

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

แนวทางการคัดเลือกวัสดุซับเสียงเพื่อแก้ไขปัญหาเสียงในโรงงาน

Guideline for the Selection of Acoustic Materials for the Factory

นายฐปน ชูวนะภิรมย์

นายสิริชาติ ธาราประเสริฐ

นางสาวนิชดา กล่อมบรรจง

ภาควิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา แนวทางการคัดเลือกวัสดุซับเสียงเพื่อแก้ไขปัญหาเสียงในโรงงาน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายฐปน ชูวนะภิรมย์ , นายสิริชาติ ธาราประเสริฐ , นางสาวนิชดา กล่อมบรรจง
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นางสาวนัยนา อัศวกาญจนา
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท อาสา เทอร์มาคูสติก จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาเสียงในชีวิตประจำ สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น นอกจากนั้นยังเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำใช้วัสดุอะคูสติกในการแก้ไขปัญหา ศึกษาลักษณะของวัสดุ การออกแบบ และวิธีการเลือกวัสดุอะคูสติกอย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาเสียงได้ดีและเหมาะสมที่สุด โดยการศึกษาดังกล่าวจะถูกนำเสนอในลักษณะของรูปเล่มรายงานและการเขียนบทความลงบนเว็บไซต์ของบริษัทร่วมโครงการสหกิจศึกษา เพื่อผลประโยชน์ทางการตลาดของบริษัทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Guideline for the Selection of Acoustic Materials for the Factory

Student Intern Name: Mr. Tapana Choowanapirom , Mr. Sirichart Tharaprasert , Miss Nichada Klombunchong

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

Advisor Name: Kajornsak Kittimethaveenan

Mentor Name: Naiyana Assawakranjana

Company: Asa ThermAcoustic Co., Ltd.

ABSTRACT

This cooperative studies are studying about noise problems in daily life, causes of noise problems and basic troubleshooting methods. Further, it is also studying on noise problem solving related to the use of acoustic material ; to study on the various characteristics of acoustic materials, acoustic materials design and plan and guidance for choosing suitable and usable acoustic materials for solve each kinds of noise problems.
Study will be presented in the form of a report and writing as an article on the website of cooperative company for the its marketing benefit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณนัยนา อัศวกาญจนา และพนักงาน บริษัท อาสา เทอร์มาคูสติก จำกัด ทุกท่าน ที่ให้โอกาสสนับสนุนและโครงานสหกิจศึกษาให้ผ่านลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดระยะเวลา 4 เดือน

ขอขอบคุณบุคลากรท่านอื่น ๆ ภายในและนอกบริษัทที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน และจัดทำรายงาน

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ขจรศักดิ์ กิตติเมธาวีนันท์ ที่คอยให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาโครงการสหกิจศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเป็นที่ ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลของการทำงานจริง ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นายฐปน ชูวนะภิรมย์ , นายสิริชาติ ธาราประเสริฐ และนางสาวนิชดา กล่อมบรรจง
ผู้จัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	2
กิตติกรรมประกาศ	3
สารบัญ	4
บทที่ 1 บทนำ	6
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	6
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	6
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	6
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1.1. ความยาวคลื่น	8
2.1.2. ค่า Octave band frequency	9
2.1.3. Sound pressure level	10
2.1.4. Sound power level	11
2.1.5. Sound intensity level	11
2.1.6. การกระจายของเสียง (Sound Propagation)	11
2.1.7. ค่า Transmission loss (TL)	14
2.1.8. Sound Transmission class	15
2.1.9. Noise Criteria (NC)	16
2.1.10. Noise Reduction Coefficient (NRC)	16
2.1.11. SAC (Sound Absorption Coefficient)	17
2.1.12. ชนิดของของไหลในท่อลำเลียง	18
2.2. งานที่เกี่ยวข้อง	21
2.2.1. มาตรฐาน ISO	21
2.2.2. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	24
3.1. ศึกษาปัญหาเสียง	24
3.2. ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาเสียง	24
3.3. เตรียมเครื่องมือ	25
3.4. วิธีการรวบรวมข้อมูล	27
3.5. ศึกษาโปรแกรม	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6. ทำNoise Contour 31
3.7. ทำรายงานส่งลูกค้า 32
3.8. ศึกษาจากผลตอบรับจากลูกค้า 33
3.9. ศึกษาการเขียนบทความ 34
3.10. เขียน Content ลงบน Website 34
บทที่ 4 ผลการทดลองและการประเมิน 36
บทที่ 5 สรุป 37
บรรณานุกรม 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในชีวิตประจำวันของปัจจุบัน การแก้ไขปัญหาทางด้านเสียงถูกมองว่าเป็นปัญหาที่ไกลตัวและยากที่จะเข้าใจ รวมถึงการไม่ใส่ใจที่จะแก้ปัญหาอย่างถูกวิธี ทางเราจึงได้เขียนบทความให้ความรู้และความเข้าใจของปัญหาเสียงที่เกิดขึ้นและการแก้ไขปัญหาของเสียง โดยที่อ้างอิงจากการทำงานจริงผ่านโรงงานต่าง ๆ ซึ่งบทความนี้ได้เรียบเรียงให้เข้าถึงได้ง่ายแม้กระทั่งบุคคลทั่วไปก็สามารถเข้าใจได้

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานสหกิจ

1) เพื่อเรียนรู้ปัญหาของเสียงและวิธีการแก้ไขปัญหาของเสียงอย่างเหมาะสม
2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและเครื่องมือที่จะใช้นำมาแก้ไข
3) เพื่อการเขียนบทความ (Digital Content) จากปัญหาที่พบ โดยใช้ solution เป็นจุดขาย ให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ง่าย

1.3 ขอบเขตของโครงงานสหกิจ

1) ศึกษาปัญหาเสียงในโรงงาน
2) วิเคราะห์ปัญหาและแยกประเภทเสียง
3) เลือกตัวอย่างปัญหาเสียงรบกวน
4) หาวิธีแก้ไขปัญหาเสียง
5) เขียนบทความลงบนเว็บไซต์

1.4 วิธีดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎี เนื้อหา ที่เกี่ยวกับเรื่อง Acoustic Engineering
2) สำรวจปัญหาเสียงที่พบด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
3) วิเคราะห์ปัญหาและปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหารวมถึงการศึกษาข้อมูลวัสดุ เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อเสนอแนวทางการแก้ไข
4) ศึกษามาตรฐาน ISO และ Specification ของวัสดุเพื่อแนะนำแนวทางแก้ปัญหาเสนอแก่ลูกค้า
5) ทำรายงานผลตรวจวัดเสียง พร้อมแนวทางการแก้ไขและวัสดุที่ใช้ รอผลตอบรับจากลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สรุปข้อมูลจากกรณีศึกษาของลูกค้าและจัดทำการตลาดผลิตภัณฑ์สำหรับเขียนบทความทำรูปภาพประกอบ
7) เลือกกลุ่มเป้าหมายในการเขียนบทความ ซึ่งบทความนี้ให้วิศวกรประจำโรงงานที่มีปัญหาได้อ่านและสามารถตัดสินใจเลือกซื้อSolutionและวัสดุของบริษัทได้ โดยเนื้อหาที่เขียนมีความเข้าใจง่ายในระดับที่บุคคลทั่วไปอ่านและเข้าใจ
8) ทดลองเขียนบทความสรุปปัญหาและวิธีการแก้ไข รวมถึงร่างหัวข้อและทำLayoutสำหรับการLinkลงในเว็บไซต์
9) จัดทำรูปภาพประกอบ
10) ทดลองให้บุคคลทั่วไปอ่านบทความเพื่อหาจุดบกพร่องและทำการแก้ไข เมื่อได้เป็นที่พอใจแล้วอัพโหลดบทความลงบนเว็บไซต์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) รู้และเข้าใจถึงปัญหาของเสียงที่เกิดขึ้น
2) เข้าใจในการคิดวิเคราะห์ลักษณะของเสียงที่เกิดขึ้น
3) แก้ไขปัญหาลดเสียงที่เกิดจากท่อได้โดยการเลือกใช้วัสดุตามที่มาตรฐานกำหนด
4) สามารถนำหลักการคิดวิเคราะห์การเกิดเสียงไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเสียงอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

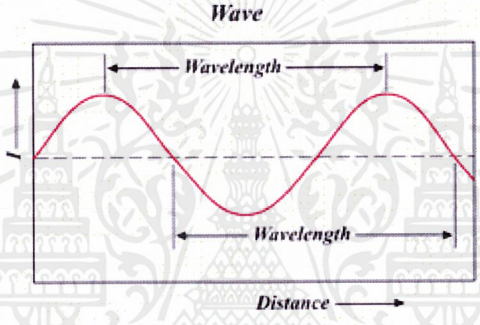
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1. ความยาวคลื่น

ระยะทางระหว่างส่วนที่ซ้ำกันของคลื่น สัญลักษณ์แทนความยาวคลื่นที่ใช้กันทั่วไปคือ แลมดา (λ) แกนนอนในแผนภูมิแทนระยะทาง และแกนตั้งแทนค่า ณ เวลาหนึ่ง ของปริมาณหนึ่งซึ่งกำลังเปลี่ยนแปลง เช่น สำหรับคลื่นเสียง ปริมาณที่กำลังเปลี่ยนแปลงก็คือแรงดันอากาศ หรือสำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปริมาณที่กำลังเปลี่ยนแปลงก็คือสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นฟังก์ชันของระยะทาง

ความยาวคลื่นสัมพันธ์แบบผกผันกับความถี่ของคลื่นนั้น โดยความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับความเร็วของคลื่นหารด้วยความถี่



