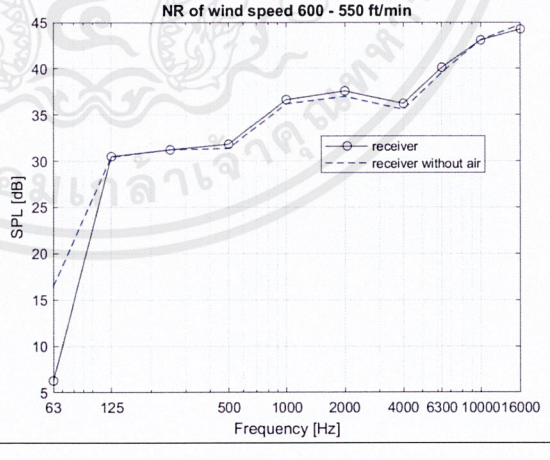
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
900 – 850 ft/min	
850 – 800 ft/min	
800 – 700 ft/min	

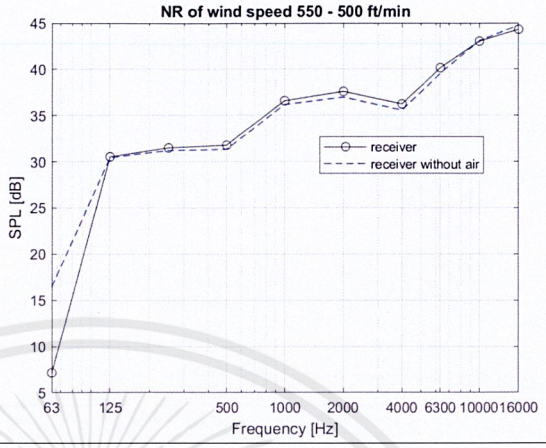
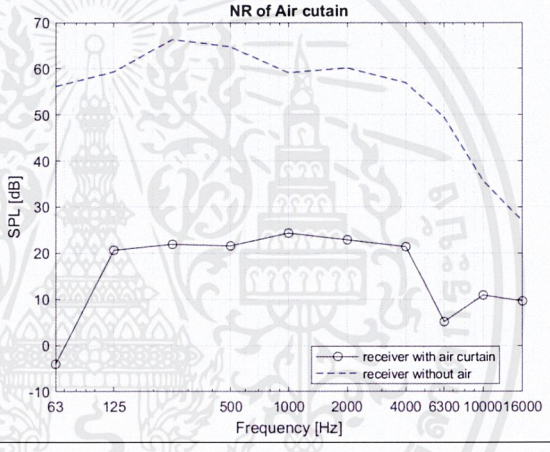
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
700 – 650 ft/min	
650 – 600 ft/min	
600 – 550 ft/min	

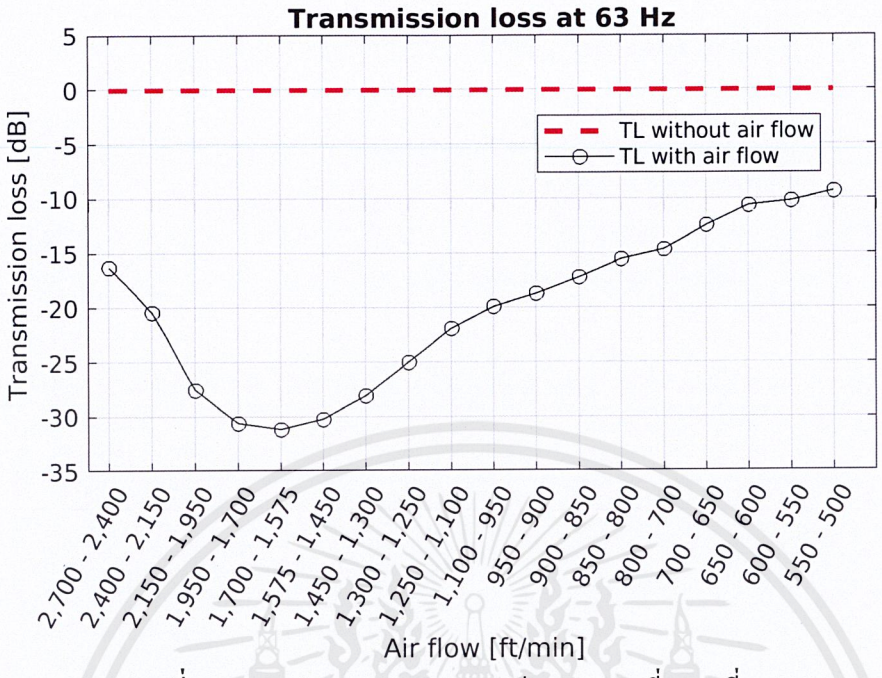
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การลดทอนของเสียงรบกวนในช่วงความเร็วลมเมื่อเทียบกับการลดทอนเมื่อไม่มีลมผ่าน (ต่อ)

ความเร็วลม (ft/min)	ระดับเสียงที่วัดได้
550 – 500 ft/min	
ม่านอากาศที่มีความเร็ว 1122 ft/min	

จากการประมวลผลภาพเปรียบเทียบค่าการลดทอนของเสียงรบกวน (noise reduction) ระหว่างช่องว่างที่ไม่มีลมผ่านกับช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ พบว่าค่าการลดทอนของเสียงรบกวน (noise reduction) ของช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ มีค่าที่ต่ำกว่าช่องว่างที่ไม่มีลมผ่าน โดยเฉพาะที่ความถี่ 63 Hz ค่าการลดทอนของเสียงรบกวน (noise reduction) ของช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ ต่ำกว่าช่องว่างที่ไม่มีลมผ่านอย่างเห็นได้ชัด โดยสามารถนำตัวอย่างความถี่ในช่วงความถี่ต่ำ ความถี่กลางและความถี่สูงมาเปรียบเทียบได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

