การสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์

Acoustic Property Survey at Calvary Church

นายพงศ์ภัค สวัสดิกำธร

นายรวิชญ์ ทิศหล้า

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์

Thesis Title Acoustic Property Survey at Calvary Church

นักศึกษา นายพงศ์ภัค สวัสดิกำธร นายรวิชญ์ ทิศหล้า

รหัสประจำตัว 58010816, 58011043

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์

นักศึกษา นายพงศ์ภัค สวัสดิกำธร

นายรวิชญ์ ทิศหล้า

รหัสประจำตัว 58010816

58011043

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา

อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติกของโบสถ์แม่พระลูกประคำ(กาลหว่าร์) โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาความไม่ชัดเจนของเสียงที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารโบสถ์การสำรวจอคูสติกของอาคารโบสถ์ ดำเนินการโดยการวัดเสียงเพื่อหาค่าเวลาสะท้อนของเสียง (RT60) และค่าดัชณีการส่งผ่านเสียงพูด (STI) ตำแหน่งการวัดเสียงเพื่อหาค่าดังกล่าวนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 45 ตำแหน่ง ตามตำแหน่งการรับเสียงในสถานการณ์จริง วิธีการวัดเสียงจะทำโดยการเก็บข้อมูลในรูปแบบการจำลองการเกิดเสียงจริง 3 รูปแบบ คือ 1)แหล่งกำเนิดเสียงจากตำแหน่งพระสงห์ที่ยืนกลางพระแท่นบูชา 2) แหล่งกำเนิดเสียงจากนักร้องบริเวณชั้น 2 ของอาคารโบสถ์ 3)แหล่งกำเนิดเสียงจากลำโพงระบบเสียงของโบสถ์ เมื่อได้ค่า RT60 และ STI จากการจำลองแหล่งกำเนิดเสียงจริงทั้ง 3 แบบแล้วขั้นตอนต่อไปเราจะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่า RT60 และ STI ของอาคารโบสถ์ที่วัดได้กับค่ามาตรฐานพร้อมทั้งสรุปผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงอคูสติกให้กับโบสถ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์

Thesis Title Acoustic Property Survey at Calvary Church

นักศึกษา นายพงศ์ภัค สวัสดิกำธร นายรวิชญ์ ทิศหล้า

รหัสประจำตัว 58010816, 58011043

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์

นักศึกษา นายพงศ์ภัค สวัสดิกำธร

นายรวิชญ์ ทิศหล้า

รหัสประจำตัว 58010816

58011043

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา

อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติกของโบสถ์แม่พระลูกประคำ(กาลหว่าร์) โดยมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาความไม่ชัดเจนของเสียงที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารโบสถ์การสำรวจอคูสติกของอาคารโบสถ์ ดำเนินการโดยการวัดเสียงเพื่อหาค่าเวลาสะท้อนของเสียง (RT60) และค่าดัชณีการส่งผ่านเสียงพูด (STI) ตำแหน่งการวัดเสียงเพื่อหาค่าดังกล่าวนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 45 ตำแหน่ง ตามตำแหน่งการรับเสียงในสถานการณ์จริง วิธีการวัดเสียงจะทำโดยการเก็บข้อมูลในรูปแบบการจำลองการเกิดเสียงจริง 3 รูปแบบ คือ 1)แหล่งกำเนิดเสียงจากตำแหน่งพระสงห์ที่ยืนกลางพระแท่นบูชา 2) แหล่งกำเนิดเสียงจากนักร้องบริเวณชั้น 2 ของอาคารโบสถ์ 3)แหล่งกำเนิดเสียงจากลำโพงระบบเสียงของโบสถ์ เมื่อได้ค่า RT60 และ STI จากการจำลองแหล่งกำเนิดเสียงจริงทั้ง 3 แบบแล้วขั้นตอนต่อไปเราจะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่า RT60 และ STI ของอาคารโบสถ์ที่วัดได้กับค่ามาตรฐานพร้อมทั้งสรุปผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงอคูสติกให้กับโบสถ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Acoustic Property Survey at Calvary Church
Student	Pongpak Sawatdikumthon
	Rawit Tidla
Student ID.	58010816
	58011043
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Music Engineering and Multimedia
Year	2018
Thesis Advisor	Phonlasit Thinnakorn na Ayuthaya
	Kajornsak Kittimathaveenan

Abstract

This project is about acoustical survey at the Calvary Church. The purposes of this project are to analyze the acoustical parameters and to find the solution guidelines to improve the clarity of sound in the church. The analysis will be done by collecting the data from the measurement of Reverberation time (RT60) and Sound Transmission Index (STI). The measurement will be separated into 45 points related to the exactly seating position of the chairs and will be repeated the measurement up to 3 scenarios;

1) sound source from the center of sanctuary area 2) sound source from choir area 3) sound source from PA system. The data from the measurement will be compared with the standard RT60 and STI as a reference. The analysis will be summarized for finding the solution guideline for improving the clarity of sound of the church.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์ (Acoustic Property Survey at Calvary Church) เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาชั้นปริญญาตรี โดยปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน ได้แก่ อาจารย์พลสิทธิ์ ทินกร ณ อยุธยา และ อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์ ผู้สนับสนุนทั้งการอนุเคราะห์อุปกรณ์ สถานที่ปฏิบัติงาน ตลอดทั้งการให้คำปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้จัดทำจึงขอกราบของพระคุณอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่ออดิศักดิ์ กิจบุญชูที่อนุเคราะห์สถานที่ ให้ข้าพเจ้าได้เข้าไปปฏิบัติโครงงานสำรวจภายในโบสถ์ อีกทั้งยังคอยให้ความช่วยเหลือแก่พวกข้าพเจ้าตลอดการสำรวจ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา สาขาดนตรีและสื่อประสม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่คอยให้ความสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในด้านต่างๆตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านผู้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ได้นำไปศึกษาหรือต่อยอดในด้านใดด้านนึง

พงศ์ภัค สวัสดิกำธร และ รวิชญ์ ทิศหล้า

ผู้จัดทำรายงาน

10 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองวิทยานิพนธ์ i

บทคัดย่อ ii

Abstract iii

กิตติกรรมประกาศ iv

สารบัญ v

สารบัญตาราง vii

สารบัญรูป viii

สารบัญรูป(ต่อ) ix

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1

1.2 ขอบเขตของการทำงาน 1

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ค่าระยะเวลาความก้องสะท้อน (Reverberation Time : RT60) 3

2.2 ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level : SPL) 3

2.3 ค่าดัชนีการส่งผ่านของเสียงพูด (Speech Transmission Index : STI) 4

2.4 ช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน 5

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 8

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 8

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 9
3.4 การวิเคราะห์และศึกษาข้อมูล 10
3.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 11
3.6 สร้างแบบจำลอง 11
3.7 การปฏิบัติงานด้านเทคนิค 12
บทที่ 4 ผลการวิจัย 14
4.1 ตัวอย่างค่า SPL และ RT60 ที่ได้จากโปรแกรม REW 14
4.2 ผลการสำรวจทางอะคูสติกของโบสถ์ 30
บทที่ 5 ผลการทดลอง 33
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 35
5.1 สรุปผลการทดลอง 35
5.2 ข้อเสนอแนะ 35
บรรณานุกรม 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.3.1 ตารางแสดงค่าดัชนีมาตรฐานของการส่งผ่านเสียงพูด.....4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.5 ประเภทของ room mode ทั้ง 3 แบบ.....7
รูปที่ 3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการวัดเสียง.....9
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....10
รูปที่ 3.3 รูปจำลองการตั้งไมค์วัดเสียง.....11
รูปที่ 3.4 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์(ตำแหน่ง sanctuary).....12
รูปที่ 3.5 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony).....13
รูปที่ 3.6 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System).....13
รูปที่ 4.1.1.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,5) 1st scenario.....15
รูปที่ 4.1.1.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,1) 1st scenario.....16
รูปที่ 4.1.1.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,5) 1st scenario.....16
รูปที่ 4.1.1.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,3) 1st scenario.....17
รูปที่ 4.1.1.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,3) 1st scenario.....17
รูปที่ 4.1.1.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,4) 1st scenario.....18
รูปที่ 4.1.1.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,2) 1st scenario.....18
รูปที่ 4.1.1.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,3) 1st scenario.....19
รูปที่ 4.1.1.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,4) 1st scenario.....19
รูปที่ 4.1.1.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,4) 1st scenario.....20
รูปที่ 4.1.2.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,2) 2nd scenario.....20
รูปที่ 4.1.2.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,2) 2nd scenario.....21
รูปที่ 4.1.2.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,4) 2nd scenario.....21
รูปที่ 4.1.2.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,5) 2nd scenario.....22
รูปที่ 4.1.2.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,1) 2nd scenario.....22
รูปที่ 4.1.2.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,3) 2nd scenario.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.1.2.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,5) 2nd scenario 23
รูปที่ 4.1.2.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,2) 2nd scenario 24
รูปที่ 4.1.2.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,1) 2nd scenario 24
รูปที่ 4.1.2.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,5) 2nd scenario 25
รูปที่ 4.1.3.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,3) 3rd scenario 25
รูปที่ 4.1.3.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,2) 3rd scenario 26
รูปที่ 4.1.3.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,3) 3rd scenario 26
รูปที่ 4.1.3.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,1) 3rd scenario 27
รูปที่ 4.1.3.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,5) 3rd scenario 27
รูปที่ 4.1.3.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,2) 3rd scenario 28
รูปที่ 4.1.3.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,3) 3rd scenario 28
รูปที่ 4.1.3.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,3) 3rd scenario 29
รูปที่ 4.1.3.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,4) 3rd scenario 29
รูปที่ 4.1.3.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,2) 3rd scenario 30
รูปที่ 4.2.1.1 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์(ตำแหน่ง sanctuary).....30
รูปที่ 4.2.1.2 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony).....31
รูปที่ 4.2.1.3 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System).....31
รูปที่ 4.2.2.1 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากตำแหน่งพระสงฆ์ที่ยืนกลางพระแท่นบูชา.....32
รูปที่ 4.2.2.2 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony).....32
รูปที่ 4.2.2.3 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System).....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติกเป็นสิ่งที่หลาย ๆ คนมองข้าม บางคนอาจจะมองว่าแค่ได้ยินก็เพียงพอ แต่จริงๆแล้วการรับฟังข้อมูลข่าวสารให้ชัดเจนนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ยิ่งเป็นในโบสถ์ซึ่งสภาพความก้องสะท้อนนั้นมีมากอยู่แล้ว การแก้ไขปัญหาทางอะคูสติกจึงจำเป็นมากเช่นกัน โดยการจะแก้ไขปัญหานั้นต้องรับรู้ถึงจุดที่เกิดความบกพร่องผิดปกติของเสียง จึงได้มีการเข้าไปสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

1.1 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.1.1 เรียนรู้และศึกษาวิธีการสำรวจคุณสมบัติทางอะคูสติก

1.1.2 นำข้อมูลที่ได้มาไปใช้ในการแก้ปัญหาทางอะคูสติกและปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของเสียง

1.1.3 วิเคราะห์ตำแหน่งที่มีปัญหาทางเสียงและวิธีการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของเสียง

1.2 ขอบเขตของการทำงาน

1.2.1 ทำการเก็บข้อมูลทางอะคูสติกในแต่ละสถานการณ์

1.2.2 ทำการปล่อยความถี่ 20-20kHz และใช้ไมค์วัดค่าทุก ๆ 2.5 ตารางเมตร ทั่วทั้งโบสถ์

1.2.3 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปหาแนวทางการแก้ไขทางอะคูสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 **ขั้นตอนการดำเนินงาน**

1.3.2 ศึกษาหลักการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางอะคูสติก

1.3.2 ศึกษาทฤษฎีการตรวจวัดมาตรฐานทางอะคูสติกและศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดทางอะคูสติก

1.3.3เข้าไปสถานที่จริงเพื่อสำรวจและวางแผนดำเนินการสำรวจคุณลักษณะทางอะคูสติก

1.3.4 เก็บข้อมูลที่ได้มาไปใช้วิเคราะห์เพื่อออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาทางอะคูสติก

1.4 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

รับรู้ถึงตำแหน่งที่เกิดปัญหาทางอะคูสติกภายในโบสถ์และสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจโบสถ์เพื่อวัดค่าระยะเวลาความก้องสะท้อน (Reverberation Time : RT60) และ ค่าดัชนีการส่งผ่านของเสียงพูด (Speech Transmission Index : STI) โดยทั้ง 2 ค่านี้จะเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของเสียงภายในโบสถ์ ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการแก้ไขอะคูสติกในขั้นตอนถัดไป

2.1 ค่าระยะเวลาความก้องสะท้อน (Reverberation Time : RT60)

คือ เวลาการลดลงของเสียงเมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว เป็นการวัดค่าเวลาที่เสียงลดลง 60 dB เมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว ในห้องที่มีค่า RT60 น้อยการรับฟังเสียงในห้องนั้นจะชัดเจนขึ้น เนื่องจากไม่โดนรบกวนจากเสียงสะท้อนภายในห้อง แต่ถ้าค่า RT60 มากไป ก็จะได้ยิน เสียงสะท้อนมากจนอาจจะฟังดนตรีหรือการบรรยายไม่รู้เรื่อง ผู้ออกแบบระบบอะคูสติกควร คำนึงถึงค่าอะคูสติกของพื้นที่เสมอ ระยะเวลาความก้องสะท้อน ภายในห้องควรจะเหมือนกันทุกพื้นที่ของผู้ฟังทั่วทั้งพื้นที่ ไม่ว่าแหล่งกำเนิดเสียงจะอยู่ส่วนใดก็ตามและ ต้องมีค่าที่พอเหมาะ ระดับความชัดเจนของการได้ยินภาษา (Speech Intelligibility) ภายในพื้นที่ ส่วนหนึ่ง จะเกิดจากระยะเวลาความก้องสะท้อน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาตรของห้องและการดูดซับของเสียงของวัสดุผนัง กำแพง พื้น เพดาน เฟอร์นิเจอร์ รวมทั้งผู้คนที่อยู่ภายในพื้นที่นั้น ๆ