รูปที่ 1 : ความยาวคลื่น

แหล่งที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = ความยาวคลื่น

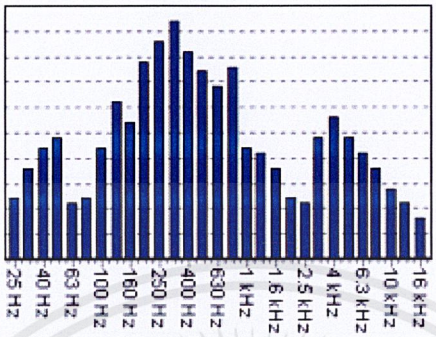
c = ความเร็วแสงในสุญญากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 299,792,458 เมตรต่อวินาที

f = ความถี่ของคลื่น

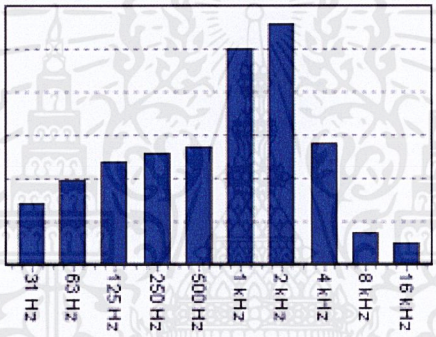
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. ค่า Octave band frequency

คือ การแบ่งความดังของความถี่แต่ละช่วง ซึ่งแต่ละช่วงจะห่าง 2 เท่าของความถี่ เมื่อนำความดังของแต่ละความถี่มาเฉลี่ยรวมกันจะได้ความดังของเสียงนั้น จากวิธีการหาดังกล่าวจะได้ค่าเฉลี่ยของ Octave band frequency เรียกว่า L_{aeq}



รูปที่ 2 : ตารางแสดง Octave band frequency แบบ 1/3



รูปที่ 3 : ตารางแสดง Octave band frequency แบบ 1/1

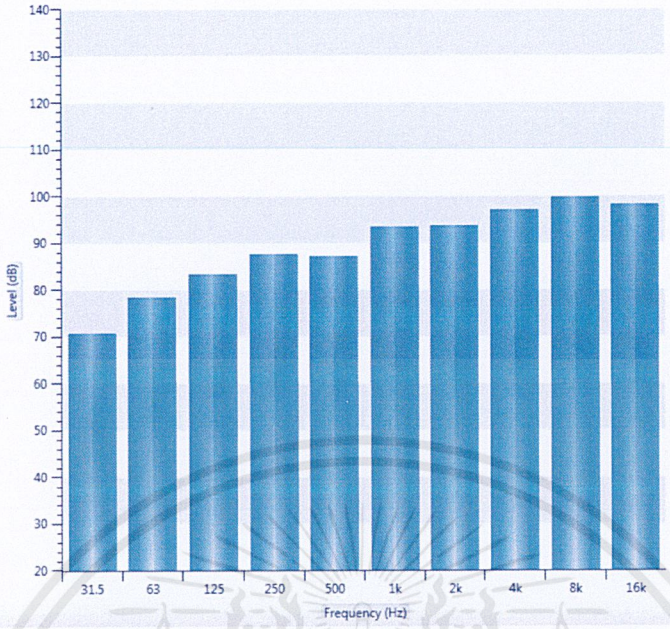
การคำนวน Octave band frequency คือ การนำช่วงความถี่ทั้งหมดมาหาค่ารวมเพื่อหาค่าความดังรวมของเสียงชนิดนี้

$$L_{aeq} = 10 \log 10^{\frac{Lp}{10}}$$

L_p = ค่าความดังของแต่ละช่วงความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวนหาค่าความดังรวม L_{aeq}



รูปที่ 4 : รูปแสดงค่า Laeq

แหล่งที่มา : https://www.cirrusresearch.co.uk/blog/2013/02/calculation-of-dba-from-octave-band-sound-presssure-levels/

$$L_{aeq}=10\log\left(10^{\frac{70}{10}}+10^{\frac{79}{10}}+10^{\frac{83}{10}}++10^{\frac{88}{10}}+10^{\frac{87}{10}}+10^{\frac{86}{10}}+10^{\frac{93}{10}}+10^{\frac{93}{10}}+10^{\frac{100}{10}}+10^{\frac{98}{10}}\right)$$

=103.45 dB(A)

2.1.3. Sound pressure level

ค่าความดันเสียง คือ ปริมาณเสียงที่กระจายออกมาในรูปของพลังงานแปรผันตามระยะทางและพื้นที่การกระจายตัว

$$L_p = 20\log_{10}\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)$$

L_p = Sound pressure level

P คือ ค่าความดันของเสียง

$P = P_0 \times 10^{(L_p/20)}$ Pa

P_{ref} = ค่าเฉลี่ยอ้างอิงของเสียงที่กระจายตัว

$= 20 \times 10^{-6}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4. Sound power level

ค่าพลังงานของเสียง คือ ค่าความดังของจุดกำเนิดเสียง ไม่มีการแปรผันตามตัวแปร

$$L_W = 10\log_{10}\left(\frac{Lp}{10}\right)$$

2.1.5. Sound intensity level

ค่าความเข้มของเสียง คือ ปริมาณของพลังงานเสียงที่กระจายตัวออกมา ยิ่งใกล้แหล่งกำเนิดยิ่งมีค่า Sound intensity level มากขึ้น

$$L_p = 20\log_{10}(\frac{I}{Iref})$$

I = ค่าความเข้มของเสียง

$I = I_0 \times 10(L_I/10)$ W/m2

I_{ref} = ค่าเฉลี่ยอ้างอิงความเข้มของเสียง

$= 10^{-12}$

2.1.6. **การกระจายของเสียง** (Sound Propagation)

การกระจายตัวของเสียงในสถานที่เปิด เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นที่กระจายตัวได้ดีในของแข็งซึ่งจะกระจายตัวจากจุดกำเนิดรอบทิศทาง ดังนั้นค่าความดังและพลังงานของของเสียงจะแปรผันตามระยะทางที่เสียงได้แพร่กระจายออกมา

สูตรคำนวณหาค่าความดังของเสียงโดยเสียงที่ได้คือค่าความดังที่ตำแหน่งจุดกำเนิด

$$L_p = L_W - 20\log(r) - 10\log\left(\frac{Q}{4\pi}\right)$$

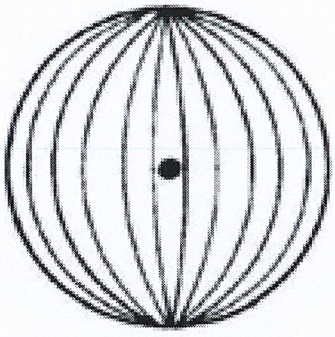
L_W = Sound power level

r = ระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียง

โดยค่า Q คือค่า Factor ขึ้นอยู่กับจำนวนผนังสะท้อนภายในห้อง จากสูตรข้างต้นคือการคำนวนโดยลักษณะสถานที่กระจายของเสียงเป็นที่เปิดไม่มีผนังสะท้อน ซึ่งค่า Q จะมีค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

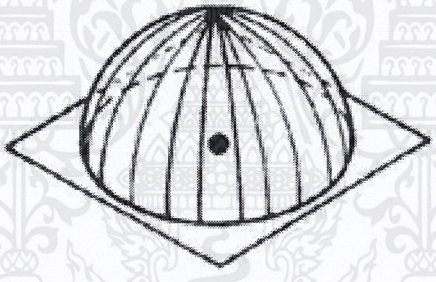
- จุดกำเนิดเป็นอิสระจากพื้นและไม่มีผนังล้อมรอบ ค่า Q จะมีค่าเท่ากับ 1



รูปที่ 5 : รูปจำลองการกระจายของเสียงในทุกทิศทางอย่างอิสระ

$$L_p = L_W - 20\log(r) - 11$$

- บริเวณที่จุดกำเนิดติดกับพื้น ค่า Q จะมีค่าเท่ากับ 2

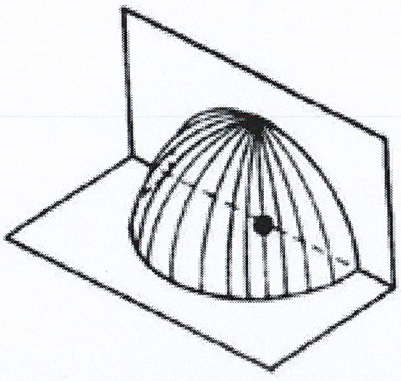


รูปที่ 6 : รูปจำลองการกระจายของเสียงในทุกทิศทางโดยมีจุดกำเนิดอยู่บนพื้น

$$L_p = L_W - 20\log(r) - 10\log(r) - 8$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

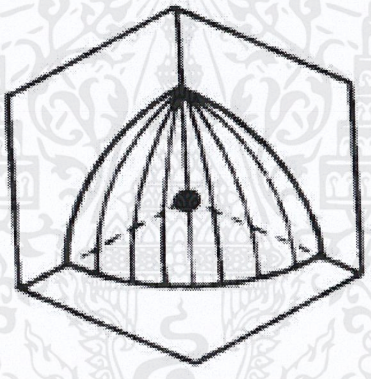
- บริเวณที่จุดกำเนิดติดกับพื้นและผนังด้านเดียว ค่า Q จะมีค่าเท่ากับ 4