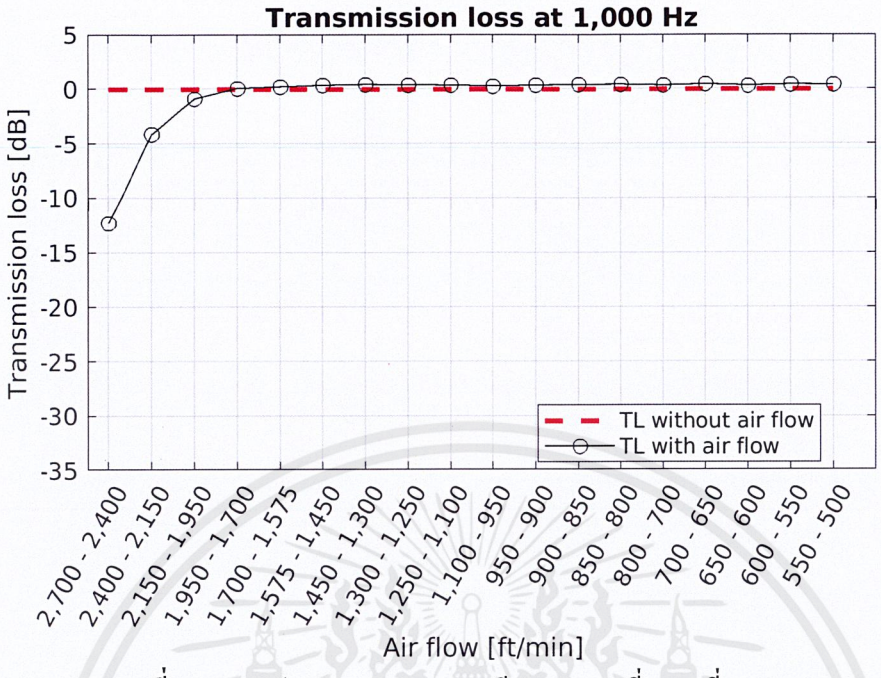


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 63 Hz

จากกราฟพบว่าที่ความถี่ 63 Hz ซึ่งเป็นการลดทอนเสียงรบกวนที่ช่วงความถี่ต่ำพบว่า การลดทอนของเสียงรบกวนของช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ มีค่าต่ำกว่าการลดทอนของเสียงรบกวนของช่องว่างที่ไม่มีความเร็วลม

เนื่องจากงานวิจัย *"Invisible acoustic wall"*[4] กล่าวว่า ม่านอากาศสามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้ โดยจะพบการลดทอนของเสียงรบกวนได้ชัดที่ความถี่กลางและความถี่สูง โดยความถี่กลางที่เลือกนำมาเปรียบเทียบคือความถี่ 1,000 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

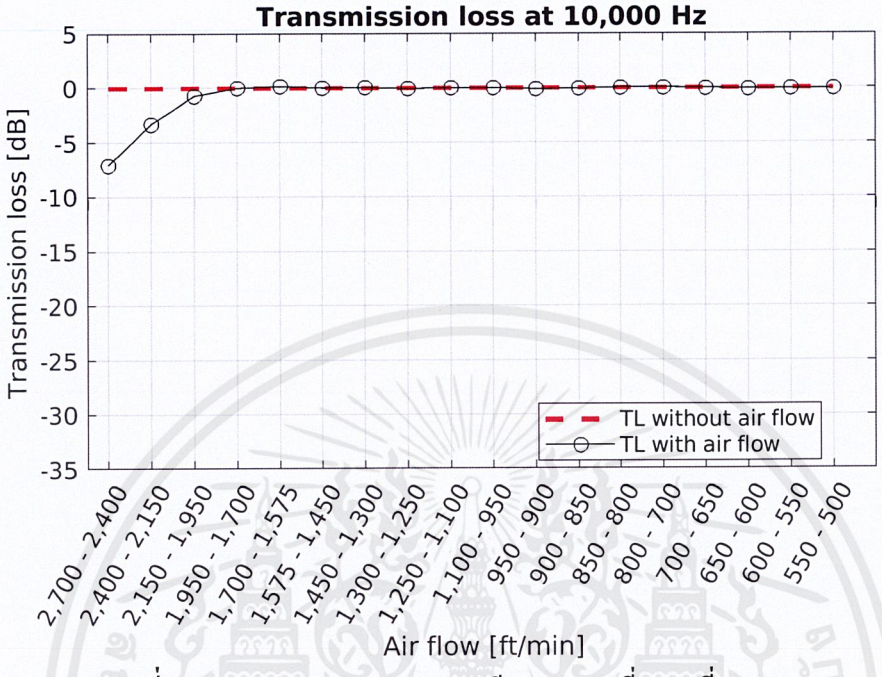


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 1,000 Hz

จากกราฟพบว่าการลดทอนเสียงรบกวนของช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ มีค่าสูงกว่าช่องว่างที่ไม่มีความเร็วลม โดยมีความแตกต่างกันไม่ถึง 0.5 เดซิเบล ซึ่งมีความแตกต่างกันโดยไม่มีนัยยะสำคัญ ดังนั้นจึงสรุปว่าความเร็วลมในช่วงต่าง ๆไม่ได้ช่วยในการลดทอนเสียงรบกวนในช่วงความถี่กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงความถี่สูงที่เลือกนำมาเปรียบเทียบคือความถี่ 10,000 Hz



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่ 10,000 Hz

จากกราฟพบว่าที่ความถี่ 10,000 Hz การลดทอนเสียงรบกวนของช่องว่างที่มีความเร็วลมในช่วงต่าง ๆ มีค่าน้อยกว่าและเท่ากับช่องว่างที่ไม่มีความเร็วลมในบางช่วง

แต่ช่วงความเร็วลม 1,700 – 1,575 ft/min พบว่าการลดทอนของเสียงรบกวนมีค่ามากกว่าช่องว่างที่ไม่มีความเร็วลม โดยมีความแตกต่างกันไม่ถึง 0.5 เดซิเบล ซึ่งมีความแตกต่างกันโดยไม่มีนัยยะสำคัญ