2.2 ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level : SPL)

คือ การวัดความดังเสียงในห้อง โดยกำหนด Lp(Sound Pressure level) =20 log Pi/P0 มีหน่วยเป็น dB ค่า SPL เป็นค่าที่สำคัญที่ใช้วัดระดับความดังของเสียงในห้อง การวัดค่า SPL จะทำการวัดหลาย ๆ จุด ในห้อง โดยมีแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่งจุด ค่าที่วัดได้จะลดลงตามระยะทาง จากจุดวัดถึงแหล่งกำเนิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 **ค่าดัชนีการส่งผ่านของเสียงพูด** (Speech Transmission Index : STI)

ดัชนีการส่งผ่านของเสียงพูดนั้นจะมีค่าดัชนีตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งบ่งบอกระดับที่ช่องสัญญาณการส่งผ่านลดระดับความเข้าใจคำพูด คำพูดที่เข้าใจได้อย่างสมบูรณ์แบบเมื่อถ่ายโอนผ่านช่องทางที่มี STI ที่เกี่ยวข้อง 1 จะยังคงเข้าใจได้อย่างสมบูรณ์ ยิ่งค่า STI ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ยิ่งมีข้อมูลสูญหายมากเท่าใด มีการให้คะแนนที่เป็นมาตรฐานซึ่งเชื่อมโยงบางช่วงของ STI กับความเข้าใจที่มีประสบการณ์ ความสัมพันธ์ระหว่าง STI และการทดสอบความเข้าใจอัตนัยต่างๆ (เช่น CVC wordcore และรายการคำที่มีการออกเสียงอย่างสมดุล) ก็เป็นที่ยอมรับเช่นกัน ความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงในตารางด้านล่าง

STI value	Quality according to IEC 60268-16	Intelligibility of syllables in %	Intelligibility of words in %	Intelligibility of sentences in %
0 – 0.3	Bad	0 – 34	0 – 67	0 – 89
0.3 – 0.45	Poor	34 – 48	67 – 78	89 – 92
0.45 – 0.6	Fair	48 – 67	78 – 87	92 – 95
0.6 – 0.75	Good	67 – 90	87 – 94	95 – 95
0.75 – 1	Excellent	90 – 96	94 – 96	96 -100

ตารางที่ 2.3.1 ตารางแสดงค่าดัชนีมาตรฐานของการส่งผ่านเสียงพูด

จากตารางแสดงค่าดัชนีมาตรฐานของการส่งผ่านเสียงพูด คือการเทียบระหว่างค่า STI ต่อหน่วย กับการได้ยินโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยจะมีเกณฑ์ทั้งหมด 3 แบบได้แก่ ค่าความชัดเจนต่อพยางค์, ค่าความชัดเจนต่อคำ และ ค่าความชัดเจนต่อประโยค จะเห็นได้ว่าค่าความชัดเจนต่อพยางค์นั้นจะมีเปอร์เซ็นต์ที่น้อยมาก เนื่องจากการพูดขึ้นมาเพียงแค่พยางค์เดียวนั้น ทำให้การจับใจความ และตีความทำได้ยาก ซึ่งต่างกับการพูดออกมาเป็นประโยค จะทำให้จับใจความได้ และตีความได้ง่ายกว่าถึงจะไม่ได้ยินชัดมาก แต่ก็พอจะมีช่วงที่จับใจความได้บ้าง โดยค่า STI ของโบสถ์ทั่ว ๆไปนั้นจะมีค่าดัชนีการส่งผ่านเสียงพูดอยู่ที่ประมาณ 0.3-0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน

โดยปกติหูคนสามารถได้ยินเสียงในช่วงความถี่ 20Hz ถึง 20,000Hz คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000Hz นั้นเรียกว่า Super-sonic ส่วนที่ต่ำกว่า 20Hz นั้นเรียกว่า Sub-sonic โดยการกำหนดช่วงความถี่(Octave) นั้นแบ่งเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นเท่าตัว จะถือว่าเป็นอีกช่วงความถี่หนึ่ง เพื่อให้เห็นชัดการเทียบช่วงความถี่มักจะเทียบกับเสียงที่เกิดขึ้นในเครื่องดนตรี

1. ย่าน Deep-Bass

   คือช่วง 20 – 40 Hz ช่วงความถี่นี้จะได้รับรู้ผ่านทางความรู้สึกเสียมากกว่า มักรับรู้ผ่านการสั่นสะเทือนเช่นเสียงระเบิดที่มี ความถี่ต่ำมากๆ

2. ย่าน Mid-Bass

   คือช่วง 40 - 80 Hz ช่วงความถี่นี้มักถูกเรียกว่า "เบสต่ำ" โดยเครื่องดนตรีที่อยู่ในช่วงความถี่นี้ได้แก่ เบส และกระเดื่อง โดยช่วงความถี่นี้จะให้ "ความรู้สึก" และ "พลัง" ในช่วงความถี่นี้จะได้ยินเสียงในระดับกลางและระดับต่ำที่เป็นฮาร์โมนิกน้อย

3. ย่าน Upper-Bass

   คือช่วง 80 – 250 Hz ย่านความถี่นี้เป็นตัวกำหนดความสมบูรณ์ ความแน่นของเสียงเครื่องดนตรี สำหรับกีต้าร์และเบสช่วง 100 Hz เป็นช่วงความถี่ที่จะเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับเนื้อเสียง แต่ถ้าเกิดมีมากเกินจะทำให้รู้สึกอึดอัด

4. ย่าน Lower Mid-Range

   คือช่วง 250 – 500 Hz ย่านความถี่นี้เน้นเสียงบรรยากาศของสตูดิโอและเพิ่มความชัดเจนให้กับเสียงเบสและเครื่องดนตรีสตริงต่ำ (Chello และ Upright Bass) ถ้าเกิดมีมากเกินอาจทำให้เครื่องดนตรีความถี่สูงมีเสียงอู้อี้และกลองความถี่มีความกระด้างแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ย่าน Mid-Range

   คือช่วง 500 – 2 kHz ย่านความถี่นี้สามารถให้ลักษณะเสียงที่เหมือนกับเครื่องทองเหลือง อีกทั้งยังครอบครุมถึงเสียงกีต้าร์ และเสียงของนักร้องโดยถ้าขาดย่านความถี่นี้จะทำให้เสียงดูแห้งและบางลงไป

6. ย่าน Upper Mid-Range

   คือช่วง 2.5 kHz – 4 kHz เป็นย่านความถี่ที่มีผลกระทบกับเครื่องดนตรีพวก percussion และเครื่องเคาะจังหวะ และมีความถี่ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องดนตรี จำพวกเครื่องเป่ากับกีต้าร์บ้าง

7. ย่าน The Presence Range

   คือช่วง 4 kHz – 6 kHz เป็นย่านความถี่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพวกเสียงร้องและเครื่องดนตรีทำนองส่วนใหญ่ให้เสียงที่ใกล้เคียงและชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าเทียบกับเสียงพูดก็จะอยู่ในช่วงที่เราเปล่งเสียงตัวเอส เป็นย่านความถี่ที่ให้ความก้องกังวาน

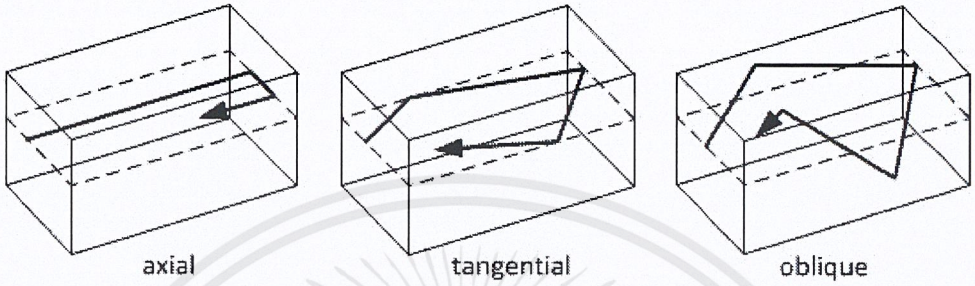
8. The Treble Range

   คือช่วง 6 kHz – 20 kHz ย่านความถี่นี้มีหน้าที่ในการให้ความสว่างและความคมชัดของเครื่องดนตรี โดยจะเป็นช่วงความถี่ที่เพิ่มบรรยากาศในการฟัง จำเป็นต้องมีบ้างเพื่อไม่ให้เสียงโดยรวมนั้นทึบเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Room mode

คือ ชุดของเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นภายในโบสถ์ เมื่อห้องนั้นมีการใช้แหล่งกำเนิดเสียง เช่น ลำโพง และเสียงเกิดการสะท้อนกับพื้นที่ผิวส่วนต่างๆของห้อง โดย mode ของห้องจะแบ่งได้เป็น 3 mode คือ axial, tangential, และ oblique



รูปที่ 2.5 ประเภทของ room mode ทั้ง 3 แบบ

โดยความถี่เสียงที่จะมีผลกระทบนั้นขึ้นอยู่กับความยาว กว้าง และสูงของโบสถ์ ซึ่ง Axial จะมี ผลมากที่สุด และมีโอกาสเกิดมากที่สุด Tangential และ Oblique มีผลน้อยกว่า แต่ก็มีโอกาสเกิด เช่นกัน Room mode มีผลกับ frequency response ทั้งแบบสูงขึ้น (boost) และต่ำลง (cut) เมื่อ คลื่น 2 คลื่นเกิดการซนกันแบบ in phase ที่ความถี่เดียวกัน จะเกิดการรวมกันหรือ boost frequency response ทำให้มนุษย์ได้ยินเสียงในความถี่นั้นดังขึ้น แต่ถ้าคลื่น 2 คลื่นชนกันแบบ out of phase ที่ความถี่เดียวกันจะเกิดการหักล้างกันหรือ cut frequency response ซึ่งจะทำให้มนุษย์ ได้ยินเสียงความถี่นั้นเบาลง การแก้ปัญหาเรื่อง mode นั้นสามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงเพื่อลดการ สะท้อนของเสียงไม่ให้เกิดการรวมกันหรือหักล้างกัน โดย Room mode นั้นมีสมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$f = \left(\frac{c}{2}\right)\sqrt{\left(\frac{p}{L}\right)^2 + \left(\frac{q}{W}\right)^2 + \left(\frac{r}{H}\right)^2}$$

f คือ ความถี่เสียง

p,q,r คือ mode ของห้อง

c คือ ความเร็วเสียง คือ 343 m/s

H คือ ความสูงของโบสถ์

L คือ ความยาวของโบสถ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยเรื่อง การสำรวจคุณสมบัติลักษณะทางอคูสติกของ วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์ โดยจะศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการวัดเสียงในโบสถ์ว่ามีอคูสติกเป็นอย่างไรและควรมีแนวทางที่จะต้องมีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมอย่างไรเพื่อให้มีความชัดเจนของเสียงอย่างไรให้มีความชัดเจนได้ยิ่งขึ้นโดยทางเราจะวัดเพื่อให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นมีอะไรบ้างซึ่งจะเห็นได้ว่าในโบสถ์ส่วนใหญ่มีค่าของความก้องสะท้อนสูงทำให้ดัชนีค่าความชัดเจนของเสียงที่ได้ยินนั้นลดลง และได้มีการศึกษาและวิเคราะห์ผลที่ได้จากหาแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้นและเพื่อช่วยให้มีการใช้งานในด้านของระบบเสียงให้ดีที่สุด

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยและหาแนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคุณภาพเสียงในโบสถ์ลักษณะทางอคูสติกของวัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์ โดยจะมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้ ศึกษาหลักการวิธีการทำให้สร้าง Multi Effect ใน รูปแบบของ Simulate software ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย

3.1.1 ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับอคูสติกในโบสถ์ต่างๆและปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับอคูสติกที่ทำให้เสียงที่ได้ไม่ได้คุณภาพโดยจะรวบรวมศึกษาข้อมูลก่อนการวัดเสียง

3.1.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เสียงในโบสถ์ไม่ได้คุณภาพได้ยินไม่ชัดเจนทำให้เกิดการสับสนในสิ่งที่ได้ยินได้

3.1.3 กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยจะมีการวัดเสียงเพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นและเพื่อช่วยให้เสถียรภาพมากขึ้น

3.1.4 ดำเนินกิจกรรมจากการศึกษาโดยจะวัดเสียงเพื่อดูปัญหาภายในโบสถ์

3.1.4.1 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับการวัดเสียงเพื่อช่วยให้สามารถดูค่าความก้องและค่าความชัดเจนได้

3.1.4.2 ออกแบบจุดที่จะวัดเสียงเพื่อให้มีพื้นที่ที่ครอบคลุม และให้มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ภายในโบสถ์ และทำให้การวัดเสียงนั้นมีค่าอย่างเต็มประสิทธิภาพมากที่สุด