รูปที่ 7 : รูปจำลองการกระจายของเสียงในทุกทิศทางโดยจุดกำเนิดอยู่บนพื้นและติดกำแพง

$$L_p = L_W - 20\log(r) - 10\log(r) - 5$$

- บริเวณที่จุดกำเนิดติดกับพื้นและผนังสองด้าน ค่า Q จะมีค่าเท่ากับ 8



รูปที่ 8 : รูปจำลองการกระจายของเสียงในทุกทิศทางโดยจุดกำเนิดอยู่ที่มุมห้อง

$$L_p = L_W - 20\log(r) - 10\log(r) - 2$$

ตารางแสดงค่าความดังเสียงที่ลดทอนลงไปตามระยะทางที่กระจายตัวออกไป

Distance from noise source centre (r) in m		1	2	4	8	10	16	32	64	100	200	400	800	1000
Spherical propagation L_W-L_p dB	Q = 1	-11	-17	-23	-29	-31	-35	-41	-47	-51	-57	-63	-69	-71
Hemispherical propagation L_W-L_p dB	Q = 2	-8	-14	-20	-26	-28	-32	-38	-44	-48	-54	-60	-66	-68
Quarter-spherical propagation L_W-L_p dB	Q = 4	-5	-11-	-17	--23	-25	-29	-35	-41	-45	-51	-57	-63	-65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 ค่า Transmission loss (TL)

ค่าสูญเสียการส่งเสียงผ่านวัสดุแต่ละชนิด บอกถึงวัสดุหรือฉนวนที่สามารถลดระดับความเข้มเสียงได้กี่เดซิเบล (dB) ซึ่งวัสดุจะลดเสียงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและโครงสร้างภายในของวัสดุ และวัสดุทุกชนิดจะลดระดับความเข้มเสียงที่ความถี่ต่างๆได้ไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$TL = 10\log\left(\frac{W1}{W2}\right)$$

$$TL = 10\log\left(\frac{1}{\lambda}\right)$$

TL = ค่าสูญเสียการส่งเสียงผ่านวัสดุ (dB)
W1 = กำลังเสียงที่ตกกระทบผนัง (Watt)
W2 = กำลังเสียงที่ทะลุผ่านผนัง (Watt)
λ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นฉนวนของวัสดุแต่ละประเภท

$$\lambda = \frac{1}{antilog10\left(\frac{TL}{10}\right)}$$

ในกรณีที่เป็นการสั่นสะเทือนของเสียงผ่านโครงสร้าง ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมากจะป้องกันเสียงได้ดี แต่ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักเบาจะป้องกันเสียงได้ไม่ดี ดังนั้นการสั่นสะเทือนของเสียงผ่านโครงสร้างจะต้องมีเรื่องของน้ำหนักมาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ดังนั้นสมการที่ใช้คำนวนค่า TL จะเป็นดังนี้

$$TL = 20\log M + 20\log f - 45$$
$$TL = 20\log M + 12\log f - 29$$

TL คือ ค่าการสูญเสียการส่งผ่านของเสียงผ่านโครงสร้าง (dB)
M คือ มวลต่อพื้นที่ $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$
f คือ ความถี่ของเสียง (Hz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 Sound Transmission Class

ค่าระดับการป้องกันเสียง คือ ดัชนีที่บ่งบอกผลรวมเฉลี่ยของ ค่าการสูญเสียพลังงานเสียง ขณะส่งผ่านในความถี่ตั้งแต่ 125 Hz จนถึง 4,000 Hz เพื่ออธิบายประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของสิ่งก่อสร้างนั้นในรูปแบบตัวเลขเดียว เช่น กำแพงป้องกันเสียง มีค่า STC-50 ,ผนังป้องกันเสียง มีค่าSTC-30 โดยวิธีการคำนวนค่าระดับการป้องกันเสียง อ้างอิงจากเอกสาร ASTM E413 มีเงื่อนไขในการคำนวนดังนี้

- เก็บข้อมูลค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านในความถี่ตามมาตรฐานตั้งแต่125Hzจนถึง 4,000 Hz และค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านน้อยกว่าค่าอ้างอิงของค่าระดับ การป้องกันเสียง ตามตารางค่าอ้างอิงของค่าระดับการป้องกันเสียง ให้นำค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน ลบกับค่าอ้างอิงของค่าระดับการป้องกันเสียง โดยผลรวมความแตกต่างแต่ละความถี่จะต้องไม่เกิน 8
- ผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านและค่าระดับการป้องกันเสียงจะต้องไม่เกิน 32

ตารางค่าอ้างอิงของค่าระดับการป้องกันเสียง (Sound Transmission Class, STC)

ความถี่	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz
ค่าอ้างอิง	-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	+1
ความถี่	800 Hz	1,000 Hz	1,250 Hz	1,600 Hz	2,000 Hz	2,500 Hz	3,150 Hz	4,000 Hz
ค่าอ้างอิง	+2	+3	+4	+4	+4	+4	+4	+4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9. Noise Criteria (NC)

คือ ค่าความเงียบในสถานที่ต่างๆ ถ้าสถานที่นั้นมีค่า NC น้อยคือเสียงเงียบ แต่ถ้าสถานที่นั้นมีค่า NC มาก แสดงว่ามีความดัง เช่น ห้องนอนจะมีค่า NC น้อยกว่าสำนักงาน เพราะห้องนอนมีความเงียบมากกว่าสำนักงาน สถานที่แต่ละที่ต้องการความเงียบไม่เท่ากัน ดังนั้นค่า NC จึงถูกกำหนดขึ้นเป็นเกณฑ์มาตรฐานว่า ภายในสถานที่แต่ละที่ควรมีค่าความเงียบเท่าไร ตารางด้านล่างเป็นตารางบอกค่าNCในสถานที่ต่างๆควรมีค่าเท่าไร

Type of Room - Space Type	Recommended NC Level NC Curve	Equivalent Sound Level (dBA)
Residences		
Apartment Houses	25-35	35-45
Assembly Halls	25-30	35-40
Churches	30-35	40-45
Courtrooms	30-40	40-50
Factories	40-65	50-75
Private Homes, rural and suburban	20-30	30-38
Private Homes, urban	25-30	34-42
Hotels/Motels		
Individual rooms or suites	25-35	35-45
Meeting or banquet rooms	25-35	35-45
Service and Support Areas	40-45	45-50
Halls, corridors, lobbies	35-40	50-55
Offices		
Conference rooms	25-30	35-40
Private	30-35	40-45
Open-plan areas	35-40	45-50
Business machines/computers	40-45	50-55

รูปที่9 : ตารางแสดงค่ามาตรฐาน NC ในแต่ละสภาพแวดล้อม

แหล่งที่มา : http://www.svantekthailand.com/nc-value2.html

2.1.10. Noise Reduction Coefficient (NRC)

คือ ค่าเฉลี่ยการดูดซับเสียงของวัสดุ เป็นค่าที่บอกถึงวัสดุสามารถดูดซับพลังงานเสียงได้มากเท่าไร มีความคล้ายกับค่า SAC ต่างกันตรงที่ค่า NRC คือค่าเฉลี่ยของค่า SAC หลายความถี่ เนื่องจากวัสดุทุกชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงแต่ละความถี่ไม่เท่ากัน ดังนั้นต้องนำค่า SAC ของทุกความถี่ตั้งแต่ 125 - 4000 Hz มาเฉลี่ยกันให้กลายเป็นค่า NRC

ถ้าวัสดุใดมีค่า NRC น้อยกว่า 0.40 ถือว่าวัสดุนั้นไม่สามารถในการดูดซับเสียงได้ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้ค่า NRC ตั้งแต่ 0 – 100% เช่นค่า NRC เท่ากับ 0.8 หมายความว่า วัสดุนี้มีค่าเฉลี่ยในการดูดซับเสียงทุกย่านความถี่ได้ 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางต่อไปนี้แสดงถึงค่า NRC ของแต่ละวัสดุที่ต่างชนิดกัน ความหนา และ ความหนาแน่น เพราะวัสดุชนิดเดียวกันแต่มีความหนาและความหนาแน่นต่างกัน ก็จะมีค่า NRC ต่างกัน

Sample	Density ($kg \cdot m^3$)	Thickness (mm)	Noise reduction coefficient
Feather fibre mat sample 4	32	50	0.70
Kenaf[a]	100	60	0.70
Wood fibre[a]	100	60	0.60
Sheep wool[a]	40	60	0.70
Coconut[a]	60	50	0.50
Cellulose fibre mat	56	50	0.65
Mineral wool mat	41	50	0.65

[a] Data taken from reference [11].

รูปที่ 10 : ตารางแสดงค่า NRC ของวัสดุ

2.1.11. SAC (Sound Absorption Coefficient)

คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับพลังงานเสียงของวัสดุ เช่น วัสดุมีค่า SAC เท่ากับ 0.8 ดังนั้นเมื่อมีพลังงานเสียง 100% วิ่งเข้ามากระทบวัสดุตัวนี้ พลังงานเสียง 80% จะถูกวัสดุตัวนี้ดูดซับเอาไว้ และที่เหลืออีก 20% จะสะท้อนออก แต่ถ้าวัสดุมีค่า SAC เท่ากับ 1 หมายความว่าวัสดุตัวนี้สามารถดูดซับพลังงานเสียงได้ 100% โดยผลรวมของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับกับพลังงานเสียงที่สะท้อนออก จะต้องเท่ากับ 100% เสมอ

วัสดุทุกตัวมีความสามารถในการดูดซับเสียงในแต่ละย่านความถี่ได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นการวัดค่า SAC ของวัสดุจะต้องทำหลายๆความถี่ เช่น 250, 1000 , 4000 Hz เป็นต้น เช่น วัสดุมีค่าSAC ที่ความถี่ 125 Hz เท่ากับ 0.6 แต่กลับมีค่าSAC ที่ความถี่ 4000 Hz เท่ากับ 0.8 เป็นต้น โดยค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ สามารถหาได้จากการเทียบอัตราส่วนระหว่าง พลังงานเสียงที่ถูกดูดซับกับพลังงานจากแหล่งกำเนิดเสียง ดังสมการต่อไปนี้

$$\alpha(f) = \frac{sound\ intensity\ absorbed}{sound\ intensity\ incident}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.12. ชนิดของของไหลในท่อลำเลียง