ดังนั้นช่วงความเร็วลมที่สูง การลดทอนของเสียงรบกวนไม่ได้สูงตามความเร็วลม ซึ่งไม่เป็นไปตามงานวิจัย *"Invisible acoustic wall"* [4] ที่สรุปไว้ว่าม่านอากาศที่มีความเร็วลมมากขึ้นจะสามารถลดทอนเสียงได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงาน ผู้จัดทำมีความเข้าใจต่อมาตรฐานในการวัดเสียงมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการคำนวนระดับความดันเสียงและการลดทอนของเสียงรบกวน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการเลือกใช้วิธีการประมวลภาพให้ผู้อ่านเข้าใจมากยิ่งขึ้น

จากการผลทดสอบการเปรียบเทียบการลดทอนเสียงระหว่างม่านอากาศและลมที่มีความเร็วเดียวกัน พบว่าม่านอากาศมีค่าการลดทอนเสียงรบกวนต่ำกว่าความเร็วลม

การลดทอนของเสียงในทุกช่วงความเร็วลมสามารถคำนวณได้ค่าประมาณ 0.09 ถึง 0.37 เดซิเบลเมื่อเทียบกับผนังที่ไม่มีม่านลง ซึ่งค่าการลดทอนของเสียงที่ลดลงนั้นแทบจะไม่ส่งผลต่อการได้ยินเสียงของมนุษย์ ที่จะทำให้รู้สึกถึงความแตกต่างของระดับเสียงที่สามารถลดทอนได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ม่านลมไม่สามารถใช้ในการลดทอนเสียงรบกวนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Bies, D., Hansen, C. and Howard, C. (2018). ***Engineering Noise Control, Fifth Edition***. 5th ed. Florida: CRC Press.

[2] Crocker, M. (2007). ***Handbook of noise and vibration control***. Hoboken, N.J.: J. Wiley.

[3] Egan, M. (2007). ***Architectural Acoustics (J. Ross Publishing classics)***. J. Ross Publishing.

[4] **Fundamentals of acoustics**. (1951). [ebook] South Australia. Available at: https://www.who.int/occupational_health/publications/noise1.pdf [Accessed 26 Jan. 2020].

[5] Henderson, T. (2001). ***Reflection, Refraction, and Diffraction***. [online] Mwit.ac.th. Available at: https://www.mwit.ac.th/~physicslab/applet_04/physics_classroom/Class/sound/u11l3d.html [Accessed 26 Jan. 2020].

[6] **Sound insulation and sound absorbtion**. (n.d.). [ebook] Bangkok: SCG, pp.4-7. Available at: https://www.scgbuildingmaterials.com/th/Download/Catalog/วัสดุอะคูสติก-เอสซีจี-(1)/SCG-ACOUSIC.aspx [Accessed 26 Jan. 2020].

[7] Torabi, F. (2018). ***Invisible acoustic wall.***

[8] Soundproofing Co. (2019). ***Understanding STC and STC Ratings | Soundproofing Co.***. [online] Available at: https://www.soundproofingcompany.com/soundproofing_101/understanding-stc-and-stc-ratings [Accessed 19 Nov. 2019].

[9] ปิยะ พละคช. (2017). ***คลื่นกล (Mechanical wave)***. [online] ระบบคลังความรู้ SciMath. Available at: https://www.scimath.org/lesson-physics/item/6975-mechanical-wave [Accessed 26 Jan. 2020].

[10] กรมควบคุมมลพิษ. (n.d.). ***ระบบจัดการมลภาวะทางเสียง***. [online] Available at: http://www.coe.or.th/http_public/download/Articles/ENV/CH7.pdf [Accessed 14 Sep. 2019].

[11] สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. (2006). ***"การตรวจวัดเสียงดัง (Noise measurement)"***. [online] Available at: http://hm.measure1.co.th/Knowledge/practice_noise.pdf [Accessed 26 Jan. 2020].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดลองเบื้องต้นครั้งที่ 1

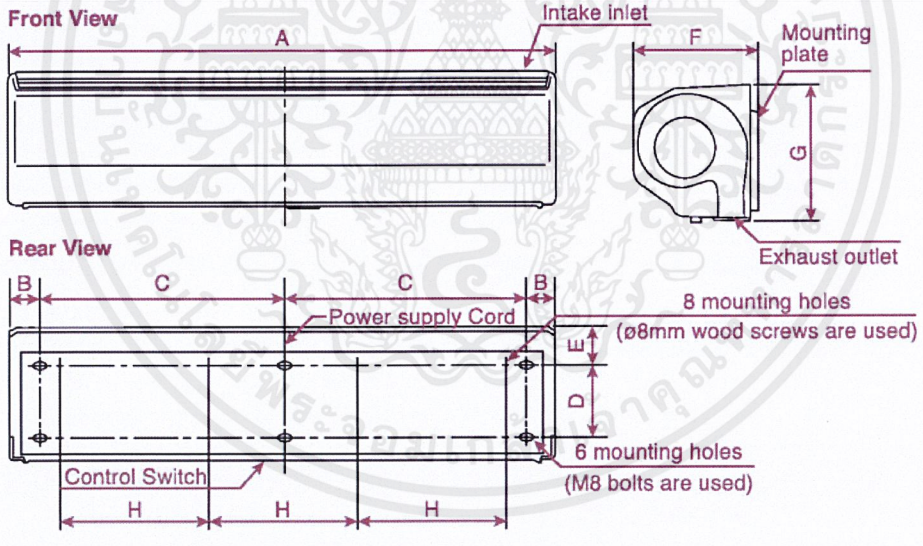
บทนำ

วัตถุประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อการหาความเร็วลมที่เปลี่ยนไปของม่านอากาศ โดยสถานที่การทดสอบคือ โลตัส เอ็กซ์เพลส สาขา ลาดพร้าว 124

อุปกรณ์

1. ตลับเมตร
2. เครื่องวัดแบบเลเซอร์
3. ม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN
4. เครื่องวัดความเร็วลม Tenmars รุ่น TM-411~ TM-414