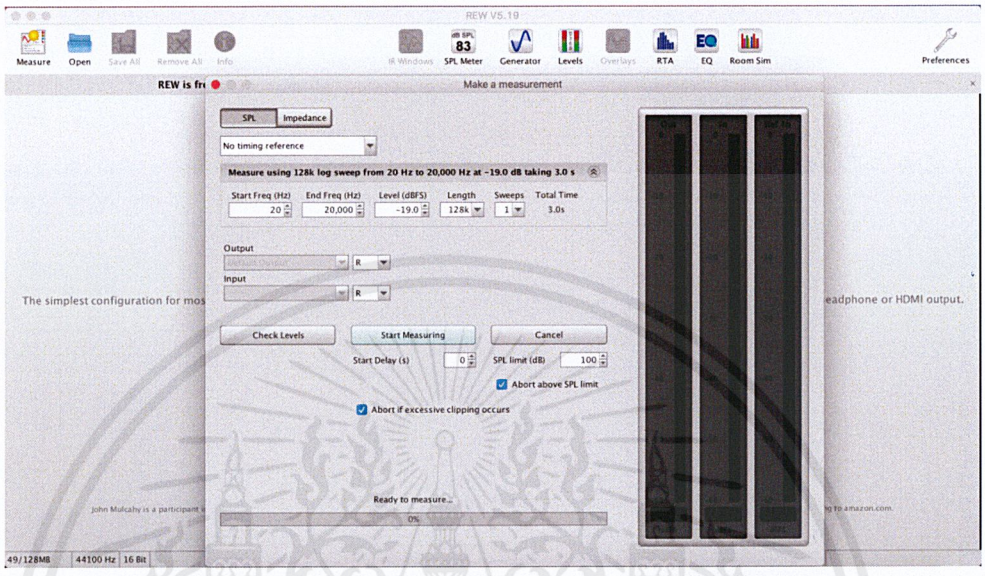
3.1.5 วัดผลโดยนำผลที่ได้มาการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของดัชนีค่าความชัดเจนของเสียงหรือ Speech Transmission Index (STI)

3.1.6 สรุปผลการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 โปรแกรม Room EQ Wizard หรือ REW



รูปที่ 3.1 โปรแกรมที่ใช้ในการวัดเสียง

3.2.2 Audio Interface ใช้เพื่อรับสัญญานอินพุตและส่งสัญญานเอาต์พุต

3.2.3 สายสัญญานต่างๆ (XLR,TRS)

3.2.4 ลำโพงขยายเสียงพร้อมขาตั้งลำโพง (Loud Speaker)

3.2.5 ไมค์วัดเสียงพร้อมขาตั้งไมค์ (Measure Microphone)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อที่จะทำให้รู้ถึงปัญหาภายในโบสถ์ที่เกิดขึ้นและเป็นการดูตัวอย่างของลักษณะอคูสติกว่ามีผลกับเสียงอย่างไรบ้างโดยทางนักศึกษาได้มีจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาและสิ่งที่ควรจะทำต่อไปหลังจากการวัดเสียงครั้งนี้ ตามการวิจัยดังนี้

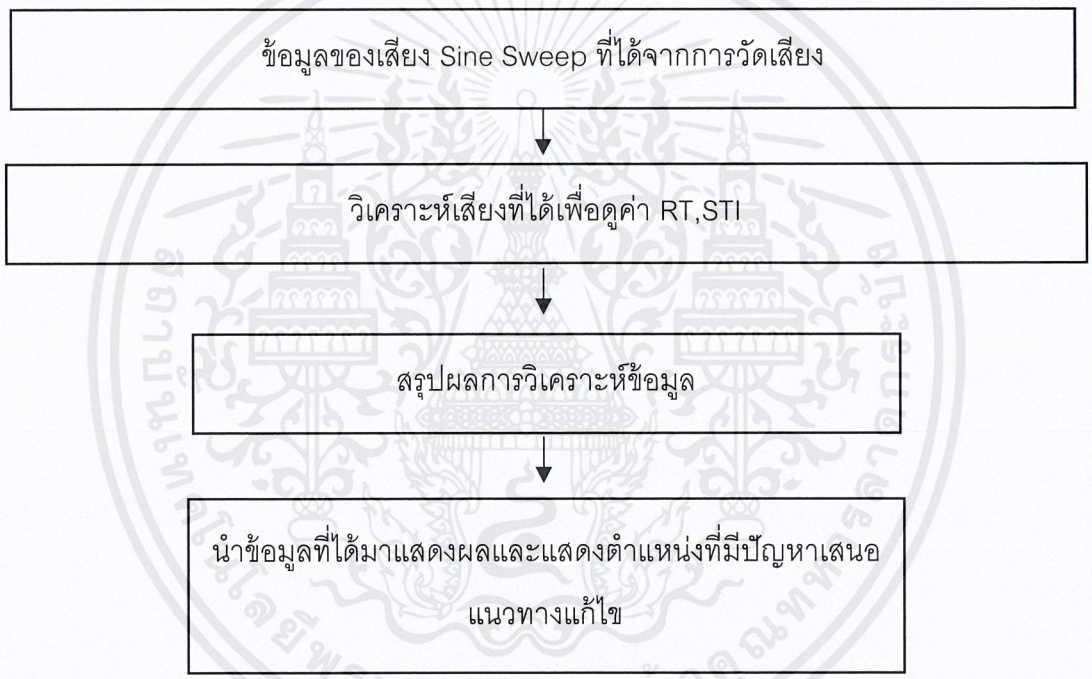
ศึกษาเกี่ยวกับการวัดเสียงควรใช้อะไรบ้างและการนำค่าที่ได้จากการวัดเสียงมาดูเพื่อให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดในแต่ละตำแหน่ง และแนวทางที่ควรจะแก้ไขปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเก็บข้อมูลจากการวัดเสียงเพื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทำให้เสียงนั้นได้ยินอย่างชัดเจนว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไรบ้าง
2. การเก็บข้อมูลคุณสมบัติของอคูสติกของโบสถ์ว่ามีผลต่อเสียงอย่างไรบ้างและเป็นตัวอย่างเพื่อพัฒนาทางด้านอคูสติกให้ดีได้ยิ่งขึ้น

3.4 การวิเคราะห์และศึกษาข้อมูล

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลดังกรอบของการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

จากภาพที่ 3.2

เป็นการอธิบายถึงการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาของอคูสติกและการวัดเสียงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งปัญหาอคูสติกที่เกิดขึ้นภายในโบสถ์และการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากการวัดเสียงทำให้รู้ถึงตำแหน่งอย่างชัดเจนมากขึ้นและสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยไปพัฒนาต่อได้จริงในอนาคต โดยได้มีการวิเคราะห์ละเอียดและแสดงออกมาอย่างชัดเจน โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากการวัดเสียงภายในโบสถ์

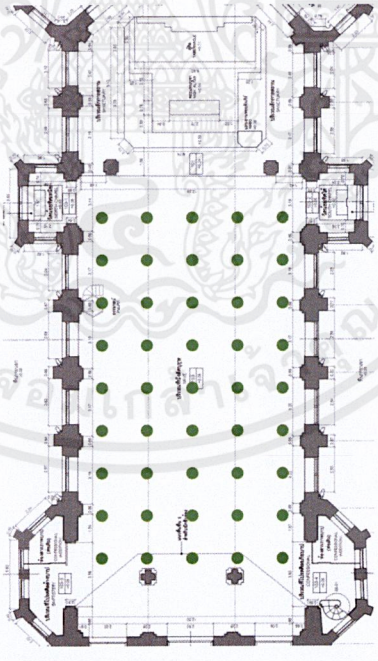
2. การวิเคราะห์พื้นที่ในโบสถ์ที่เกิดปัญหาและต้องมีการแก้ไข

3.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโบสถ์ที่ทำให้พื้นที่ช่วงหลังของโบสถ์นั้นได้ยินเสียงที่ไม่ชัดเจนทำให้ต้องการรู้ว่าปัญหาเกิดขึ้นเพราะเหตุใดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการวัดเสียงเพื่อค้นหาปัญหาในตำแหน่งไหนบ้างและอคูสติกภายในโบสถ์ว่ามีผลต่อเสียงและความถี่ยังไงบ้าง ควรมีแนวทางแก้ไขอย่างไรให้เหมาะสมและดีขึ้นเกี่ยวกับโบราณสถาน

3.6 สร้างแบบจำลอง

ออกแบบสร้างแบบจำลองตำแหน่งที่วัดเสียงให้มีความครอบคลุมและมีความละเอียดเพื่อให้เห็นปัญหาในพื้นที่ของโบสถ์



รูปที่ 3.3 รูปจำลองการตั้งไมค์วัดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

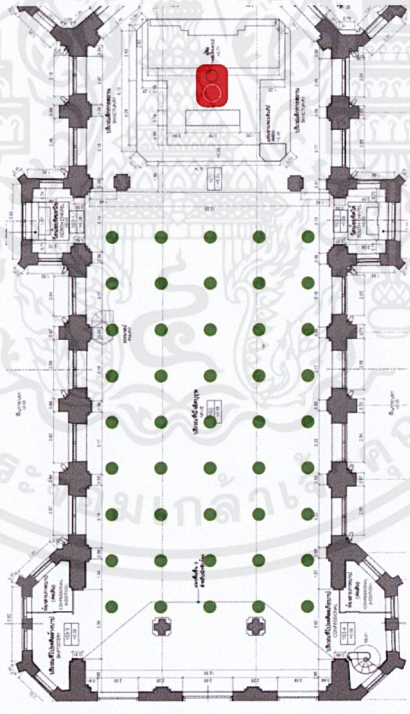
3.7 การปฏิบัติงานด้านเทคนิค

ออกแบบจุดวางไมค์โครโฟนให้ความเหมาะสมแก่โบสถ์และมีความละเอียดพอที่ทำให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทางน้กศึกษาได้แบ่งการวางแผนออกเป็น 3 สถานการณ์ เพื่อให้ครอบคลุมกับการใช้งานของโบสถ์และให้การวัดเสียงนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยแบ่งเป็น 3 สถานการณ์ ได้แก่

3.7.1 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์หรือตำแหน่ง Sanctuary

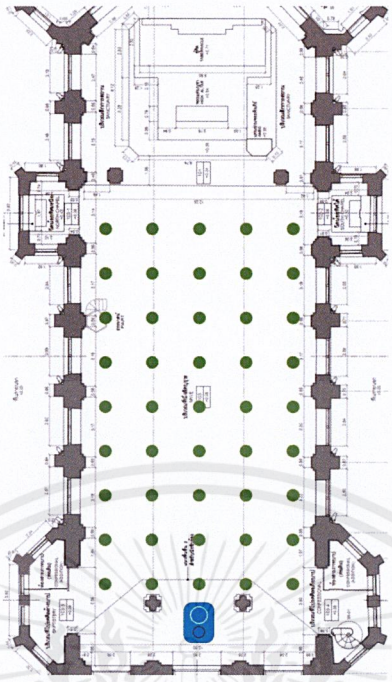
3.7.2 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์และเป็นชั้นลอยหรือตำแหน่ง Balcony

3.7.3 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์

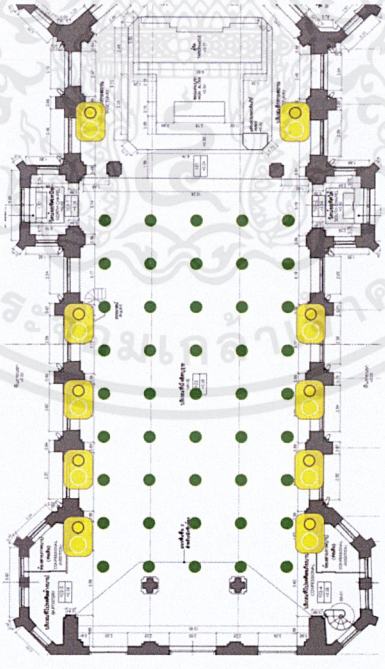


รูปที่ 3.4 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์(ตำแหน่ง sanctuary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การใช้ลำโพงกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony)



รูปที่ 3.6 การใช้ลำโพงกำเนิดกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การสำรวจคุณสมบัติลักษณะทางอคูสติก ณ วัดพระแม่ลูกประคำ กาลหว่าร์ มีการเก็บข้อมูลในสถานการณ์การจำลองการเกิดเสียงจริง 3 สถานการณ์ คือ