2.1.12.1. ท่อส่งของเหลว

คุณสมบัติทั่วไปของท่อส่งของเหลว จะต้องมีความทนทานต่อการผุกร่อน ไม่แตกหักง่าย สามารถรับแรงดันได้ดี โดยท่อส่งของเหลวแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ท่อเย็น และ ท่อร้อน

- ท่อเย็น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดก็คือ การรักษาความเย็นภายในท่อ โดยไม่ให้ความร้อนแทรกเข้ามา ท่อเย็นจะแบ่งได้ 3ประเภท ได้แก่ 1.)ท่อส่งน้ำประปา 2.)ท่อส่งน้ำดื่ม 3.)ท่อนำสารทำความเย็น

- ท่อร้อน ได้แก่ ท่อน้ำมัน ซึ่งคุณสมบัติของท่อส่งน้ำมัน ทำด้วยเหล็กเหนียวที่มีความแข็งแรง เพราะปกติจะฝังอยู่ดินที่มีความลึกอย่างน้อย1.5เมตร เคลือบสารFBE (Fusion Boded Epoxy) เพื่อป้องกันการผุกร่อน ทั้งภายนอกและภายในท่อ ติดตั้งระบบ Cathodic Protection System เป็นระบบไฟฟ้าที่ช่วยป้องกันการผุกร่อนของท่อ และจะต้องมีการพอกคอนกรีตรอบนอกท่อในกรณีวางท่อใต้น้ำหรือดินเหลว

2.1.12.2. ท่อส่งของแข็ง

• ส่วนใหญ่จะเป็นของที่มีลักษณะเป็นเม็ด เช่น เมล็ดกาแฟ เม็ดพลาสติก เรซิ่น เป็นต้น วัสดุที่ใช้ในการทำท่อจะใช้ได้ทั้งเหล็ก หรือ PVCที่เป็นทั้งแบบอ่อนและแบบแข็ง โดยท่อส่งจะต้องไม่มีปัญหาด้านไฟฟ้าสถิตเนื่องจากเวลาของแข็งเสียดสีกันจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้และส่งผลให้ท่ออุดตัน

• คุณสมบัติ

- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- ป้องกันไฟฟ้าสถิต
- ทนการกัดกร่อน
- โค้งงอได้ดี
- ทนแรงดูดและแรงดัน

2.1.12.3. ท่อส่งก๊าซ

• ก๊าซธรรมชาติ

- เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถติดไฟ ลุกไหม้ และระเบิดได้มาใช้ประโยชน์นั้น จำเป็นต้องใช้การขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูง ที่สำคัญต้องเป็นระบบที่สามารถนำก๊าซธรรมชาติไปสู่มือผู้บริโภคได้อย่าง ปลอดภัยและเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด การขนส่งก๊าซธรรมชาติในสถานะของก๊าซ จึงเหมาะสมที่จะใช้กระบวนขนส่งโดยระบบท่อมากที่สุด เนื่องจากเป็นเวลานาน ที่สำคัญคือ แยกออกจากการขนส่งมวลชนโดยเด็ดขาด

- ภายในท่อส่งก๊าซฯมีแรงดันสูง หากอยู่ติดชิดกับท่อในขณะที่เกิดอุบัติเหตุ จะทำให้ก๊าซ พุ่งเข้ามาสัมผัสปะทะกับร่างกายโดยตรงอาจทำให้บาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงในบรรยากาศโดย ทั่วไปในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) ว่าระดับเสียงใน 24 ชั่วโมง มีค่ามาตรฐานที่ระดับต่ำกว่า 70 เดซิเบล หากท่อส่งก๊าซฯ เกิดอุบัติเหตุรั่วไหลด้วยความดันสูง ควรอพยพผู้คนออกจากบริเวณนั้น เพราะหากอยู่ใกล้เป็นเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อระบบการได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 : ท่อส่งก๊าซธรรมชาติภายในโรงงาน

• ท่อลำเลียงลม (Air Duct)

- ท่อลมเย็นที่ทำหน้าที่ลำเลียงอากาศจาก AHU ไปยังที่ต่างๆในระบบปรับอากาศ

Air Duct มี 4 ประเภท ได้แก่

1.Supply Air Duct (SAD) : ท่อจ่ายลมเย็นไปยังส่วนต่างๆของอาคาร

2.Return Air Duct (RAD) : ท่อดึงลมกลับไปยัง AHU

3.Exhaust Air Duct (EAD) : ท่อระบายอากาศ ระบายอากาศภายในอาคาร

4.Fresh Air Duct (FAD) : ท่อเติมอากาศ เติมอากาศเข้ามาภายในอาคาร

- เสียงที่เกิดจากในระบบปรับอากาศ

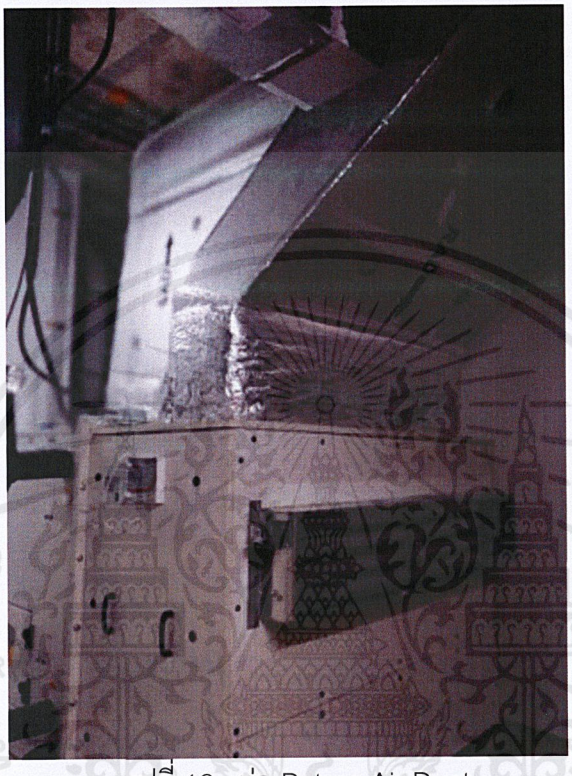
- บริเวณที่ตัวท่อมีการเปลี่ยนเส้นทางหรือเปลี่ยนขนาด
- เสียงที่มีต้นกำเนิดมาจากเครื่อง AHU ภายในห้องเครื่องแล้วสั่นสะเทือนผ่านมายังท่อ (Air Duct)
- บริเวณปลายท่อ Supply Air Duct และ Return Air Duct

- ลักษณะของเสียง

เนื่องจากท่อ Air Duct มีลักษณะเป็นโลหะของแข็งที่มีความสามารถในการสั่นสะเทือนสูงอยู่แล้ว การที่มีเสียงเกิดขึ้นจากต้นทางแน่นอนว่าท่อเหล่านี้นอกจากนำความเย็นไปสู่ห้องต่างๆภายในอาคารยังนำเสียงที่น่ารำคาญและเป็นที่รบกวนอีกด้วย เสียงเหล่านี้เกิดจากลมที่มีแรงดันสูงเคลื่อนผ่านท่อด้วยความเร็ว โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของท่อและทิศทางในการเดินท่อ ปัญหาส่วนใหญ่ที่จะเกิดเสียงรบกวนคือบริเวณจุดเปลี่ยนทิศทางลมของ Air Duct ที่จะทำให้ลมที่มีความเร็วเปลี่ยนทิศทางและกระทบกับผิวของ Air Duct ทำให้เกิดเสียงขึ้นภายในท่อและกระจายผ่านตัวกลางมายังหูของเรา โดยเสียงเหล่านี้ไม่ได้เกิดเพียงแค่จุดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วหายไปแต่ยังคงสั่นและแพร่กระจายไปตามท่ออีกระยะหนึ่งด้วย ทำให้การแก้ปัญหาเสียงจาก Air Duct มีความยุ่งยากค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังมีเสียงของเครื่อง AHU ภายในห้องเครื่องที่ทำหน้าที่ขับลมไปผ่าน Air Duct แน่นอนว่าเสียงเหล่านั้นก็มาพร้อมกับความเร็วลมที่เครื่อง AHU ปล่อยลมออกมาเช่นกัน(เสียงลมเกิดจากการเปลี่ยนทิศ สั่นสะเทือนตัวพัดลม ทิศทางการเกิดลม FW,BW Fan เสียงให้ค่าไม่เท่ากัน วิธีแก้ที่ดีที่สุดคือเครื่อง การออกแบบductเป็นผลของการเกิดเสียง)



รูปที่ 12 : ท่อ Return Air Duct

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. งานที่เกี่ยวข้อง

2.2.1. มาตรฐาน ISO

2.2.1.1. ISO 15665

ใช้นิยามประสิทธิภาพของอะคูสติกเป็นคลาสได้แก่ Class A , B และ C ของฉนวนที่นำมาหุ้มท่อ และอธิบายถึงการที่นำมาทดสอบเทียบกับการก่อสร้างรูปแบบต่างๆเพื่อหาฉนวนที่สามารถควบคุมเสียงให้ได้ตามประสิทธิภาพตามคลาสที่กำหนดไว้ ซึ่งมาตรฐานนี้ใช้ได้กับท่อที่เป็นเหล็กทรงกระบอกและอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับท่อ แต่ไม่สามารถใช้กับฉนวนหุ้มท่อส่งลงสี่เหลี่ยมและภาชะบรรจุหรือเครื่องจักรได้