Panasonic รุ่น FY-10ELN



ภาพที่ ก.1 ขนาดของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN

ขนาด

หน่วย : มิลลิเมตร

ตารางที่ ก.1 ขนาดของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN

Model No.	A	B	C	D	E	F	G	H
FY-10ELN	1200	200	400	120	63	205	226	250

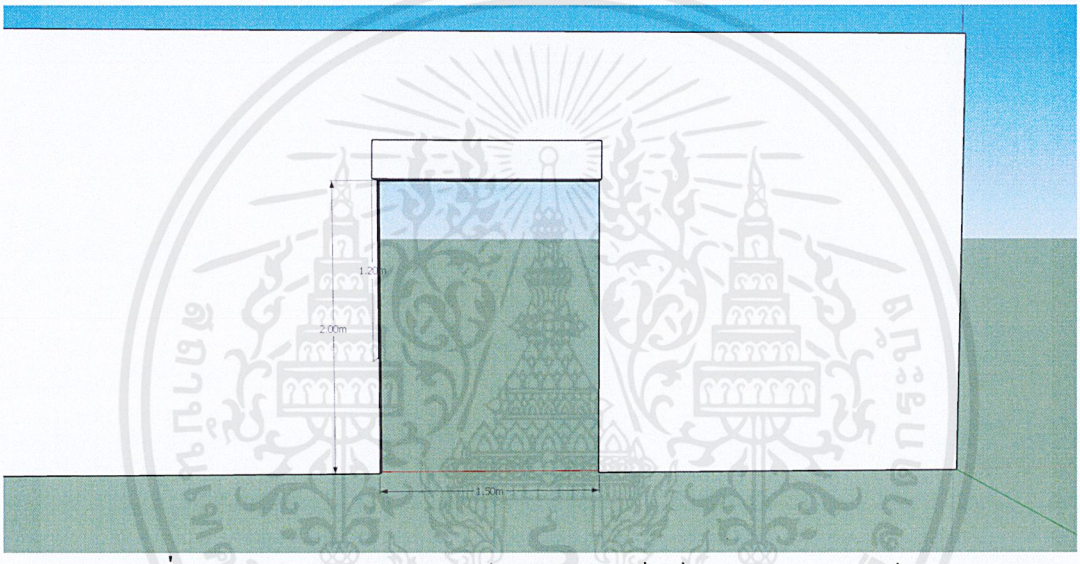
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ

ตารางที่ ก.2 คุณสมบัติของม่านอากาศ Panasonic รุ่น FY-10ELN

Model No.	Hz	*	Consumption [W]	Air Volume [CMH]	Air Volume [CFM]	Current [A]	Outlet Velocity [m/s]	Noise [db(A)]	Weight [kg]
FY-10ELN	50	Hi	96	1,000	589	0.54	13.1	46	14
		Lo	74	830	489	0.33	11	42	
	60	Hi	116	1,500	677	0.56	15.1	50	
		Lo	85	790	465	0.41	10.5	41	

ภาพจำลองสถานที่การทดลอง



ภาพที่ ก.2 แบบจำลองประตูทางเข้าของโลตัส เอ็กซ์เพลส สาขา ลาดพร้าว 124

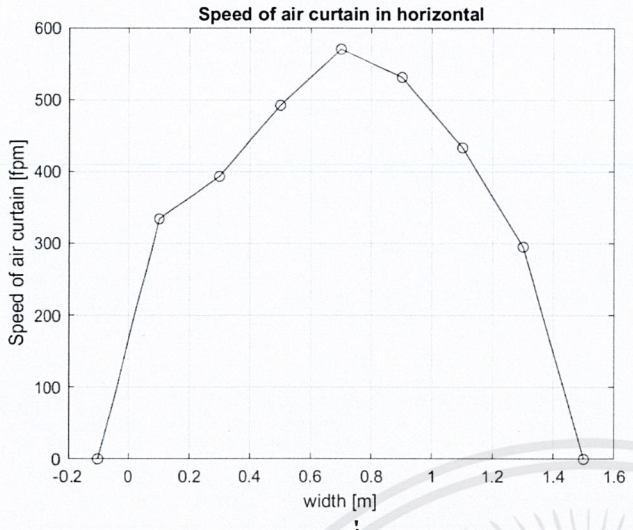
วิธีการทดลอง

1. วัดขนาดของประตูทางเข้าของโลตัส เอ็กซ์เพลส สาขา ลาดพร้าว 124
2. ที่ความสูงที่ห่างจากม่านอากาศ ~ 5 เซนติเมตร วัดความเร็วลมตามแนวนอน และจดบันทึก
3. ที่ตำแหน่งตรงกลางของม่านอากาศวัดความเร็วลมตามแนวตั้งโดยวัดทุก 20 เซนติเมตร จนถึงระยะห่างจากม่านอากาศ 1.2 เมตร และจดบันทึก
4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

ผลการทดลอง

1. แนวนอน (ระยะที่ห่างจากขอบประตูด้านซ้าย ที่ระยะห่างจากม่านอากาศ 0 เมตร)

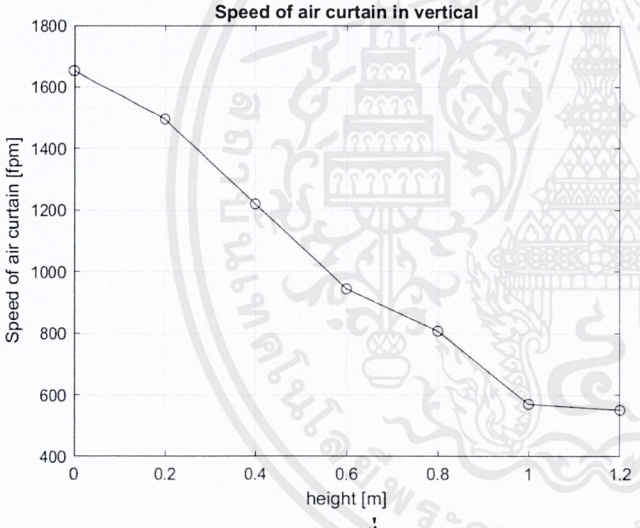
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Width [m]	Speed [fpm]
1.5	0
1.3	295
1.1	433
0.9	531
0.7	570
0.5	492
0.3	393
0.1	334
-0.1	0

ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงความเร็วลมที่เปลี่ยนไปตามแกนนอน

2. แนวตั้ง (ระยะที่ห่างจากม่านอากาศ 0.6 เมตร)



Height [m]	Speed [fpm]
0	1653
0.2	1496
0.4	1220
0.6	944
0.8	807
1	570
1.2	551

ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงความเร็วลมที่เปลี่ยนไปตามแกนตั้ง

สรุปผลการทดลอง

จากกราฟสามารถสรุปได้ว่าม่านอากาศจะมีความเร็วสูงสุดที่ระยะห่างจากม่านอากาศน้อยที่สุด และจากการสังเกตพบว่าการวัดตามแนวนอนที่ได้ค่าต่างจากแนวตั้งที่ตำแหน่ง 0 เมตร เนื่องจากช่องตะแกรงของม่านอากาศตรงกับตำแหน่งที่วัดทำให้ได้ค่าความเร็วลมน้อยกว่าที่ตำแหน่งที่ไม่ติดช่องตระแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดลองเบื้องต้นครั้งที่ 2

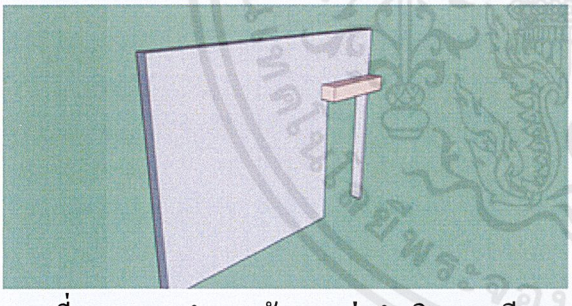
บทนำ

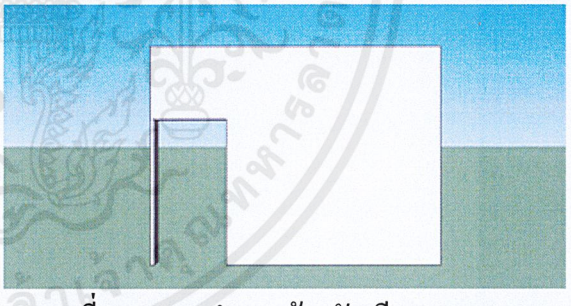
วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อทดสอบว่างานวิจัย *"Invisible acoustic wall"* ไม่สามารถลดทอนเสียงได้ เมื่อใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานในการทดลอง โดยสถานที่การทดสอบคือ Factory Classroom คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อุปกรณ์

1. Sound level meter NTi audio รุ่น XL2
2. Omni-directional speaker 01dB รุ่น LS03 รุ่น
3. เครื่องวัดความเร็วลม Tenmars รุ่น TM-411~ TM-414
4. Hearing protection headphone
5. ม่านอากาศ รุ่น FM-4012-L
6. ตลับเมตร

วิธีการทดลอง





ภาพที่ ข.1 ภาพจำลองห้องแหล่งกำเนิดของเสียง (source) ภาพที่ ข.2 ภาพจำลองห้องรับเสียง(Receiving)

1. กำหนด coordinate ที่จะใช้ในการวัดความเร็วลมและการลดทอนของเสียงรบกวน
2. วัดความเร็วลมตามแกนที่กำหนด
3. ปิดม่านอากาศและลำโพงเพื่อที่จะวัด Background noise
4. กำหนดตำแหน่งของลำโพง
5. เปิดม่านอากาศและลำโพงเพื่อใช้ในการวัดความดังของแหล่งกำเนิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

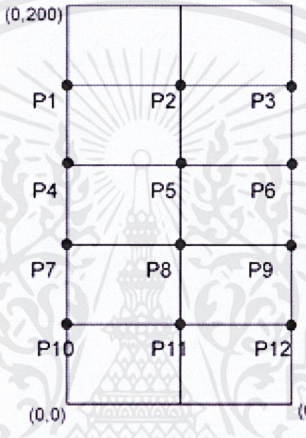
วิธีการทดลอง (ต่อ)

6. วัดเสียงตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้
7. วิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลอง

1. **การกำหนดจุดที่วัด**

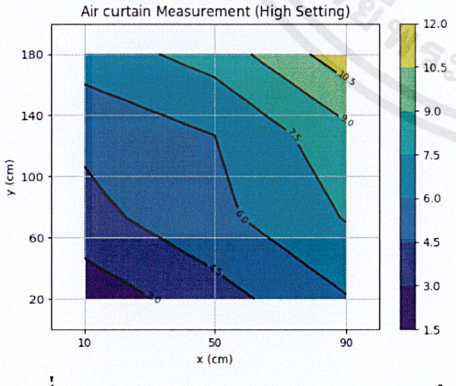
จากการทดสอบเบื้องต้นก่อนหน้าเราจึงใช้ 15 จุดในการวัด โดยที่ขนาดของประตูที่ได้จากการวัด คือ กว้าง 1 เมตร และสูง 2 เมตร



ภาพที่ ข.3 แสดงตำแหน่งจุดที่ใช้ในการวัด

2. **การวัดความเร็วลม**

2.1 High setting



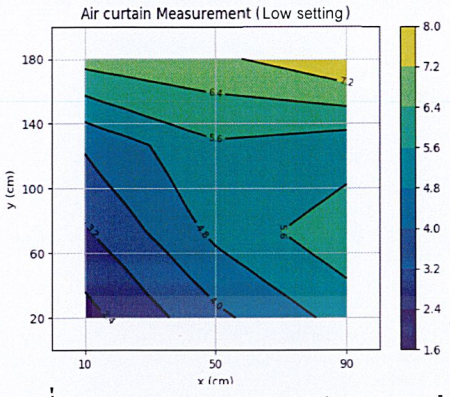
ตารางที่ ข.1 แสดงความเร็วลมของช่องว่างที่วัดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ (High setting)

Position	X = 10	X = 50	X = 90
Y = 140	6.7 m/s	8.1 m/s	11.4 m/s
Y = 100	4.8 m/s	6.0 m/s	8.5 m/s
Y = 60	4.0 m/s	5.6 m/s	7.6 m/s
Y = 20	2.0 m/s	3.9 m/s	5.9 m/s