1)แหล่งกำเนิดเสียงจากตำแหน่งพระสงฆ์ที่ยืนกลางพระแท่นบูชา

2)แหล่งกำเนิดเสียงจากนักร้องบริเวณชั้น 2 ของอาคารโบสถ์

3)แหล่งกำเนิดเสียงจากลำโพงระบบเสียงของโบสถ์

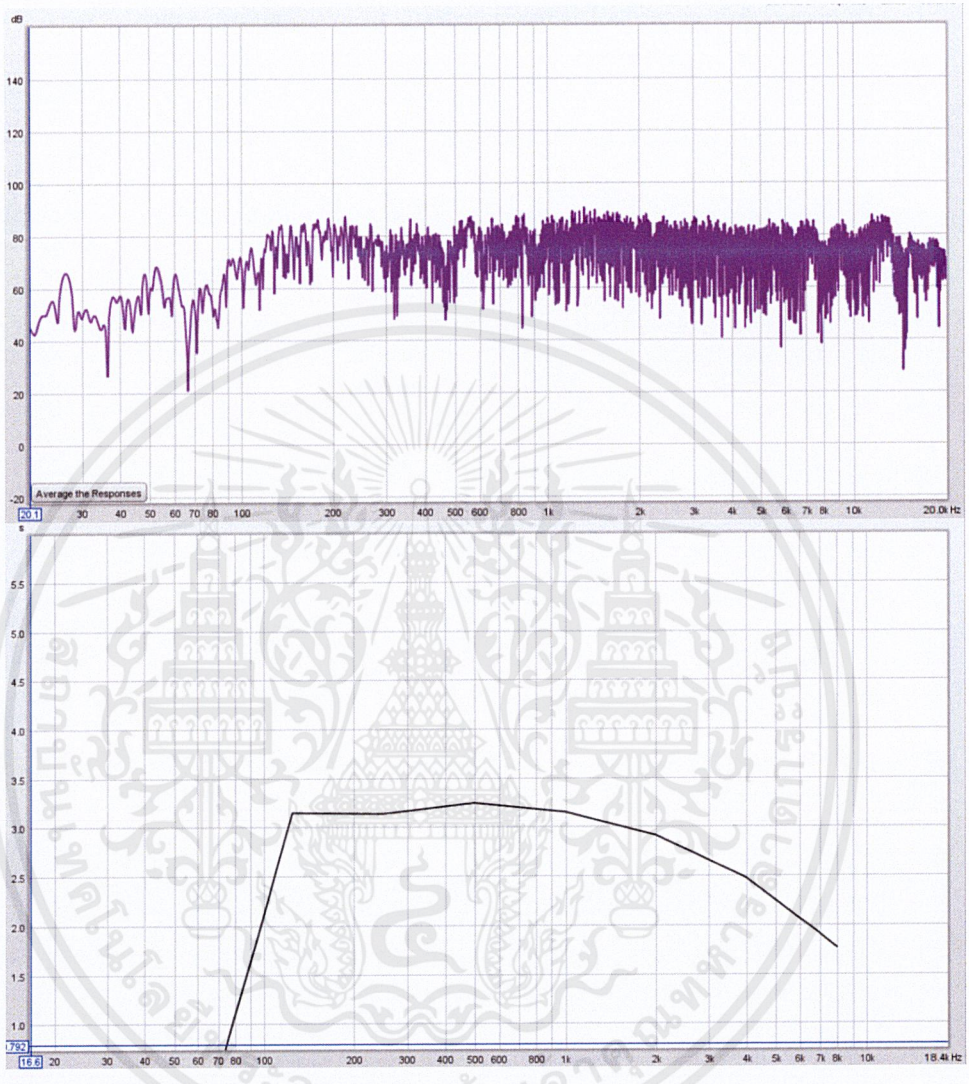
เมื่อได้ค่า RT60 และ STI จากการจำลองแหล่งกำเนิดเสียงจริงทั้ง 3 แบบแล้วขั้นตอนต่อไปเราจะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่า RT60 และ STI ของอาคารโบสถ์ที่วัดได้กับค่ามาตรฐานพร้อมทั้งสรุปผลและเสนอแนวทางการปรับปรุงอคูสติกให้กับโบสถ์

4.1 ตัวอย่างค่า SPL และ RT60 ที่ได้จากโปรแกรม REW

โดยจะกำหนดจากค่า SPL และ ค่า RT60 ในแต่ละจุดที่แตกต่างกันมาก ๆเพื่อให้เห็นถึงความชัดเจนในการนำไปคำนวณเป็นค่า STI ที่ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยตัวแปรที่เปลี่ยนค่า STI นั้นคือค่าดังกล่าวที่ได้มาจากการเก็บข้อมูล โดยในแต่ละสถานการณ์จะยกตัวอย่างจากการวางไมค์ทั้ง 45 จุด เลือกมาเพียง 10 จุด ทั้ง 3 สถานการณ์รวมเป็น 30 จุด

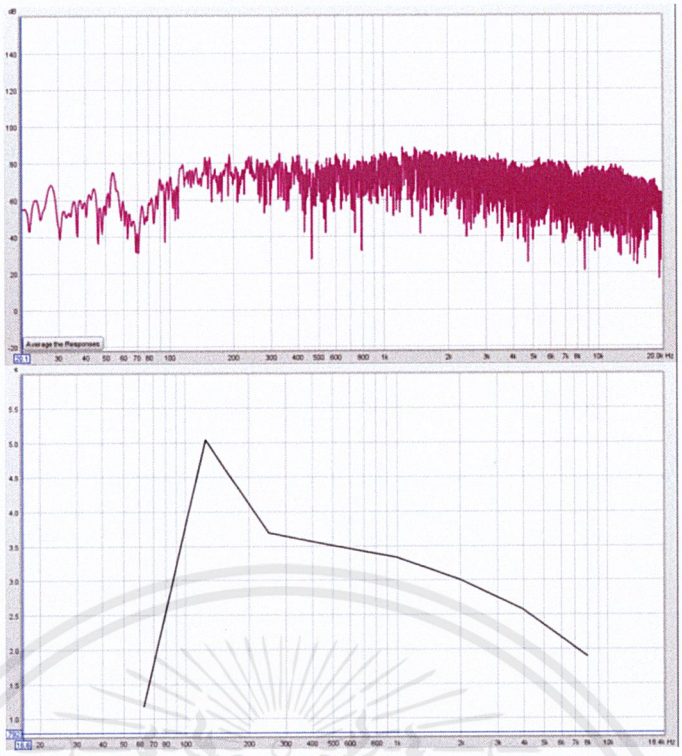
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ค่า SPL และ RT60 จากแหล่งกำเนิดเสียงจากตำแหน่งพระสงฆ์ที่ยืนกลางพระแท่นบูชา

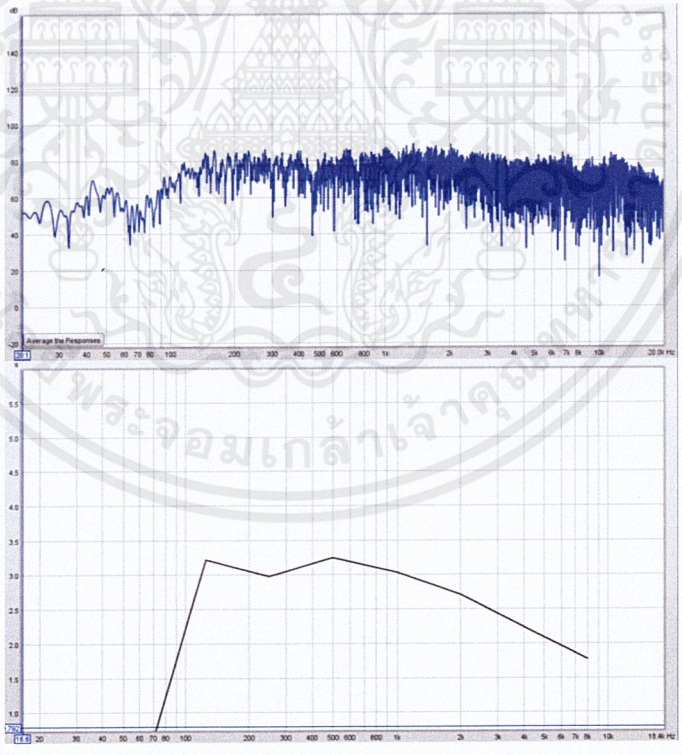


รูปที่ 4.1.1.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,5) 1st scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

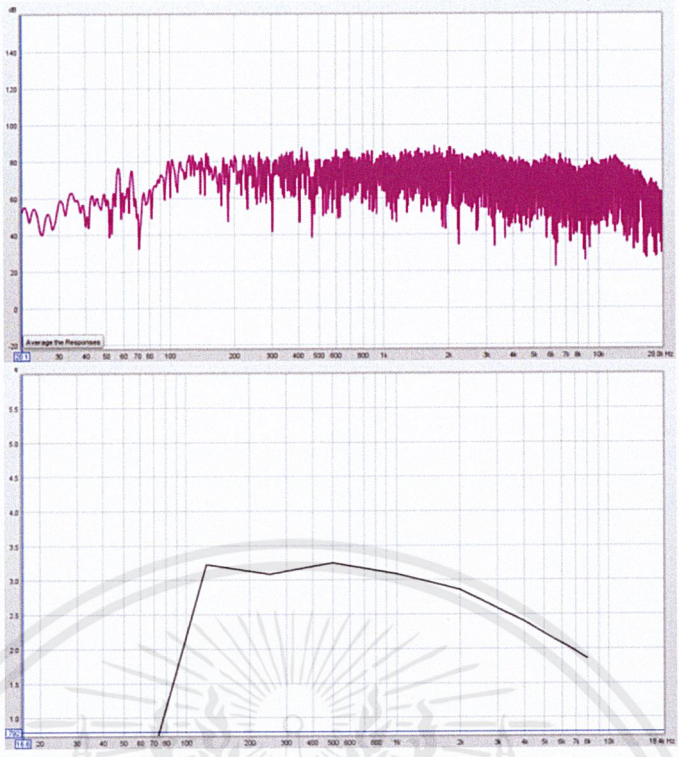


รูปที่ 4.1.1.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,1) 1st scenario

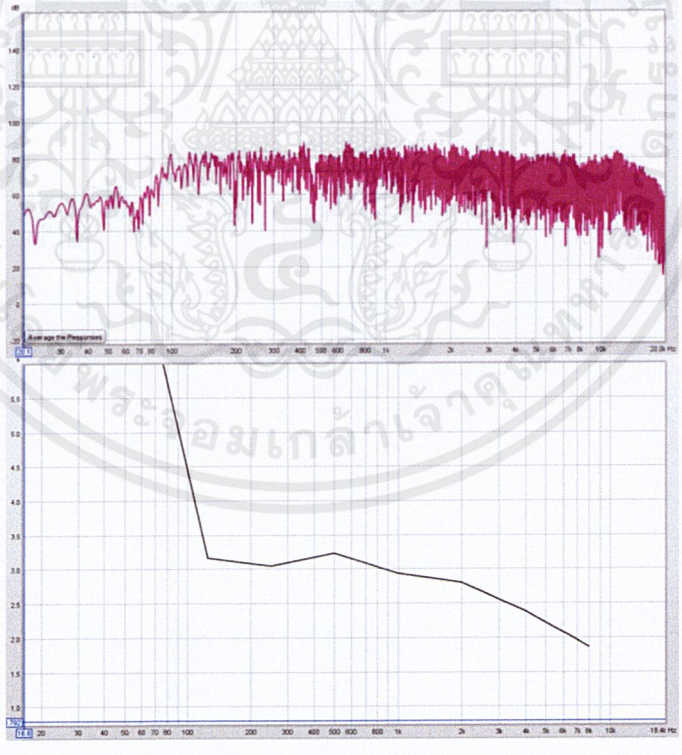


รูปที่ 4.1.1.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,5) 1st scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

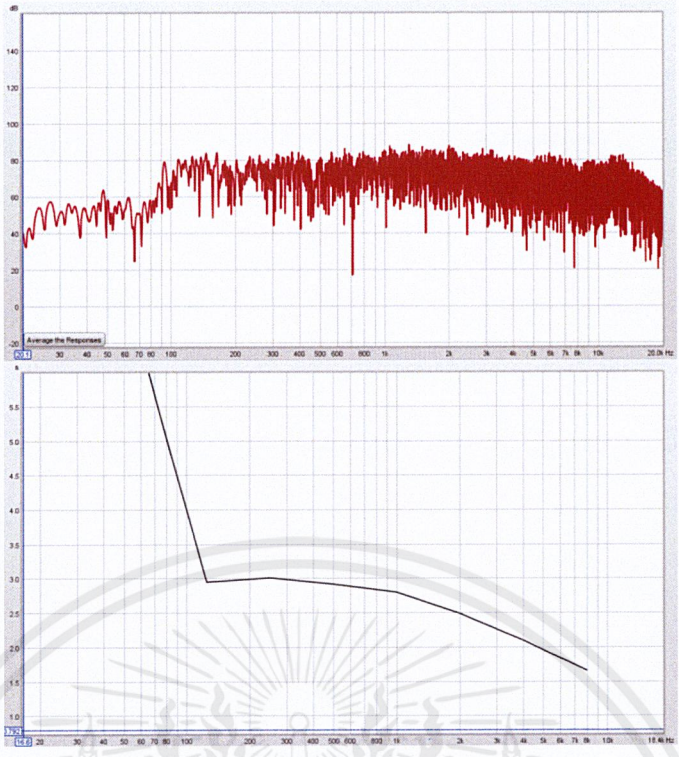


รูปที่ 4.1.1.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,3) 1st scenario

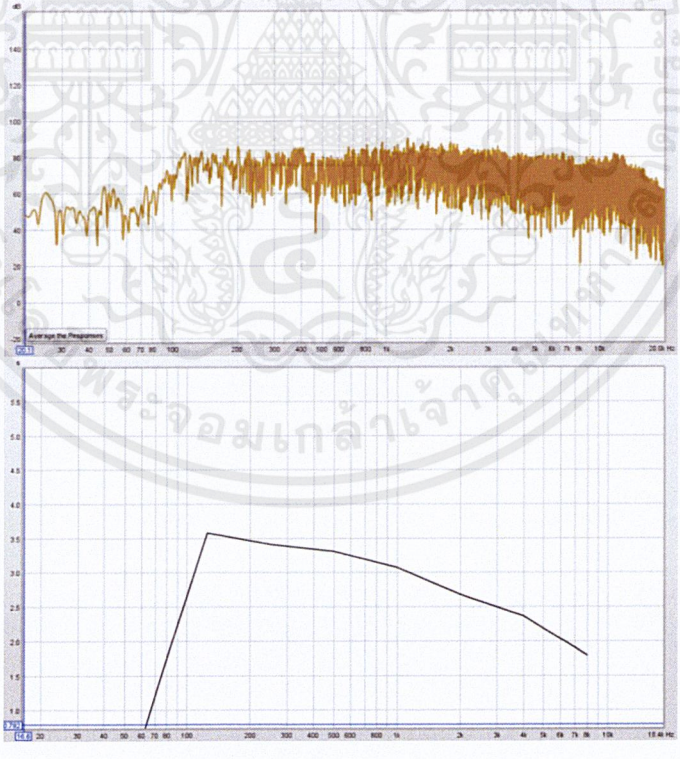


รูปที่ 4.1.1.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,3) 1st scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