2.2.1.2. ISO 3741

เป็นมาตรฐานที่ควบคุมเกี่ยวกับรูปร่างที่มีผลต่อเสียงภายในห้อง ค่าการดูดซับเสียงภายในห้อง ค่า Background Noise อุณหภูมิรวมถึงความชื้นภายในห้องด้วย ขนาดของห้องที่ ISO 3741 ได้กล่าวว่าห้องที่มีการสะท้อนที่มีปริมาตรห้องน้อยกว่า Grade ของห้อง ณ ที่ความถี่ช่วงที่สนใจ หรือมีปริมาตร 300 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไปความแม่นยำของการทดลองภายในห้องนี้ถึงจะถูกต้อง ISO 3741 แบ่งเกรดของห้องทดลองเป็น3 แบบดังนี้ ห้องทดลองที่มีค่า Background Noise มากกว่า 10dB ,มากกว่า 6dB และมากกว่า 4dB ตามลำดับ

2.2.2. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

2.2.2.1. มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวันไม่ให้เกินมาตรฐานตามตารางโดยหน่วยวัดระดับเสียงดังที่ใช้เป็นเดซิเบลเอ

ตารางมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน

ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ)	ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*	
	ชั่วโมง	นาที
๘๖	๑๖	-
๘๗	๑๒	๔๒
๘๘	๑๐	๕
๘๙	๙	-
๙๐	๘	๐๘
๙๑	๗	๑๗
๙๒	๖	๓๕
๙๓	๕	๐๔
๙๔	๔	๓๑
๙๕	๓	๔๘
๙๖	๓	๐๐
๙๗	๒	๕๔
๙๘	๒	๓๖
๙๙	๒	๑๙
๑๐๐	๒	๐๐
๑๐๑	๑	๔๘
๑๐๒	๑	๔๑
๑๐๓	๑	๓๔
๑๐๔	๑	๒๘
๑๐๕	๑	๒๓
๑๐๖	๑	๑๙
๑๐๗	๑	๑๕
๑๐๘	๑	๑๒
๑๐๙	๑	๐๙
๑๑๐	๑	๐๗
๑๑๑	๑	๐๕

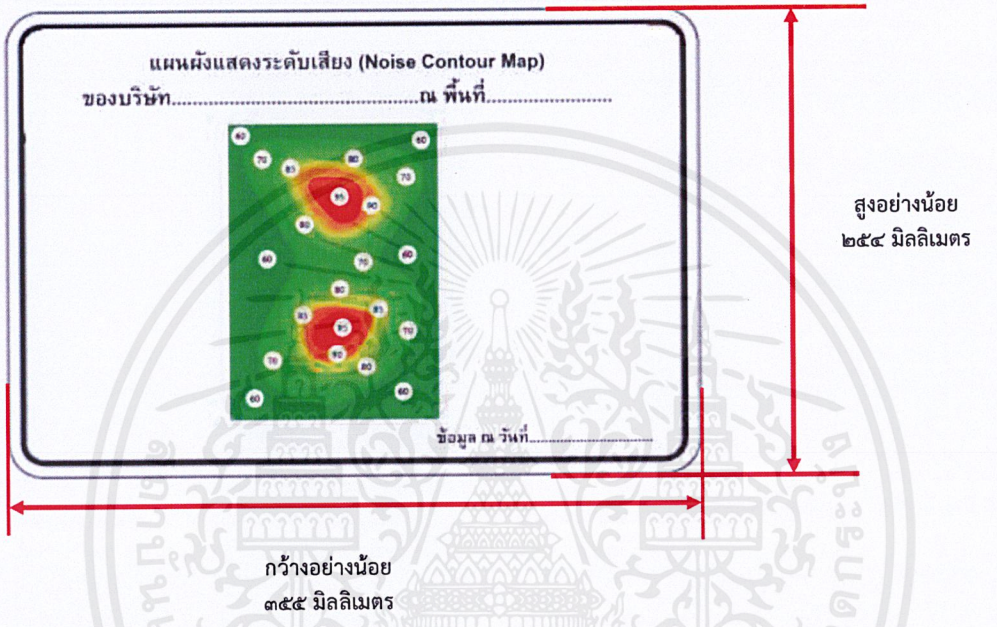
รูปที่ 13 : ตารางมาตรฐานระดับเสียงที่ลูกจ้างควรได้รับต่อวัน

แหล่งที่มา : http://legal.labour.go.th/2018/images/law/Safety2554/3/s_1015.pdf

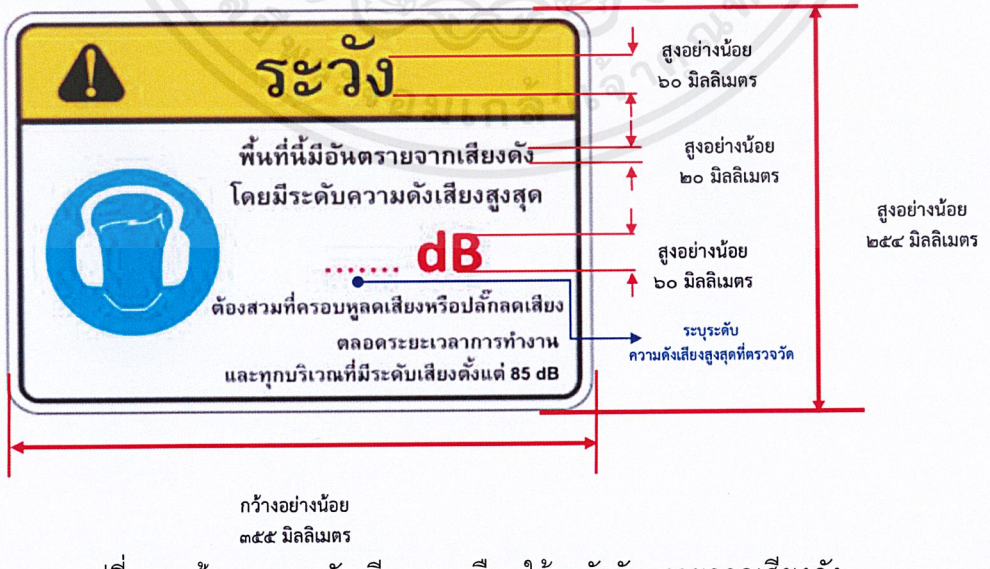
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2. **หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ**

นายจ้างจะต้องทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometric sting) แก่ลูกจ้างที่สัมผัสเสียงดังที่ได้รับ เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่แปดสิบห้าเดซิเบลเอขึ้นไป และให้ทดสอบสมรรถภาพ การได้ยินของลูกจ้างครั้งต่อไปอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งหากผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพบว่าลูกจ้างสูญเสียการได้ยินที่หูข้างใดข้างหนึ่ง ตั้งแต่สิบห้าเดซิเบลขึ้นไปที่ความถี่ใดความถี่หนึ่ง นายจ้างจะต้องจัดทำเอกสารขนาดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise Contour Map) ในแต่ละพื้นที่ ป้ายบอกระดับเสียง และเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง และเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล



รูปที่ 14 : รูปแบบและขนาดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise Contour Map)



รูปที่ 15 : ป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 : เครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงานสหกิจ

3.1. ศึกษาปัญหาเสียง

ในการศึกษาเสียงต้องมีการเจอกับเสียงนั้นจริงเพื่อสามารถมองภาพรวมออกว่าเสียงเกิดขึ้นที่ไหน เกิดขึ้นได้อย่างไรและตรงไหน วิเคราะห์ให้เป็นว่าต้องมีวิธีการวัดเสียงในแต่ละขั้นตอน

3.1.1. ทราบขนาดห้องและทำการวัดNoise Contourในพื้นที่นั้น

3.1.2. วัดหาเสียงในแต่ละจุดที่กำเนิดเสียงรวมถึงขนาดของวัตถุที่ทำให้เกิดเสียงนั้น

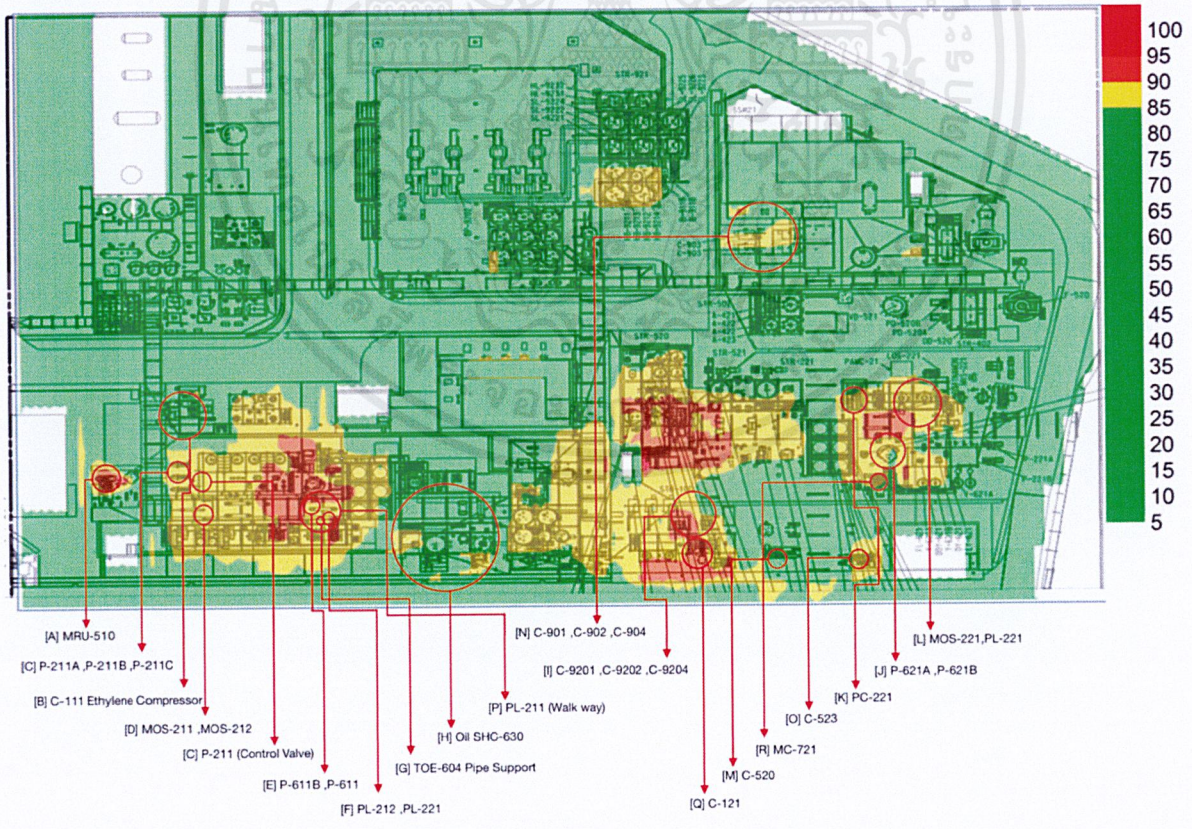
3.1.3. สังเกตว่าเสียงมีลักษณะเป็นแบบไหน ดูจากย่านความถี่ที่เกิดขึ้น