ภาพที่ ข.4 กราฟแสดงความเร็วลมของช่องว่าง (High setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Low setting



ภาพที่ ข.5 กราฟแสดงความเร็วลมของช่องว่าง (Low setting)

ตารางที่ ข.2 แสดงความเร็วลมของช่องว่างที่วัดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

(Low setting)

Position	X = 10	X = 50	X = 90
Y = 140	6.7 m/s	7.0 m/s	8.0 m/s
Y = 100	4.1 m/s	5.5 m/s	5.1 m/s
Y = 60	3.1 m/s	5.0 m/s	6.2 m/s
Y = 20	2.1 m/s	3.8 m/s	5.1 m/s

3. การวัดเสียง

3.1 Background noise

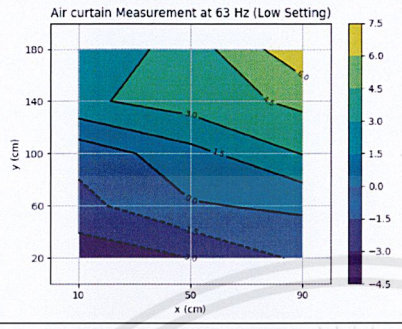
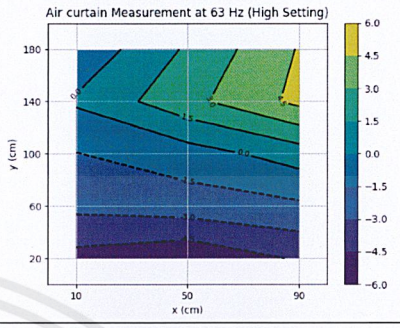
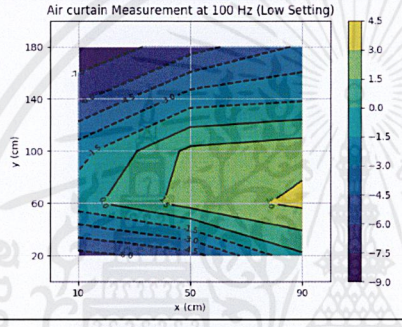
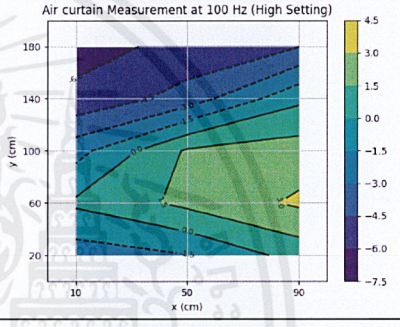
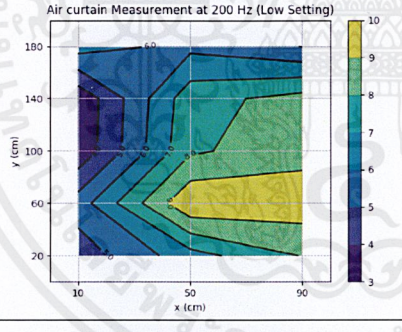
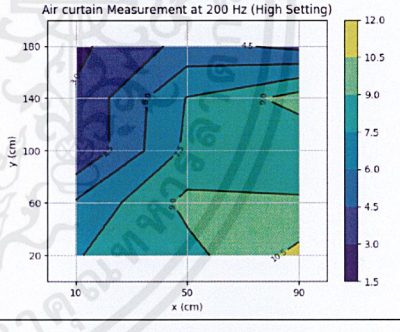
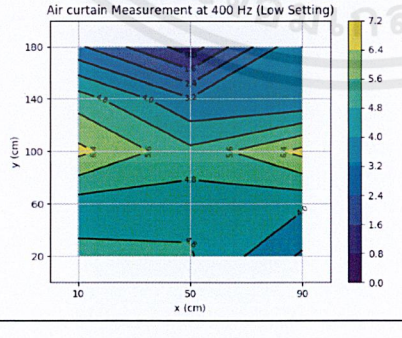
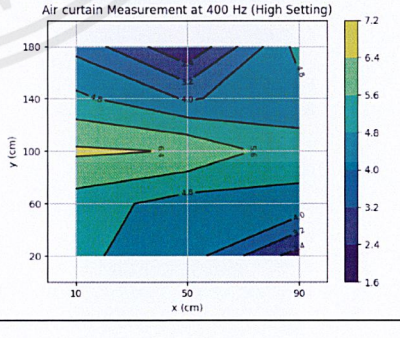
ตารางที่ ข.3 ระดับความดังของ Background ที่วัด

Band [Hz]	Background [dB]	SPL [dB]
63	38.5	54.3
80	41.8	55.7
100	43	65
125	41.1	74.5
160	38.5	80.3
200	38.7	83.5
250	37.5	87.2
315	37.8	85
400	34.7	86.1
500	36.4	88.3
630	37.3	87.7
800	38.4	83.9
1000	37.4	85.4
1250	34.8	82.1
1600	34.7	88.8
2000	36.3	89.9
2500	38.7	88
3150	36.5	86.4
4000	36.5	85.2
5000	32.7	84.1
6300	31.5	84.5
8000	29.9	76
10000	28.2	73.6
12500	26.1	68.2
16000	20.1	63.3
20000	14.5	52.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