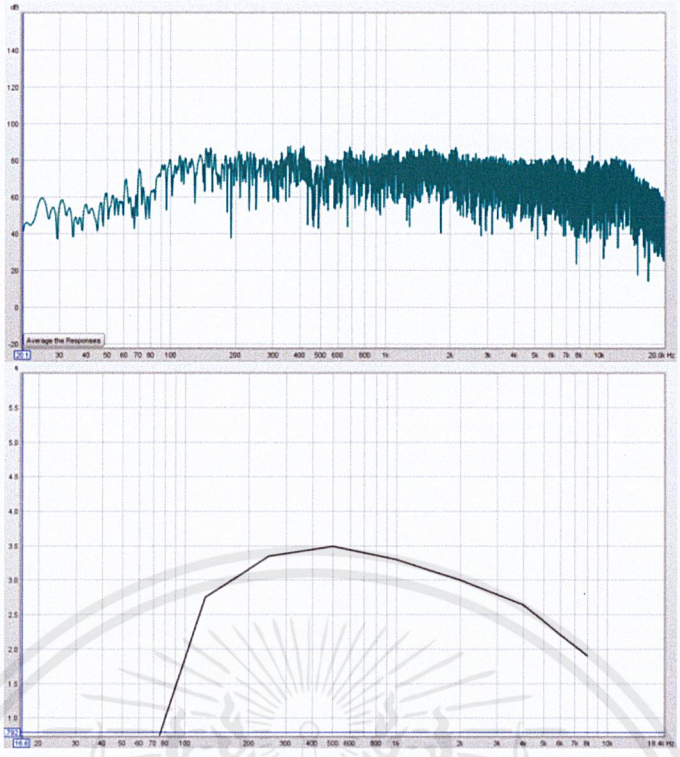


รูปที่ 4.1.1.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,4) 1st scenario

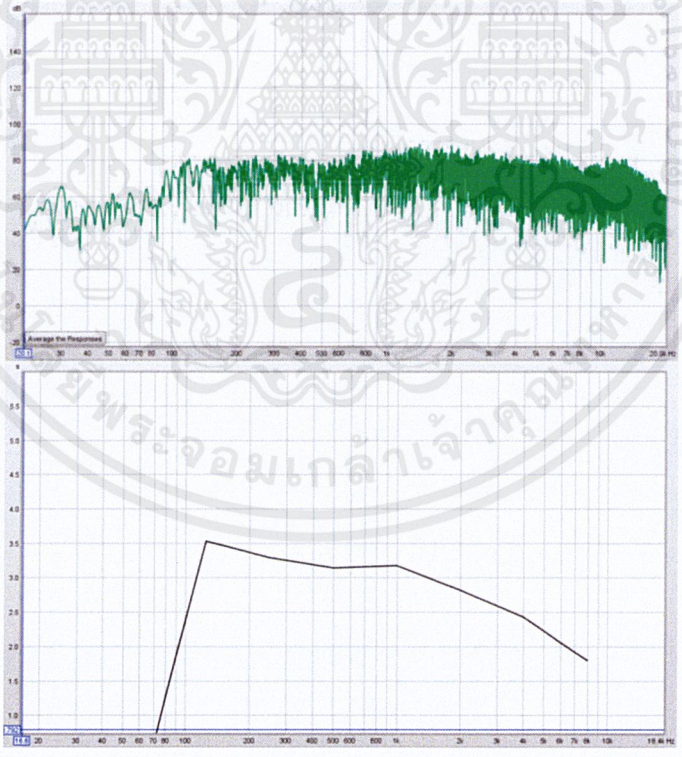


รูปที่ 4.1.1.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,2) 1st scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

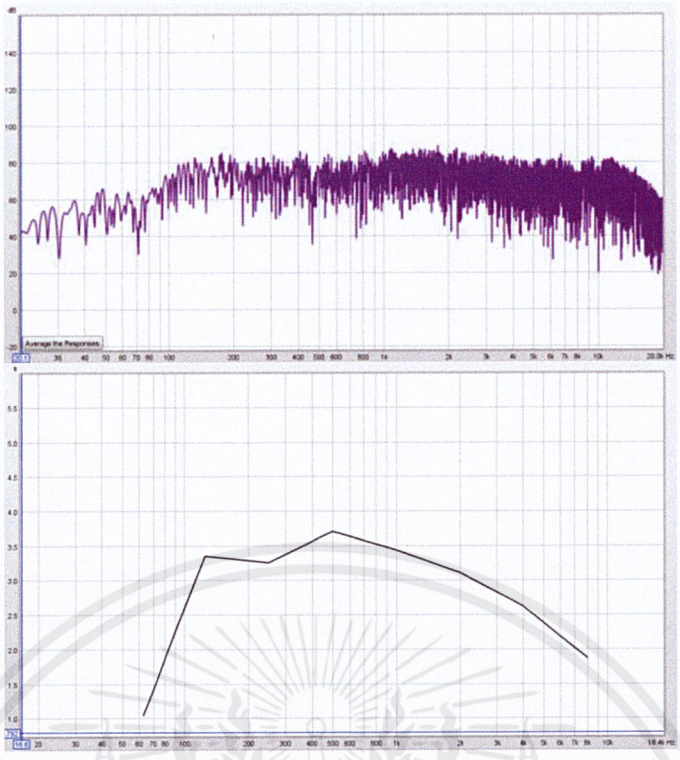


รูปที่ 4.1.1.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,3) 1st scenario



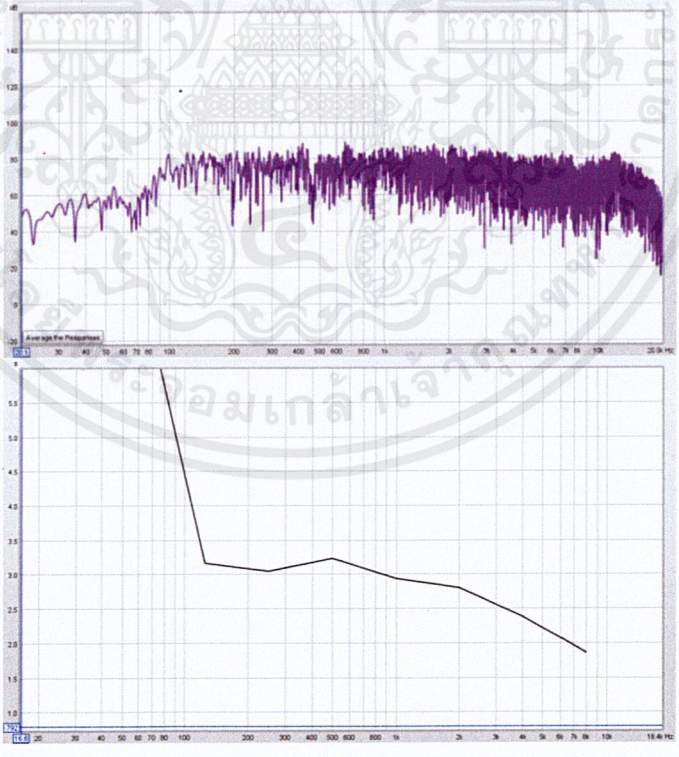
รูปที่ 4.1.1.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,4) 1st scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



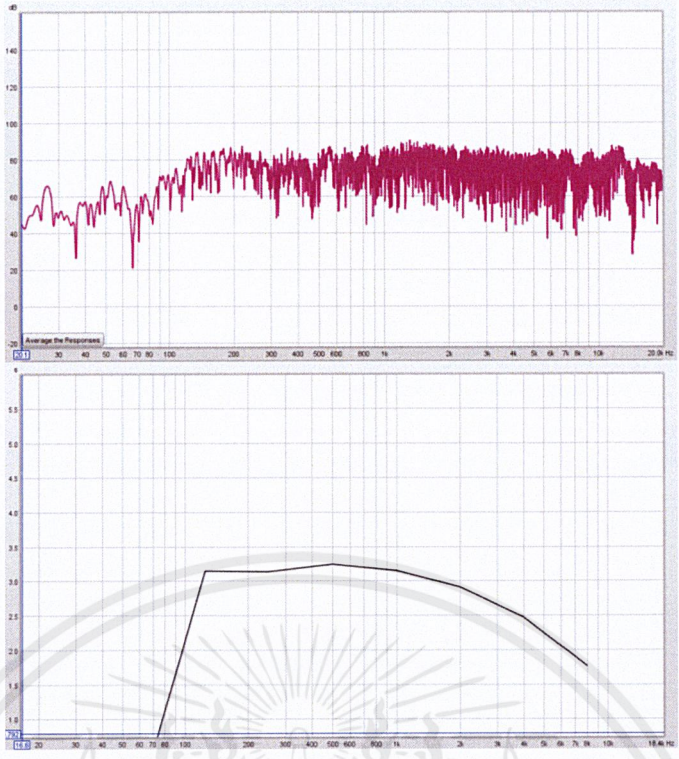
รูปที่ 4.1.1.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,4) 1st scenario

4.1.2 ค่า SPL และ RT60 จากแหล่งกำเนิดเสียงจากนักร้องบริเวณชั้น 2 ของอาคารโบสถ์

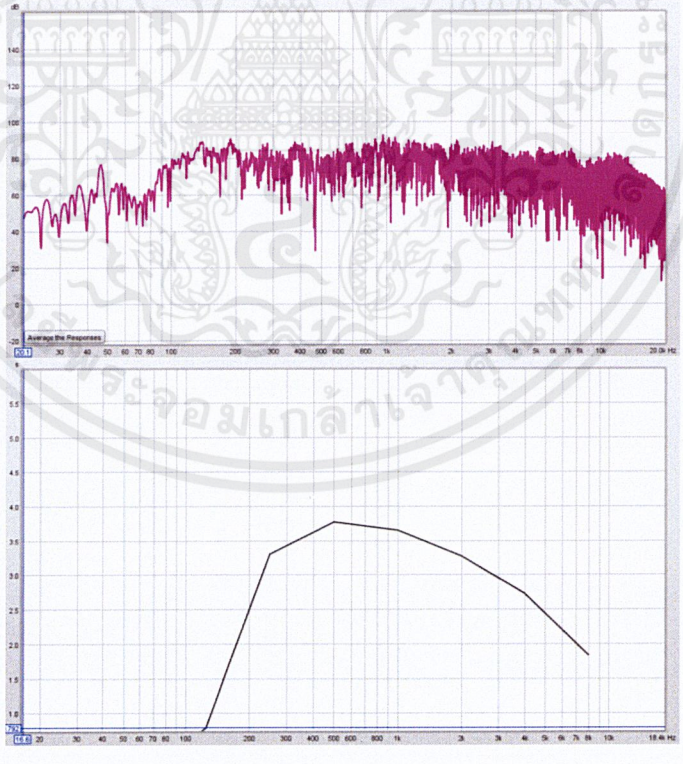


รูปที่ 4.1.2.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,2) 2nd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

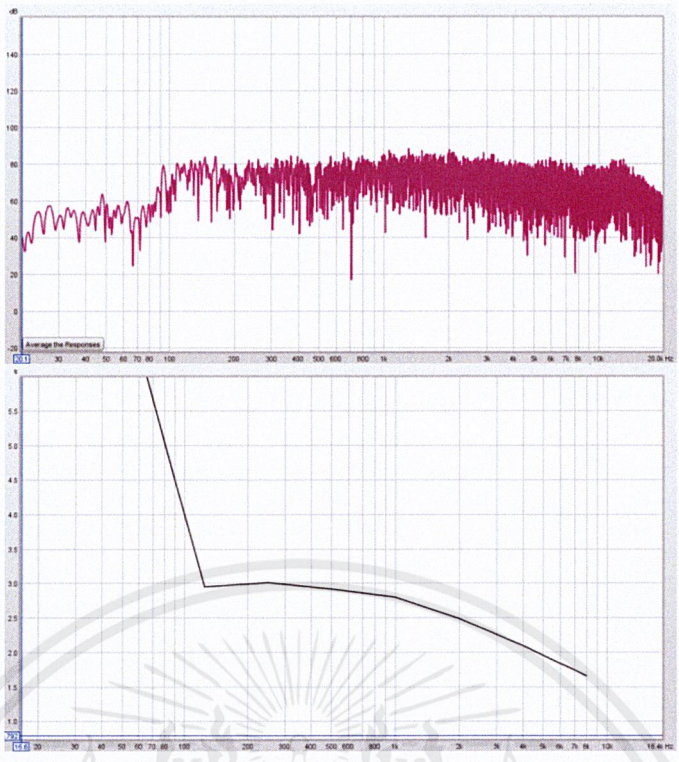


รูปที่ 4.1.2.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,2) 2nd scenario