3.2. ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาเสียง

3.2.1. ดูว่าเสียงมีลักษณะเป็นแบบไหน อยู่ในย่านความถี่ไหน

3.2.2. ศึกษาหาวัสดุที่จะมาใช้ในการแก้ปัญหา อย่างเช่น ท่อ ควรศึกษามาตรฐานISO 15665 โดยที่มีการเลือกชั้นชนิดของวัสดุจากปัญหาของเสียงว่าต้องการให้เสียงลดไปมากเท่าไร และดูในแต่ละชั้นต้องมีการเลือกใช้วัสดุที่มีลักษณะเป็นแบบใด รวมถึงวิธีการติดตั้ง

3.2.3. ทำการวาดแบบแปลนของห้องและทำการทดลองทำNoise Contourจะสามารถจำลองได้ว่า ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์การลดเสียงนั้นเห็นผลเป็นอย่างไร

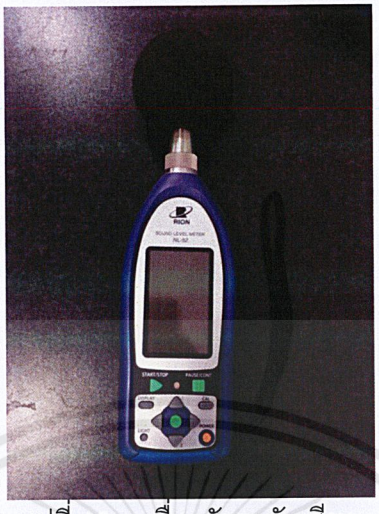


รูปที่ 17 : ภาพ Noise Contour ของโรงงานแปรรูปเม็ดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

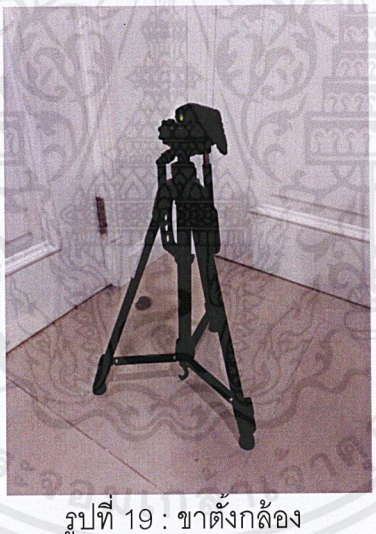
3.3. เตรียมเครื่องมือ

1.) เครื่องวัดระดับเสียง



รูปที่ 18 : เครื่องวัดระดับเสียง

2.) ขาตั้งกล้อง



รูปที่ 19 : ขาตั้งกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) Sound Calibrator



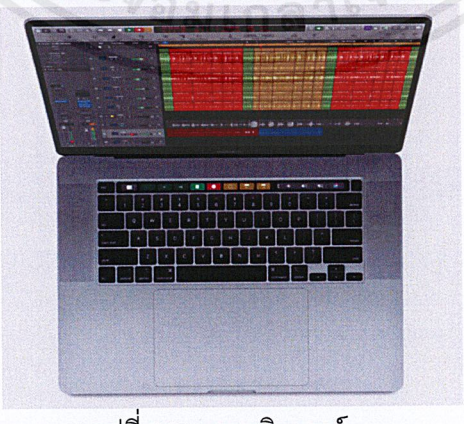
รูปที่ 20 : Sound Calibrator

4.) เครื่องวัดระยะแบบเลเซอร์



รูปที่ 21 : เครื่องวัดระยะแบบเลเซอร์

4.) คอมพิวเตอร์



รูปที่ 22 : คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

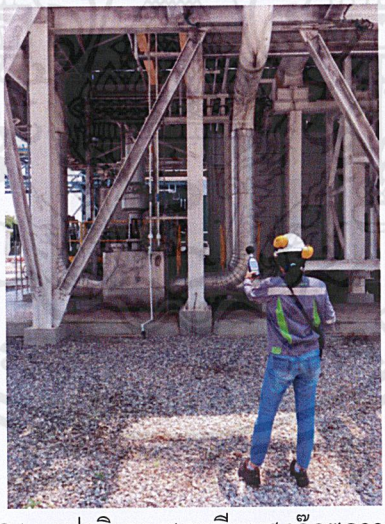
3.4. วิธีการรวบรวมข้อมูล

3.4.1. วัดเสียงทั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่การทำงาน



รูปที่ 23 : รูปบริเวณ Line การผลิตภายในโรงงานทำกระป๋อง

3.4.2. วัดเสียงแต่ละต้นกำเนิดเสียง เช่น ในโรงงานที่มีเครื่องจักรผลิตอุปกรณ์ชนิดหนึ่งต้องทำการวัดเสียงโดยรอบตัวเครื่องจักรนั้น หรือ ถ้าต้องการแก้ไขปัญหาเสียงทีละเครื่องต้องทำการวัดเสียงโดยรอบของเครื่องที่ต้องการจะแก้ปัญหา



รูปที่ 24 : รูปบริเวณสถานีขนส่งก๊าซธรรมชาติ

3.4.3. เมื่อทำการเก็บข้อมูลหน้างานครบ ต้องนำข้อมูลทั้งหมดเหล่านั้นมาทำเป็นตารางเพื่อใช้ในการคำนวนต่อ

Address 1
Start Time 16/8/2019 09:21
Measurem 00d 00:00:10.0
Frequency A
Time Weig S

	Main	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25 kHz	1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz	12.5 kHz	16 kHz	20 kHz
Leq		80.6	7.6	12.5	17.3	22.2	27.7	36.2	37.7	38.9	47.4	50.1	52.4	55.4	59.3	58.9	61.3	63.9	65.3	67.1	68.4	69.1	72.1	71.7	69.5	68.7	68.9	67.1	67.6	67.2	67.2	65.8	63.7	59.7	51.4
LE		90.6	17.6	22.5	27.3	32.2	37.7	46.2	47.7	48.9	57.4	60.1	62.4	65.4	69.3	68.9	71.3	73.9	75.3	77.1	78.4	79.1	82.1	81.7	79.5	78.7	78.9	77.1	77.6	77.2	77.2	75.8	73.7	69.7	61.4
Lmax		83.5	0.3	10.8	13.9	20.4	29.7	35.5	36	38.5	47.4	54.4	55.6	57.2	58.9	61.8	63.3	67.6	68.8	69.7	71.4	73.1	79.9	77.2	72.7	71.2	72.2	69.4	68.8	67.9	66.8	65.1	63.1	58.9	50.1
Lmin		78.2	7.4	9	21.2	17.9	24.5	35.1	39.4	36.5	45.4	47.6	50	53.3	56.5	56.5	58	61	63.3	65.6	66.5	65.6	65.6	65.8	65.7	64.6	64.5	64.9	66.1	66.3	66.7	65.4	63.4	59.8	52.5
LN1		83.9	10.1	16.1	18.3	23.9	31	38.6	41.4	39.6	49.2	52.5	56.4	56.3	60.2	61.9	64	67.3	68	69.4	71.5	72.1	78.4	76.9	72.6	70.5	72.1	68.5	68.7	68.1	68.4	67	64.6	60.7	52.5
LN2		83.9	10.1	16.1	18.3	23.9	31	38.6	41.4	39.6	49.2	52.5	56.4	56.3	60.2	61.9	64	67.3	68	69.4	71.5	72.1	78.4	76.9	72.6	70.5	72.1	68.5	68.7	68.1	68.4	67	64.6	60.7	52.5
LN3		80	7.2	11.9	17.4	22.1	27.1	35.6	37.2	39.1	47.3	50.1	51.9	55.5	59.5	58.1	60.4	61.7	64.6	66.8	67.4	67.9	68.5	69.7	70	69.4	68.9	67.4	67.7	67.2	67.3	65.8	63.9	59.9	51.6
LN4		78.4	4.7	9.7	16.7	21.2	25.1	34.9	35.9	38.1	45.7	48.7	50.5	54.6	58.3	57.4	59.7	60.1	63.9	66.2	66.4	66.6	66.6	66.1	65.6	65.8	66	65.1	67	66.7	66	64.5	62.7	58.4	50
LN5		77.7	1.4	7.8	15.5	19.2	24.6	34.6	35.4	38	45.5	47.3	50.2	54.3	57.7	57	59.6	59.8	63	66.1	66.3	65.5	65.1	65	65.1	64.9	65.6	63.9	65.2	65.5	66	64.4	62.7	58.3	49.9