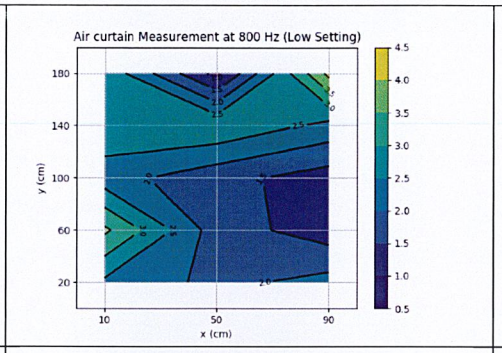
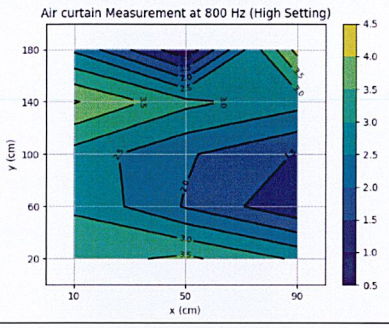
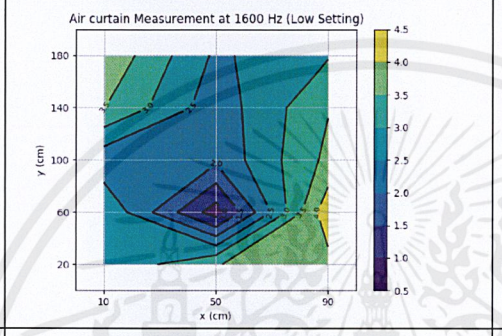
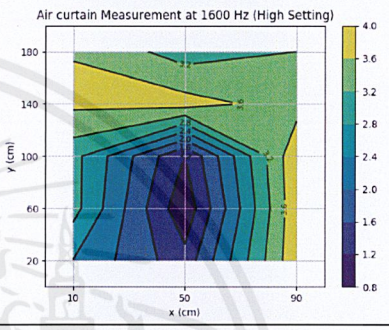
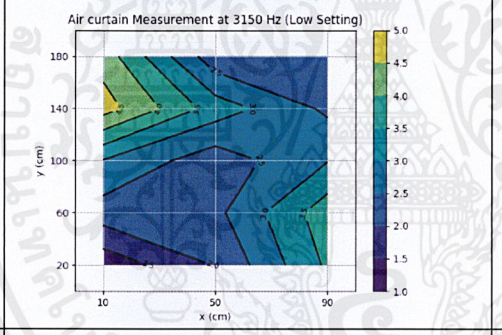
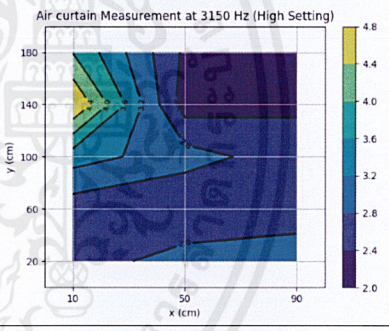
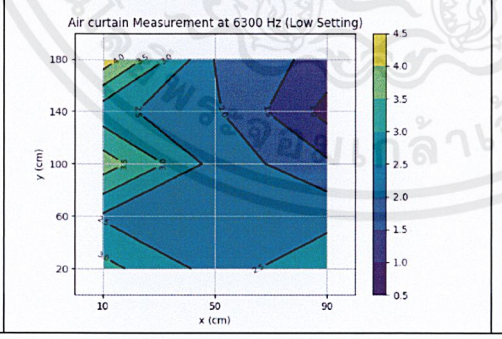
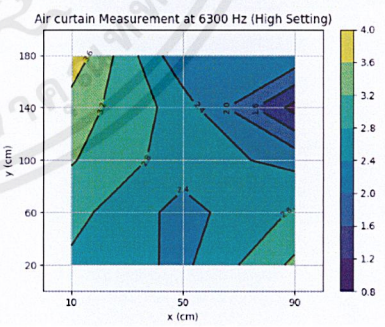
3.2 การลดทอนของเสียงรบกวน

ตารางที่ ข.4 การลดทอนของเสียงรบกวนที่วัดในแต่ละความถี่

ความถี่	Low Setting	High Setting
63 Hz		
100 Hz		
200 Hz		
400 Hz		

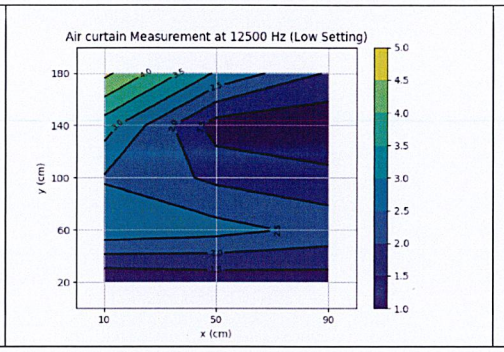
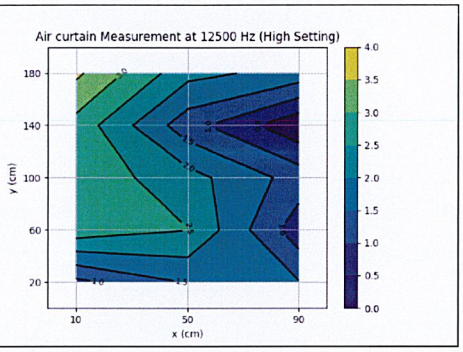
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การลดทอนของเสียงรบกวนที่วัดในแต่ละความถี่ (ต่อ)

800 Hz		
1600 Hz		
3150 Hz		
6300 Hz		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การลดทอนของเสียงรบกวนที่วัดในแต่ละความถี่ (ต่อ)

12500 Hz		

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบพบว่าความเร็วลมของม่านอากาศนั้นไม่คงที่และไม่สามารถควบคุมปัจจัยภายนอกได้ เช่น เสียงรบกวนจากเครื่องบิน ซึ่งส่งผลต่อความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงในการวัด Background noise พบว่าความถี่ต่ำมีความแตกต่างค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความถี่สูง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการผันผวนของการลดทอนของเสียงรบกวนได้

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบพบว่าม่านอากาศสามารถลดทอนเสียงรบกวนได้ โดยสามารถลดทอนเสียงรบกวนได้ที่ความถี่ต่ำมากกว่าการลดทอนเสียงรบกวนที่ความถี่สูง ซึ่งสอบคล้องกับงานวิจัย *"Invisible acoustic wall"* ซึ่งการลดทอนของเสียงรบกวนอาจจะเกิดจากปัจจัยภายนอก

ดังนั้นการทดสอบควรทดสอบในห้องปฏิบัติและควบคุมขนาดของช่องว่างให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อลดการผันผวนของความเร็วลม เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่มีอยู่ช่องว่างที่ใช้ในการทดสอบควรมีขนาดกว้าง 7 เซนติเมตรและสูง 3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดลองเบื้องต้นครั้งที่ 3