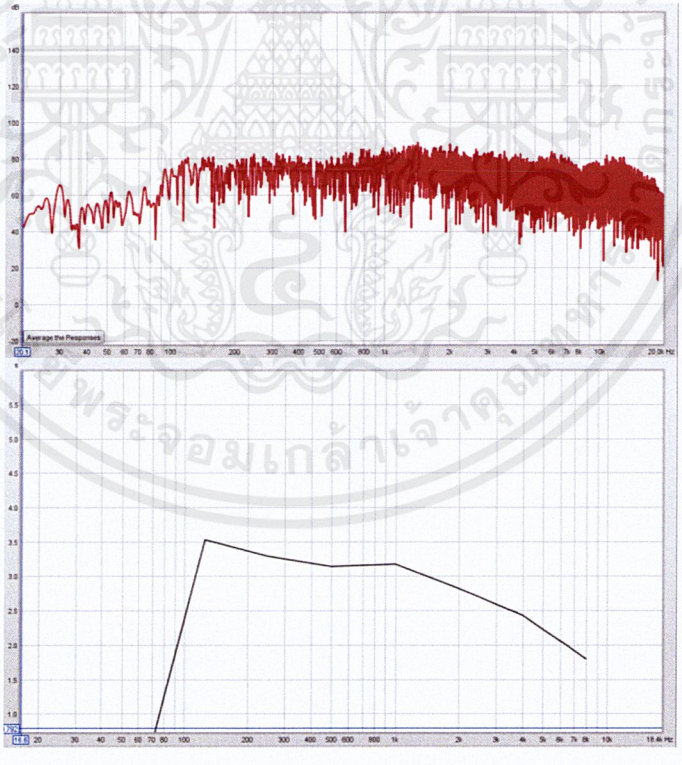


รูปที่ 4.1.2.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,4) 2nd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

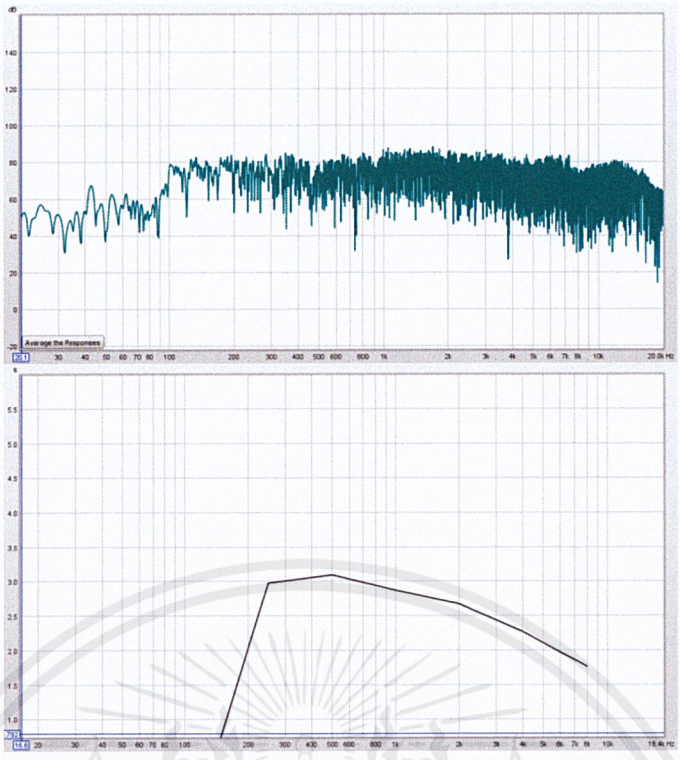


รูปที่ 4.1.2.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,5) 2nd scenario

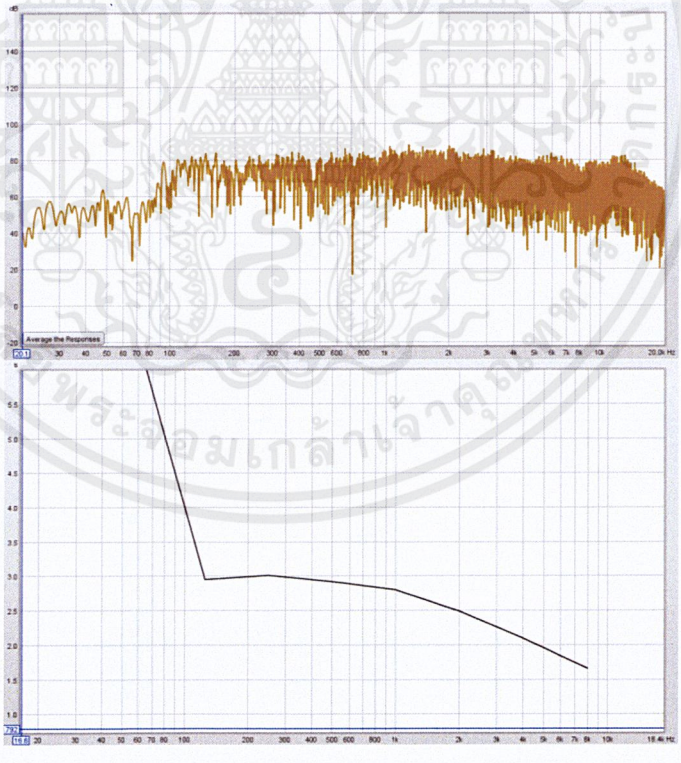


รูปที่ 4.1.2.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,1) 2nd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

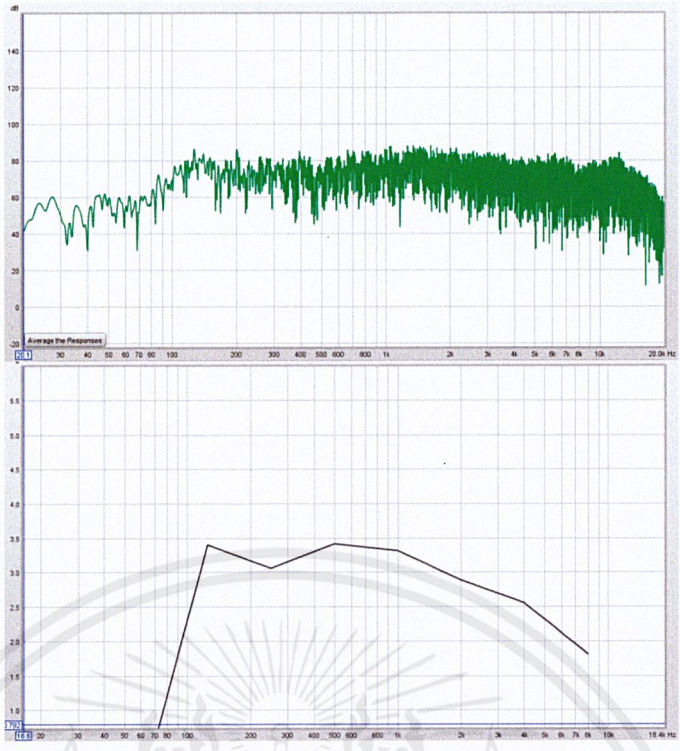


รูปที่ 4.1.2.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,3) 2nd scenario

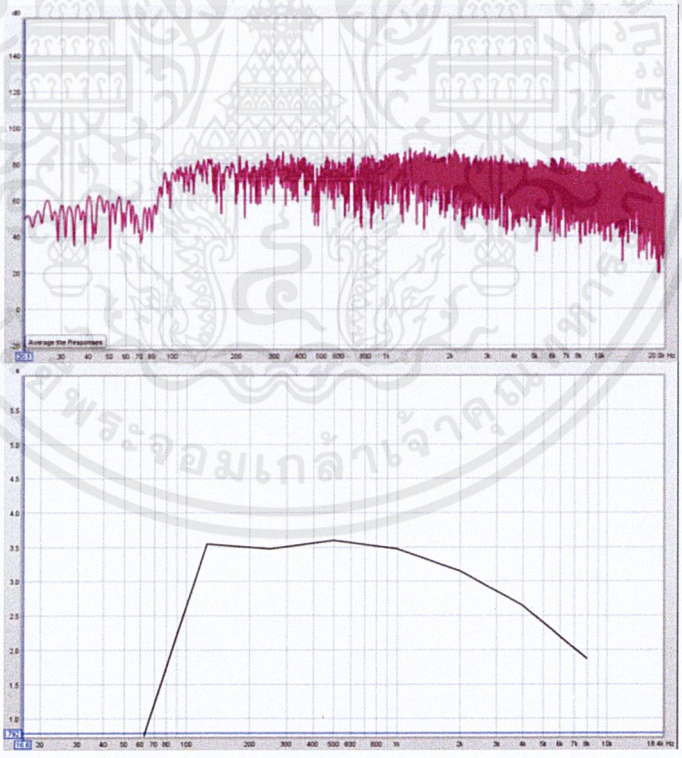


รูปที่ 4.1.2.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,5) 2nd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

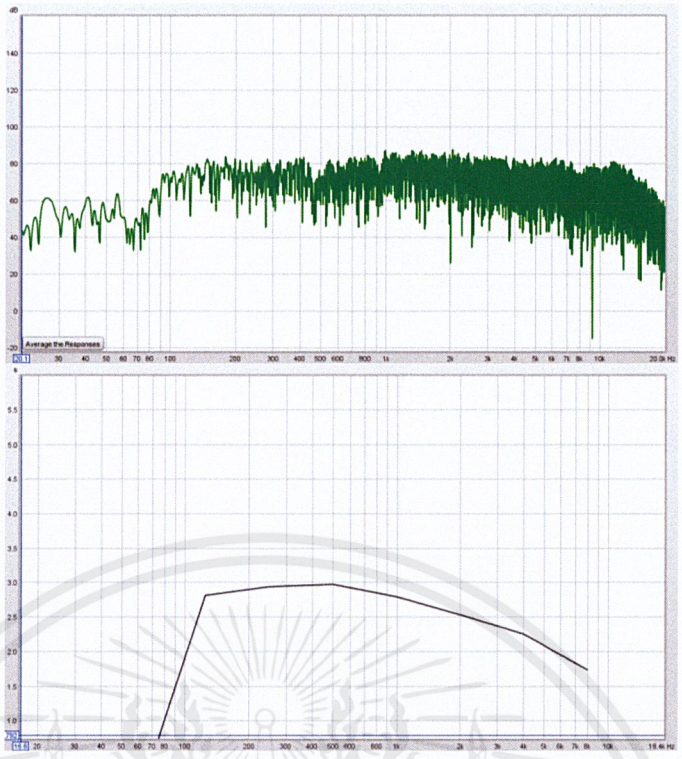


รูปที่ 4.1.2.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,2) 2nd scenario



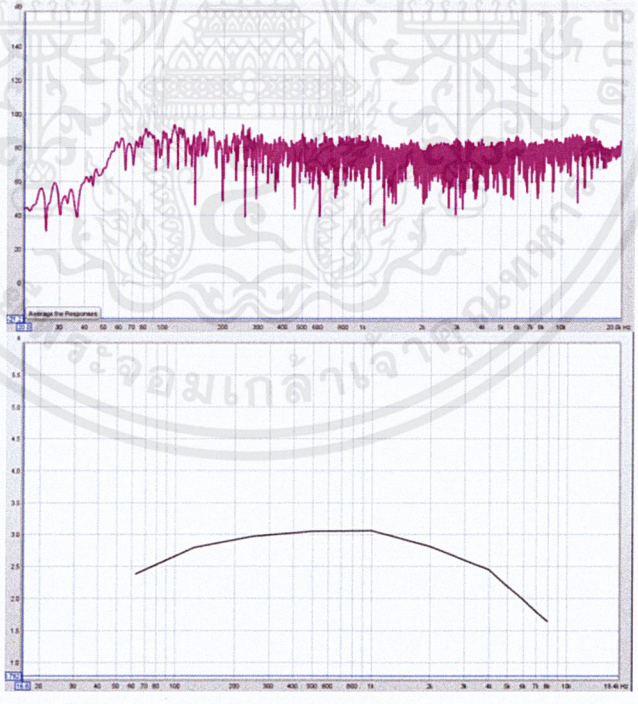
รูปที่ 4.1.2.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,1) 2nd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



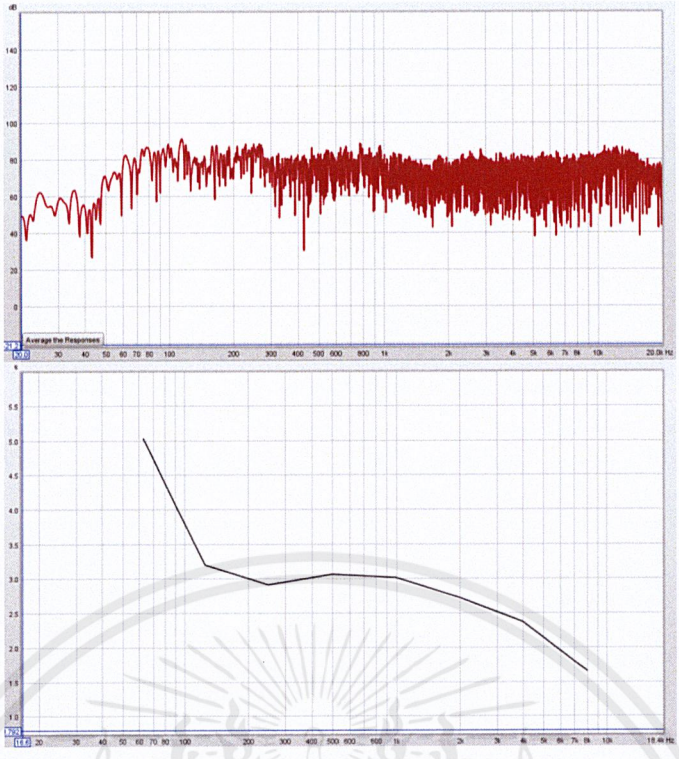
รูปที่ 4.1.2.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,5) 2nd scenario