รูปที่ 25 : ตารางแสดงค่า Laeq

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

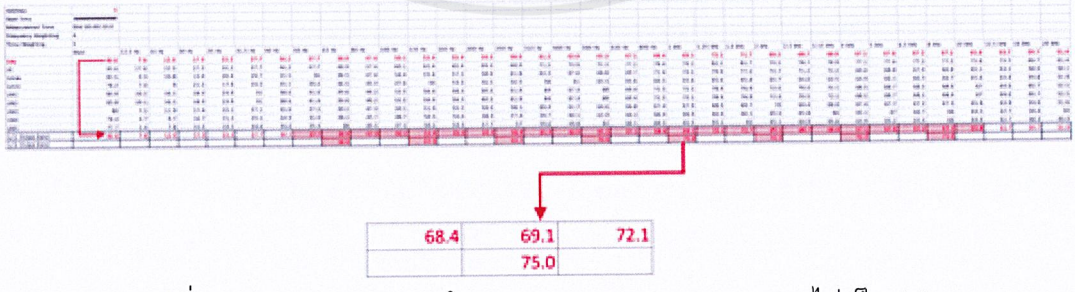
3.4.4. ทำการจัดเรียงข้อมูลที่ได้มาทำรายงาน โดยเขียนอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น ว่าปัญหาเสียงที่เกิดขึ้นเกิดจากส่วนไหนในบริเวณของพื้นที่มากที่สุด และใส่ตารางในให้เห็นค่าชัดเจนว่าแต่ละจุดเกิดเสียงเป็นอย่างไร

Line	Expander		
Point	1	2	3
File No.	0086	0088	0089
Leq. (dB(A))	100.5	97.2	97.5
12.5 Hz	3.1	0.7	3.5
16 Hz	11.5	9.6	11.7
20 Hz	23.9	20.6	22.5
25 Hz	29.3	25.0	26.8
31.5 Hz	35.3	31.1	33.2
40 Hz	36.9	37.8	37.3
50 Hz	40.3	39.6	41.2
63 Hz	53.5	46.9	52.8
80 Hz	52.0	52.6	54.2
100 Hz	56.4	57.6	57.7
125 Hz	59.1	60.3	63.4
160 Hz	66.5	66.7	67.3
200 Hz	71.5	70.9	71.2
250 Hz	75.7	74.7	77.2
315 Hz	77.2	76.4	79.8
400 Hz	80.8	78.4	79.4
500 Hz	84.5	81.0	83.1
630 Hz	84.7	81.9	83.8
800 Hz	86.5	84.4	84.4
1 kHz	88.0	85.3	85.5
1.25 kHz	89.6	86.1	87.3
1.6 kHz	89.7	87.1	86.9
2 kHz	91.9	88.0	88.6
2.5 kHz	92.3	88.8	88.9
3.15 kHz	91.2	87.6	87.1
4 kHz	90.8	87.4	86.7
5 kHz	88.9	85.6	85.1
6.3 kHz	86.6	83.5	83.2
8 kHz	82.7	80.7	80.7
10 kHz	79.6	76.9	78.1
12.5 kHz	75.3	72.9	74.1
16 kHz	68.7	66.6	67.6
20 kHz	58.7	56.6	57.8

รูปที่ 26 : ตารางแสดงค่า Octave Band แบบ 1/1

3.4.5. หลังจากที่ดูตารางแสดงค่าเสียงทั้งหมดแล้วจะทำการคิดวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาเสียง ซึ่งบทความที่เราเขียนลงบนเว็บไซต์จะเป็นการเขียนเรื่องท่อ คือ นำข้อมูลจากหัวข้อที่เลือกมาคำนวนค่า Octave Band ใหม่ให้เป็น 1/3 Octave Band เพื่อการคำนวนและการวิเคราะห์ขอมูลที่สะดวกกว่า โดยใช้สูตรด้านล่างในการคำนวน

$$L_{aeq} = 10\log_{10}(L_p/10)$$



รูปที่ 27 : ตารางแสดงการคำนวณ Octave Band จาก 1/1 ไปเป็น 1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6. นำค่า Octave Band 1/3 ที่ได้ไปสรุปในตารางใหม่ เตรียมนำไปคิดค่า Insertion loss โดยการคิดค่า Insertion loss นั้นผู้ทดลองจะทำค่าที่ได้จากตาราง Class ของ ISO15665 ไปใส่ในตาราง Octave Band 1/3 ที่ได้ทำการหามาจากข้อ 3.4.6. และนำมาหักลบออกในแต่ละความถี่ตามภาพ จากนั้นใช้สูตรคำนวนหาค่า L_{aeq} จากข้อ 3.4.5. เพื่อที่จะหาค่าความดังที่ได้หลังจากติดตั้งฉนวนเรียบร้อยแล้วเป็นการประมาณค่าเบื้องต้น

Noise Reduction Calculation

Main	File	Noise without Background	Leq	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Valve Noise 3rd Floor (Valve box)	0005	98.6	98.7	57.42	62.26	71.97	78.51	90.46	96.31	92.92
Valve Noise 3rd Floor (Steam line)	0008	86.3	87.9	64.81	65.09	75.18	77.47	83.05	84.12	78.24
Valve Noise 3rd Floor (Reduce line)	0006	96.4	96.5	57.51	63.24	74.09	79.08	89.38	93.76	90.63
Valve Noise 2nd Floor (Valve box)	0003	97.0	97.2	56.60	65.93	76.15	80.54	91.22	93.69	91.46
Valve Noise 2nd Floor (Pipe line)	0004	98.4	98.5	57.71	66.29	75.86	80.46	92.48	95.20	92.70
Background 1st Floor (Pipe line)	0009	91.9	92.4	59.53	71.27	84.75	87.96	85.65	84.54	81.29
Background 1st Floor (In pipelag)	0010	86.5	88.0	57.41	65.24	76.71	81.45	82.63	82.82	78.60
Background on the Road	0011	82.8		57.07	61.98	71.47	76.07	77.91	77.42	72.76
Insertion Loss B (MC)				-9.0	-3.0	3.0	11.0	19.0	27.0	35.0
Insertion Loss C (MC)				-5.0	-1.0	11.0	23.0	34.0	38.0	42.0

Estimate Noise After B (MC)

Main	Noise without Background	Leq	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Valve Noise 3rd Floor (Valve box)	74.2	76.5	66.4	65.3	69.0	67.5	71.5	69.3	57.9
Valve Noise 3rd Floor (Steam line)	75.6	77.4	73.8	68.1	72.2	66.5	64.0	57.3	43.2
Valve Noise 3rd Floor (Compress line)	74.1	76.4	66.5	66.2	71.1	68.1	70.4	66.8	55.6
Valve Noise 2nd Floor (Valve box)	76.5	78.6	65.6	68.9	73.2	69.5	72.2	66.7	56.5
Valve Noise 2nd Floor (Pipe line)	77.2	78.9	66.7	69.3	72.9	69.5	73.5	68.2	57.7
Background 1st Floor (Pipe line)	83.4	83.8	68.5	74.3	81.8	77.0	66.7	57.5	46.3
Background 1st Floor (In pipelag)	74.8	76.8	66.4	68.2	73.7	70.4	63.6	55.8	43.6
Background on the Road	72.6		66.1	65.0	68.5	65.1	58.9	50.4	37.8

Estimate Noise After C (MC)

Main	Noise without Background	Leq	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Valve Noise 3rd Floor (Valve box)	62.5	68.3	62.4	63.3	61.0	55.5	56.5	58.3	50.9
Valve Noise 3rd Floor (Steam line)	70.7	72.2	69.8	66.1	64.2	54.5	49.0	46.3	36.2
Valve Noise 3rd Floor (Compress line)	64.4	68.9	62.5	64.2	63.1	56.1	55.4	55.8	48.6
Valve Noise 2nd Floor (Valve box)	68.0	70.5	61.6	66.9	65.2	57.5	57.2	55.7	49.5
Valve Noise 2nd Floor (Pipe line)	68.6	70.9	62.7	67.3	64.9	57.5	58.5	57.2	50.7
Background 1st Floor (Pipe line)	76.2	76.7	64.5	72.3	73.8	65.0	51.7	46.5	39.3
Background 1st Floor (In pipelag)	67.4	70.2	62.4	66.2	65.7	58.4	48.6	44.8	36.6
Background on the Road	66.9		62.07	62.98	60.47	53.07	43.91	39.42	30.76

รูปที่ 28 : ตารางแสดงการคำนวณค่า Laeq ที่ถูกลดทอนลงภายหลังการติดฉนวน Class ต่างๆ

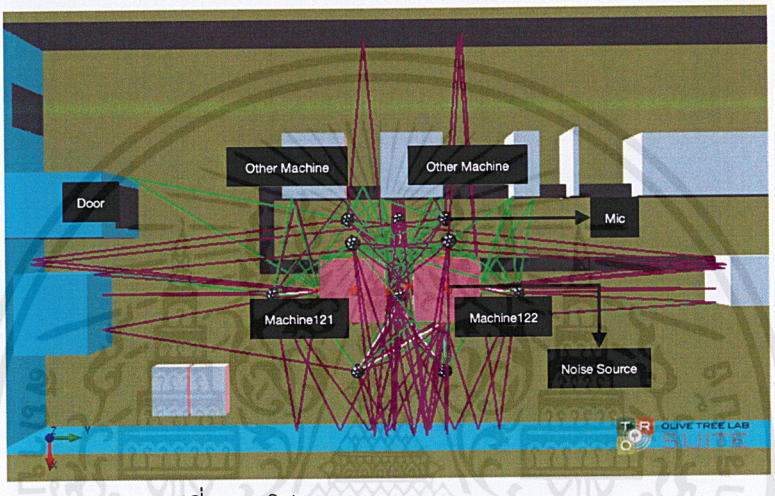
3.4.7. หลังจากได้ตารางค่าความต่างระหว่างก่อนติดกับหลังติดแล้วก็จะสามารถประมาณ Class ของ ISO ที่จะใช้ในงานได้ และเราก็ทำการทดลองทำ Noise Contour ในโปรแกรม โดยวาดแบบท่อขึ้นมาก่อนซึ่งใช้เป็นโปรแกรม Sketch Up แล้วใส่ค่าเสียงรวมถึงวัสดุลงในโปรแกรม Olive Tree Lab Suite เพื่อ Plot Noise Contour ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. ศึกษาโปรแกรม

3.5.1. Olive Tree Lab Suite

ซอฟต์แวร์จำลองเสียงทั้งภายในและนอกอาคาร มีด้วยกัน5แบบ: Room Acoustics, พื้นที่โล่งแจ้ง, โครงสร้างที่มีหลายชั้น , การกระจายเสียง และ Polar Plotter.