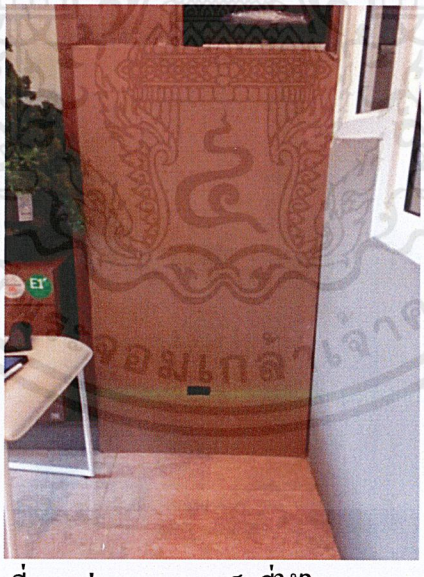
บทนำ

วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อตรวจสอบช่วงความเร็วลมที่เปลี่ยนไปตามระยะทางระหว่างช่องว่างและแหล่งกำเนิดของลม เนื่องจากไม่สามารถควบคุมความเร็วลมให้คงที่ได้ ที่จะเป็นข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์

1. แผ่นกระดาษแข็ง
2. ตลับเมตร
3. ไม้บรรทัด
4. ปากกา
5. คัดเตอร์
6. เครื่องวัดความเร็วลม Termars รุ่น TM-441 ~ TM-414
7. ไดร์เป่าผม Lesasha รุ่น Airmax 8000 tornado

วิธีการทดลอง



ภาพที่ 2 แผ่นกระดาษแข็งที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง (ต่อ)

1. เตรียมแผ่นกระดาษแข็งที่มีช่องว่างขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร
2. วัดและขีดเส้นที่ระยะห่างจากช่องว่าง 5,10,15 จนถึง 90 เซนติเมตร
3. วางแผ่นกระดาษแข็งให้ติดกับชั้นวางของ
4. เปิดไดร์เป่าผมและทำการวัดลมที่ตำแหน่งที่กำหนด ทำซ้ำจำนวน 2 ครั้ง
5. วิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลอง

ตารางที่ ค.1 ช่วงความเร็วลมในแต่ละระยะระหว่างช่องว่างและแหล่งกำเนิดลม

ระยะห่างจากช่องว่าง	การวัดครั้งที่ 1	การวัดครั้งที่ 2	สรุป
5 ซม.	13.5 – 13.0 m/s	13.5 – 12.9 m/s	13.5 – 12.9 m/s
10 ซม.	13.0 – 12.2 m/s	12.9 – 12.7 m/s	12.9 – 12.2 m/s
15 ซม.	12.2 – 11.6 m/s	12.7 – 11.8 m/s	12.2 – 11.6 m/s
20 ซม.	11.6 – 10.4 m/s	11.8 – 9.9 m/s	11.6 – 9.9 m/s
25 ซม.	10.4 – 9.0 m/s	9.9 – 9.4 m/s	9.9 – 9.0 m/s
30 ซม.	9.0 – 8.5 m/s	9.4 – 8.1 m/s	9.0 – 8.1 m/s
35 ซม.	8.5 – 7.6 m/s	8.1 – 7.0 m/s	8.1 – 7.0 m/s
40 ซม.	7.6 – 6.9 m/s	7.0 – 6.8 m/s	7.0 – 6.8 m/s
45 ซม.	6.9 – 6.2 m/s	6.8 – 6.0 m/s	6.8 – 6.0 m/s
50 ซม.	6.2 – 5.7 m/s	6.0 – 5.5 m/s	6.0 – 5.5 m/s
55 ซม.	5.7 – 4.8 m/s	5.5 – 5.1 m/s	5.5 – 5.1 m/s
60 ซม.	4.8 – 4.6 m/s	5.1 – 4.6 m/s	5.1 – 4.6 m/s
65 ซม.	4.6 – 4.4 m/s	4.6 – 4.3 m/s	4.6 – 4.3 m/s
70 ซม.	4.4 – 4.0 m/s	4.3 – 3.9 m/s	4.3 – 3.9 m/s
75 ซม.	4.0 – 3.6 m/s	3.9 – 3.6 m/s	3.9 – 3.6 m/s
80 ซม.	3.6 – 3.4 m/s	3.6 – 3.5 m/s	3.6 – 3.5 m/s
85 ซม.	3.4 – 3.2 m/s	3.5 – 3.4 m/s	3.45– 3.3 m/s
90 ซม.	3.2 – 2.9 m/s	3.4 – 3.3 m/s	3.4 – 2.9 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการวัดความเร็วลมตามตำแน่งที่กำหนดขึ้น ทำให้ได้ช่วงความเร็วลมในตำแหน่งต่างๆที่สามารถนำไปใช้เป็นช่วงความเร็วที่ใช้อ้างอิงในการทดลอง

เนื่องจากการทดลองนี้วัดความเร็วลมในหน่วย เมตร/วินาที ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ละเอียด เพราะฉนั้นในการทดลองควรวัดในหน่วย ฟุต/นาที เพื่อเห็นความแตกต่างของความเร็วของม่านลมได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวณัชชา วงศ์วรพฤกษ์

วัน เดือน ปีเกิด : 5 มีนาคม พ.ศ.2541

ภูมิลำเนา : 217(445/5) ศูนย์กสรค้าวรรัตน์ ถนนจันทน์ 16
เขตสาทร แขวงทุ่งวัดดอน กรุงเทพมหานคร

อีเมลล์ : mjjx53@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร
: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร
: ระดับปริญญาตรี
ภาคดนตรีและสื่อประสม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน : มิถุนายน – กรกฎาคม พ.ศ.2562
นักศึกษาฝึกงาน แผนก Acoustics
บริษัท แอทคริสต์ จำกัด
: สิงหาคม – พฤศจิกายน พ.ศ.2562
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Acoustics
บริษัท แอทคริสต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้