4.1.3 ค่า SPL และ RT60 จากแหล่งกำเนิดเสียงจากลำโพงระบบเสียงของโบสถ์

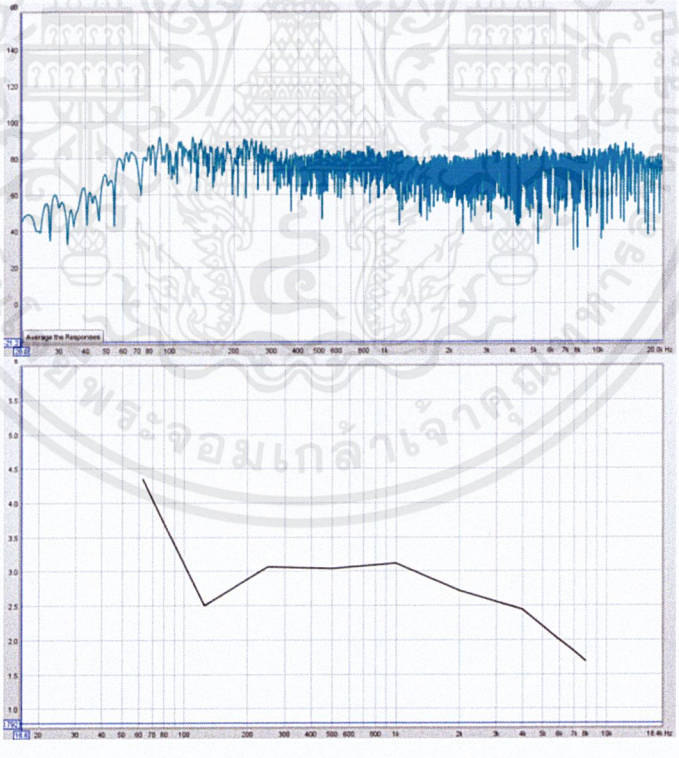


รูปที่ 4.1.3.1 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (1,3) 3rd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

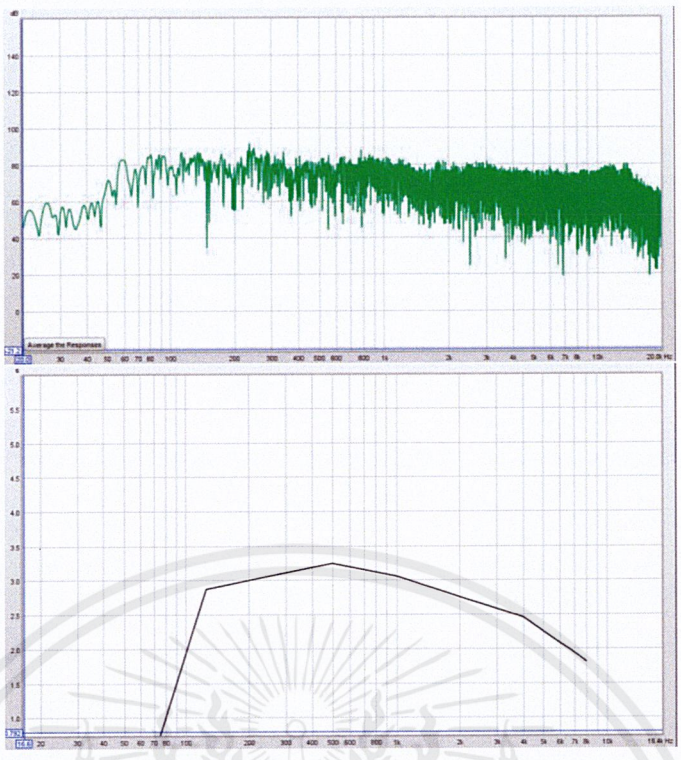


รูปที่ 4.1.3.2 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,2) 3rd scenario

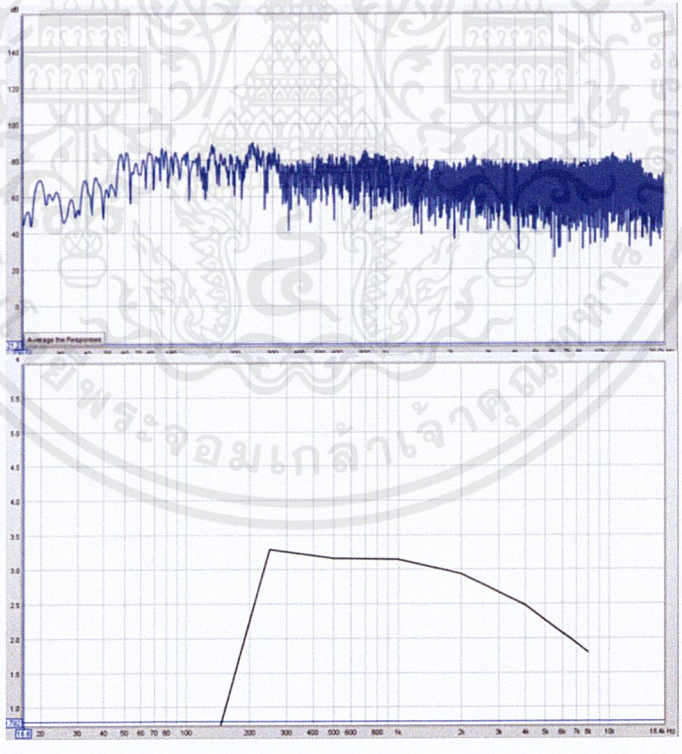


รูปที่ 4.1.3.3 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (2,3) 3rd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

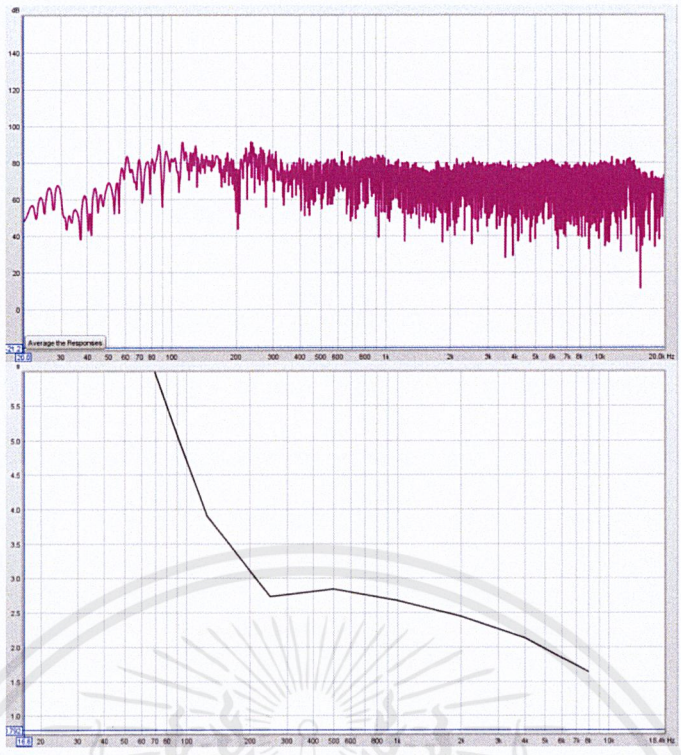


รูปที่ 4.1.3.4 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (3,1) 3rd scenario

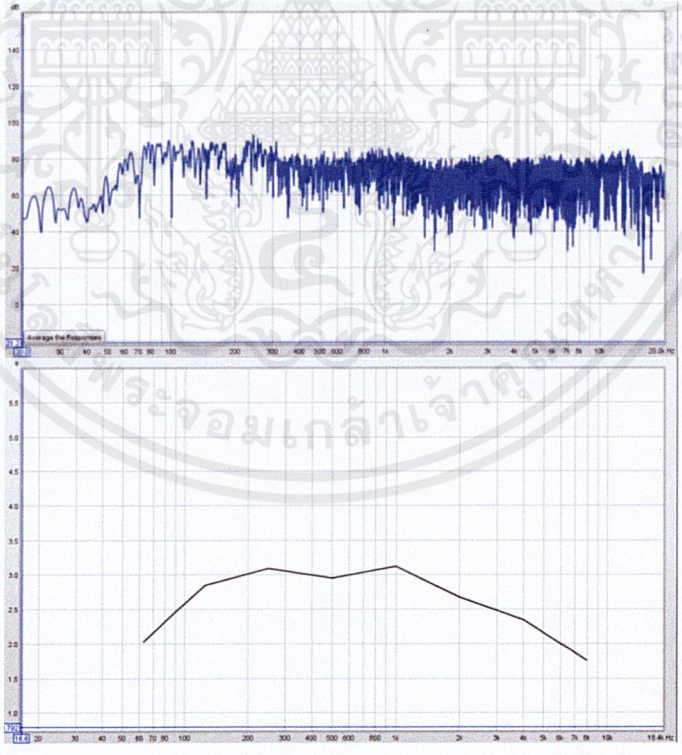


รูปที่ 4.1.3.5 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (4,5) 3rd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

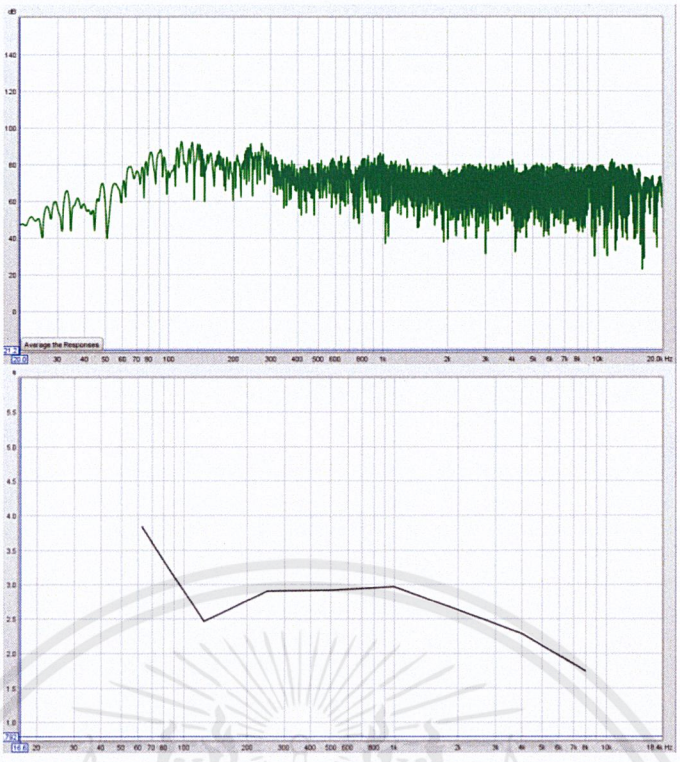


รูปที่ 4.1.3.6 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (5,2) 3rd scenario

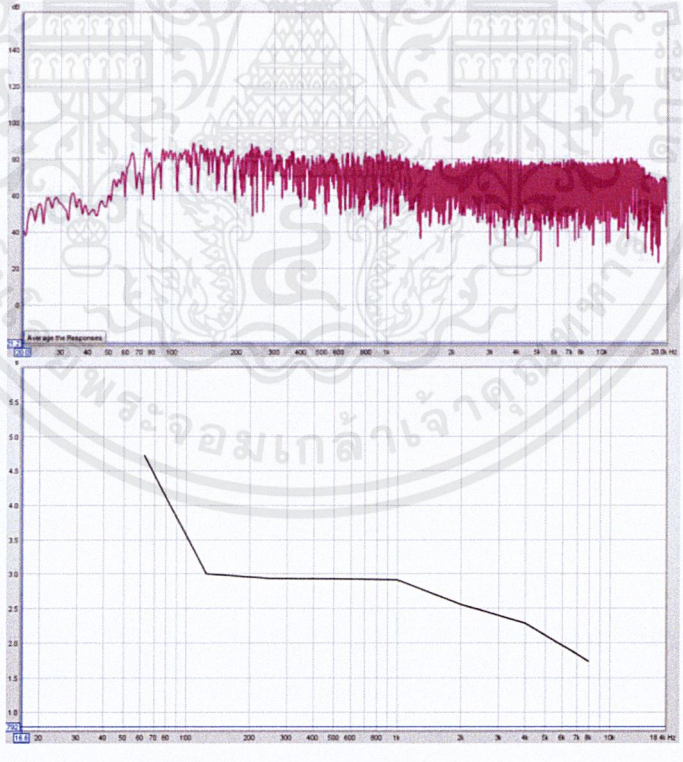


รูปที่ 4.1.3.7 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (6,3) 3rd scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

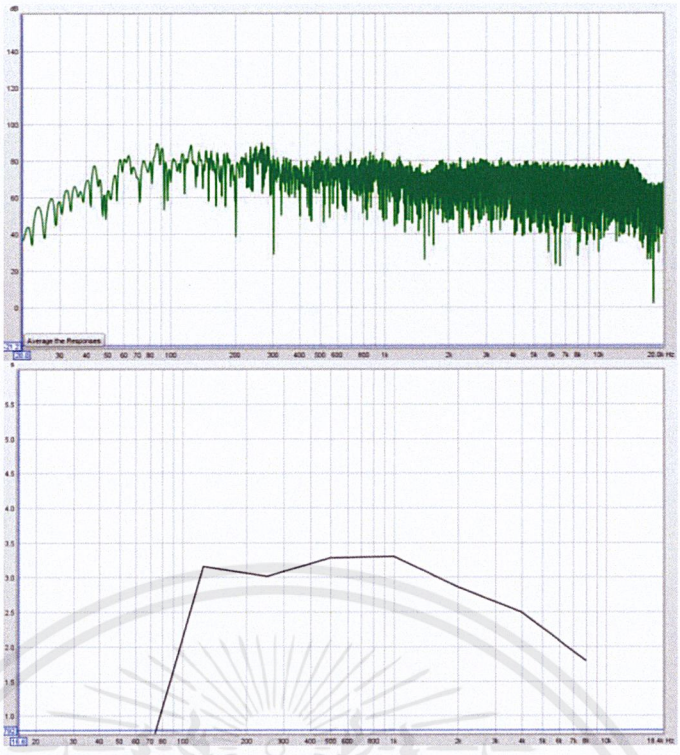


รูปที่ 4.1.3.8 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (7,3) 3rd scenario



รูปที่ 4.1.3.9 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (8,4) 3rd scenario

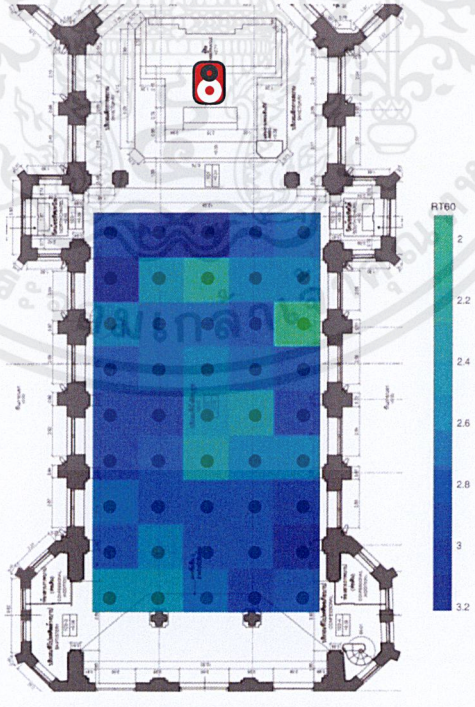
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.3.10 กราฟแสดงค่า SPL และ RT60 ที่จุด (9,2) 3rd scenario

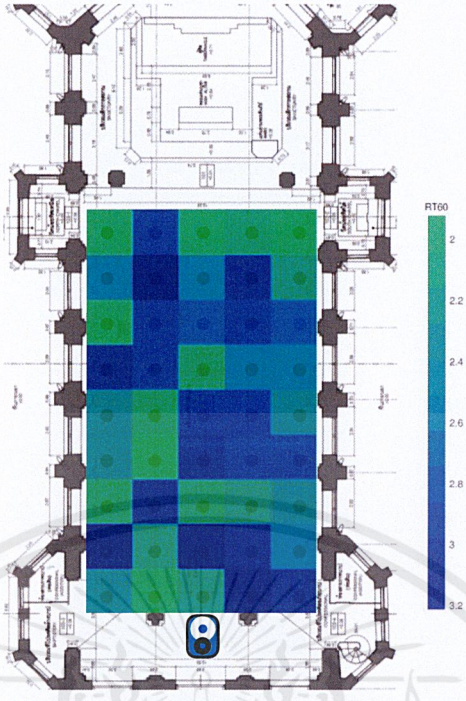
4.2 ผลการสำรวจทางอะคูสติกของโบสถ์

4.2.1 ค่า RT60 (Standard Reverberation Time)

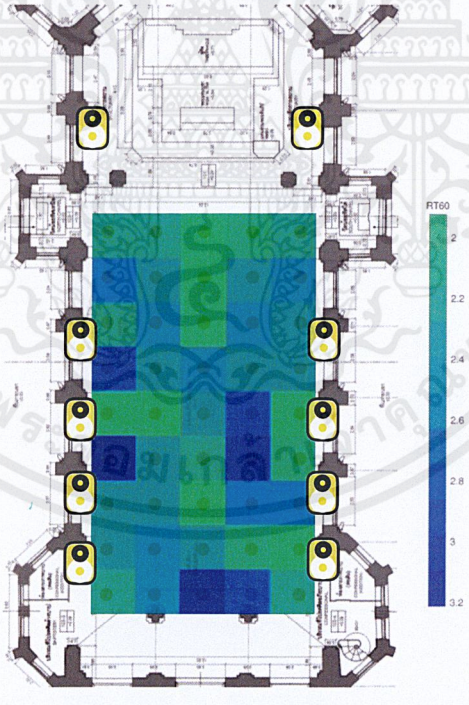


รูปที่ 4.2.1.1 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์(ตำแหน่ง sanctuary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



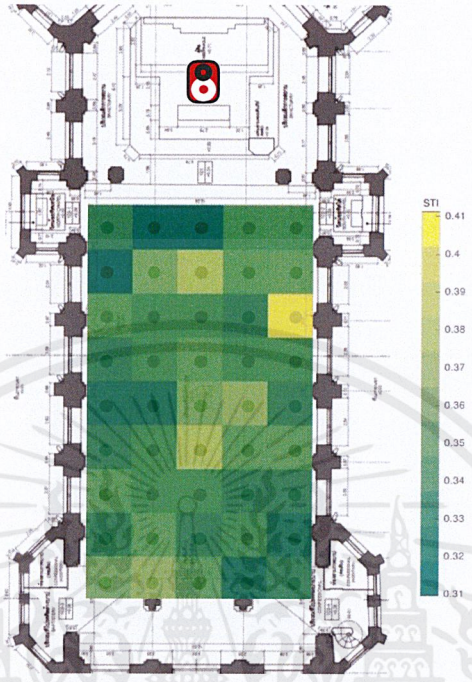
รูปที่ 4.2.1.2 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony)



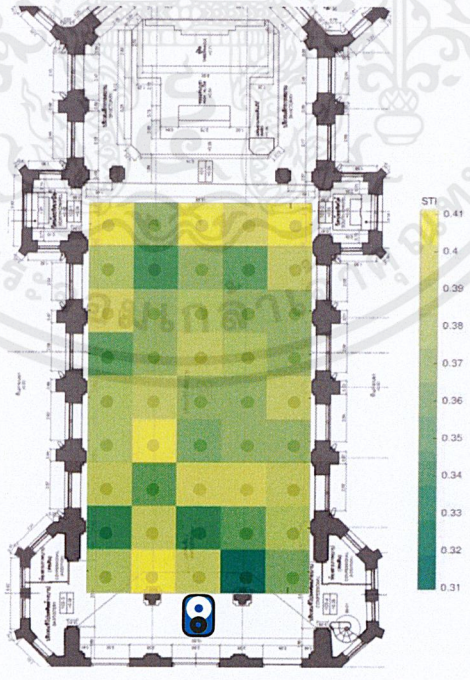
รูปที่ 4.2.1.3 ค่า RT60 ของแหล่งกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ค่า STI (Sound Transmission Index)

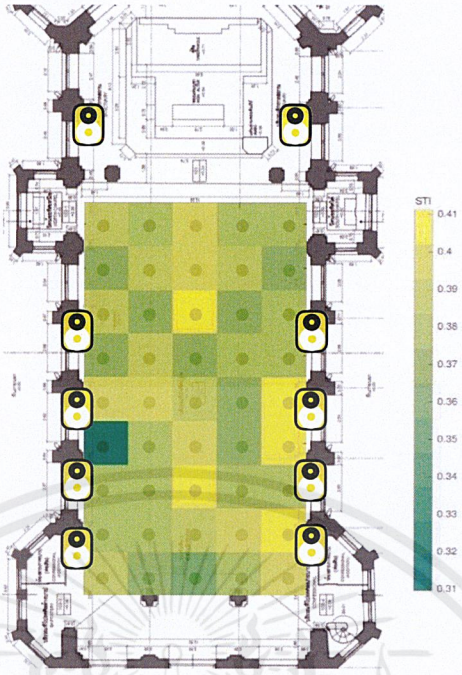


รูปที่ 4.2.2.1 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหน้าของโบสถ์(ตำแหน่ง sanctuary)



รูปที่ 4.2.2.2 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากด้านหลังของโบสถ์บริเวณชั้นลอย(ตำแหน่ง Balcony)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.2.3 ค่า STI ของแหล่งกำเนิดเสียงจากระบบเสียงของตัวโบสถ์(PA System)

บทที่ 5 ผลการทดลอง

4.1.1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการที่นักศึกษาได้สำรวจสถานที่ของโบสถ์ได้มีการออกแบบตำแหน่งที่จะใช้วัดเสียงทั้งหมด 45 ตำแหน่งแต่ละจุดห่างกัน 2.5 เมตรเพื่อให้จุดที่มีการวัดเสียงนั้นครอบคลุมต่อพื้นที่ทั้งหมดของโบสถ์และเพื่อที่จะสามารถเห็นปัญหาในแต่ละตำแหน่งชัดเจนยิ่งขึ้น

4.1.2 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากวัดเสียงภายในโบสถ์แล้วโดยการเปิด Sine Sweep เวลา 3 วินาทีเพื่อดูค่า RT,SPL,และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความชัดเจนของเสียงพูดว่ามีความชัดเจนมากน้อยเพียงใดให้มีความเหมาะสมต่อโบสถ์แห่งนี้ มาพิจารณา ค่าดัชนีความชัดเจนของเสียงว่าตำแหน่งไหนบ้างควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นทำให้ผู้ฟังได้ยินชัดเจนไม่สับสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 วางแผนการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เสียงได้ยินไม่ชัดเจนแล้ว ผู้ทำการวิจัยได้พิจารณาความเหมาะสมของเสียงโดยภายในโบสถ์ต้องมีระบบเสียงที่มาช่วยให้เสียงนั้นได้ยินชัดเจนขึ้นและทั่วพื้นที่ในตัวโบสถ์

4.1.4 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจครั้งนี้ ได้มีการจำลองเสียงในแต่ละตำแหน่งว่าส่งผลต่ออคูสติกของโบสถ์อย่างไรบ้าง ควรมีแนวทางปรับเปลี่ยนแก้ไขยังไงให้เหมาะสมต่ออคูสติกของโบสถ์มากที่สุดซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นการออกแบบระบบของเสียงนั้นทำให้ค่าดัชนีความชัดเจนของเสียงนั้นมีค่าที่ดีขึ้นแต่ก็ยังไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการได้ยินที่ชัดเจนซึ่งเกี่ยวกับอคูสติกของโบสถ์ที่ทำให้ค่าเวลาสะท้อนกลับของเสียงนั้นมากทำให้มีผลต่อความชัดเจนของเสียงพูดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจโบสถ์แห่งนี้ได้แสดงให้เห็นว่ามีค่าของ RT60 และ STI ของโบสถ์ และแสดงให้เห็นว่าค่า RT60 และ STI ของโบสถ์นี้ไม่แตกต่างจากโบสถ์อื่นที่มีมาตรฐาน RT60 และ STI แต่เมื่อเราได้เปรียบเทียบกับระดับความเข้าใจทั่วไปของ STI นั่นคือมาตรฐานสากลที่แสดงถึงค่า STI ของโบสถ์นี้ได้มีค่าที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5 ซึ่งส่งผลเสียต่อเสียงซึ่งจะทำให้เสียงที่ได้ยินนั้นไม่ชัดเจนต่อผู้ฟังหรือฟังเข้าใจยากทำให้ผู้ฟังนั้นมีความลังเลในการตัดสินใจเมื่อได้ยินเสียงที่ได้ยิน ซึ่งในโบสถ์แห่งนี้มีการสูญเสียความชัดเจน 30% ต่อคำ ทางนักศึกษาได้มีการวิเคราะห์และได้มีการแนะนำให้มีการปรับเปลี่ยนและปรับปรุงความชัดเจนของเสียงด้วยการแก้ไขปัญหาอย่างน้อยสองวิธีที่กล่าวขึ้นมา

1) ออกแบบระบบเสียงใหม่ในโบสถ์โดยลดลำโพงและเลือกใช้ลำโพงที่มีมุมที่แคบเพื่อให้มีความคมชัดมากขึ้น ลดการสะท้อนในโบสถ์เพื่อแก้ปัญหาเสียงสะท้อนที่เกิดจากอคูสติกในโบสถ์

2) เปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์บางส่วนในโบสถ์เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถซับเสียงที่จะทำให้มีค่าก้องสะท้องเช่นติดตั้งแผ่นดูดซับบนลำโพงแต่เนื่องจากโบสถ์เป็นโบราณสถานจึงไม่สามารถจัดการอะคูสติกภายในได้มากนัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. การสำรวจทางอะคูสติกมีองค์ประกอบหลายอย่างทั้งเรื่องของวัสดุภายในอาคาร และเสียงของกิจวัตรที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ดังนั้นการจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีเสถียรภาพจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างมาก

5.2.2. สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ต่อยอดในการคิดระบบเสียงที่มีประสิทธิภาพขึ้นได้

5.3.3. สามารถใช้แนวคิดนี้ในการทำเครื่องมือทางอุตสาหกรรมดนตรีอื่นๆได้หรือเกี่ยวกับอคูสติกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Odean. “Calculation of Speech Transmission Index in rooms”. [Online]

Available : https://www.odeon.dk/pdf/Application_Note_SpeechTransmissionIndex.pdf

[2] Amos Gilat. “MATLAB : An introduction with Applications Solutions Manual” Fifth Edition

Columbus. Ohio state university.

[3] Bob McCarthy. Sound System : Design and Optimization

London. New York. Taylor & Francis Ltd.

[4] Krzysztof Kosala. A Comparative of The Index Assessment of Church Acoustics Using STI

Kraków. AGH University of Science and Technology.

[5] David A. Bies. Engineering Noise Control : Theory and Practice, Fourth Edition

Adelaide. Adelaide University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้