รูปที่ 29 : โปรแกรม Olive Tree Lab Suite

แหล่งที่มา : https://www.agriculture-xprt.com/software/olive-tree-lab-suite-40-226854

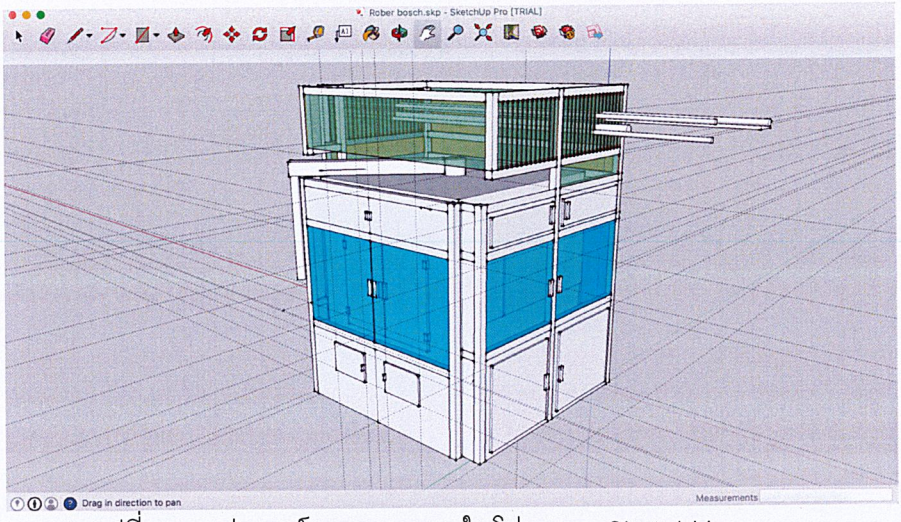
3.5.2. SketchUp

เป็นโปรแกรมออกแบบที่มีความสามารถในการวาดภาพโครงร่างให้เป็นภาพงานจำลอง 3 มิติ ได้เป็นโปรแกรมขนาดเล็ก จึงทำให้มีการประมวลผลออกมาอย่างรวดเร็ว มีเครื่องมือหลายตัวที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบ เมนูเครื่องมือที่ใช้ในการวาดแบบคล้ายกับของโปรแกรม Photoshop หรือ Paint ใน Windows หมุนดูวัตถุ 3 มิติ หรือแบบ 2 มิติได้ 360 องศา อีกทั้งสามารถซูมเข้า-ออกได้ตามต้องการ สามารถใส่เงาของวัตถุที่ออกแบบได้อย่างอัตโนมัติ

รูปที่ 30 : โปรแกรม SketchUp

แหล่งที่มา : https://www.sketchup.com

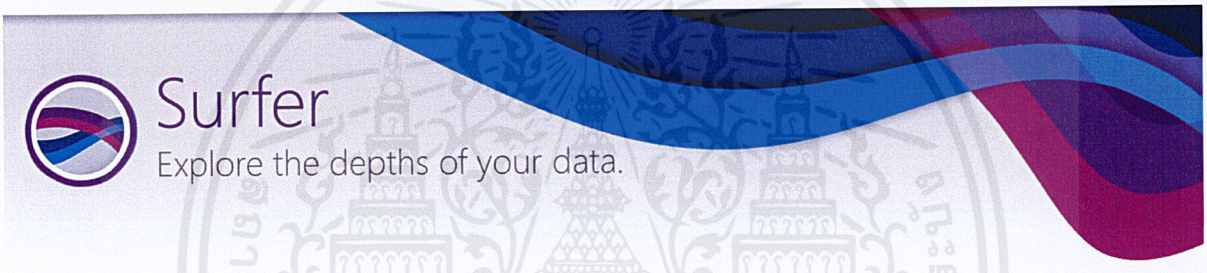
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 31 : รูปการณ์ออกแบบภายในโปรแกรม SketchUp

3.5.3. Surfer

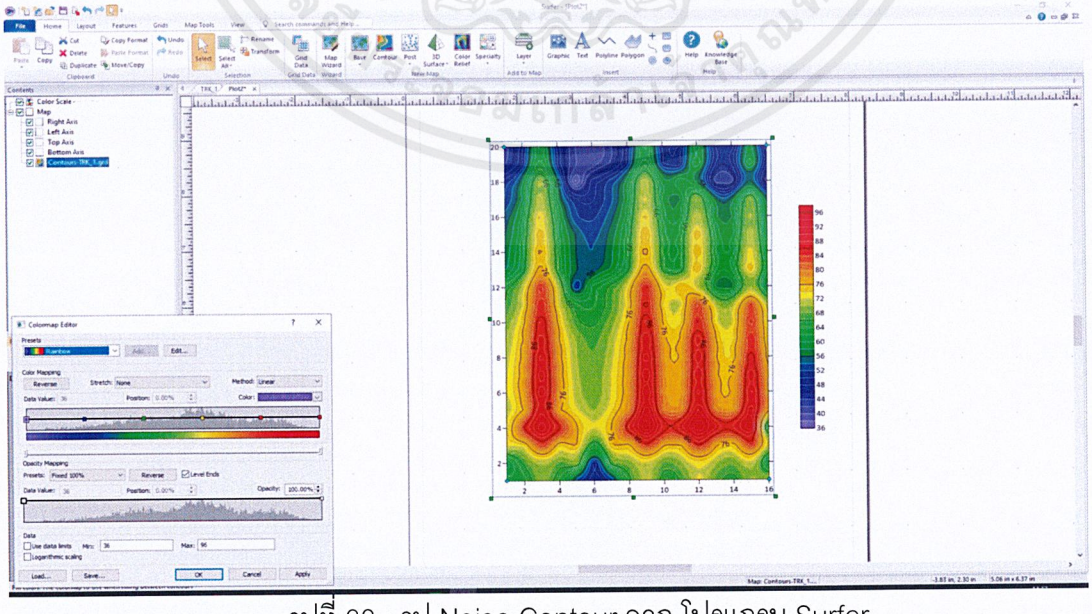
เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทำ Contour Map และ Surface map



รูปที่ 32 : โปรแกรม Surfer

แหล่งที่มา : https://www.goldensoftware.com/products/surfer

3.6. ทำNoise Contour



รูปที่ 33 : รูป Noise Contour จาก โปรแกรม Surfer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่วัดค่าโดยรอบพื้นที่บริเวณทำงานแล้ว ก็ใช้โปรแกรม SketchUpในการเขียนแบบแล้วหลังจากนั้นใช้โปรแกรมOlive Tree Lab Suite ในการทำNoise Contour โดยใส่เสียงตามจุดแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ เมื่อทำการจำลองเสียงใส่เข้าไปแล้วให้ตรวจดูว่าผลเสียงที่ออกมานั้นตรงกับที่วัดมาหรือไม่อย่างไร เมื่อภาพออกมาเราจะเห็นภาพรวมมากขึ้นว่าเสียงเกิดบริเวณไหนดังเท่าไหร่อย่างชัดเจน ดังนั้นเรานำภาพที่ได้มาทำการคิดวิเคราะห์ว่าควรลดเสียงอย่างไร



รูปที่ 34 : รูป Noise Contour ที่ได้จากโปรแกรม Surfer

3.7. ทำรายงานส่งลูกค้า

การทำรูปเล่มรายงานเพื่อส่งลูกค้ามีจุดประสงค์ในการแสดงปัญหาที่ลูกค้าจะต้องทำการแก้ไขและแสดงวิธีการแก้ไขพร้อมกับมูลค่าในการแก้ไข โดยภายในเล่มรายงานของบริษัทที่จัดทำขึ้นเพื่อเสนอให้ลูกค้าจะมีหัวข้อที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.7.1. Exclusive Summary

จะเป็นหน้าที่ใช้สรุปปัญหาทั้งหมดที่จะต้องทำการแก้ไขและบอกวิธีการกับวัสดุที่ใช้ทำการแก้ไขพร้อมกับมูลค่าในการแก้ไข โดยหน้านี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้สรุป Bill of quantity สำหรับให้เจ้าของโรงงานหรือผู้ที่มีอำนาจการตัดสินใจได้อ่านประกอบการพิจารณา

3.7.2. Background

จะบรรยายเกี่ยวกับพื้นที่ภายในโรงงาน ประวัติ ลักษณะ และวิธีการดำเนินของโรงงานเพื่อให้ลูกค้าอ่านว่าปัญหาเสียงที่เกิดขึ้นภายในโรงงานมีสาเหตุมาจากสิ่งเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3. Objective

วัตถุประสงค์ในการที่จะเข้ามารับทำงานแก้ไขเสียงดังรบกวนมีอะไรบ้าง และเป้าหมายที่คาดว่าจะทำ รวมถึงวิธีการที่จะทำพอสังเขป เพื่อให้ลูกค้าอ่านแล้วเข้าใจว่าแนวทางของบริษัทมีแผนจะแก้ปัญหาเสียงด้วยวิธีเหล่านี้

3.7.4. Tools

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบและในการทำงาน

3.7.5. Noise source identification technique

จะบรรยายวิธีการที่บริษัทใช้หาแหล่งกำเนิดเสียง โดยจะต้องมีความเป็นมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ Acoustic Camera ในการหาแหล่งกำเนิดเสียงที่มีลักษณะซับซ้อนรวมไปถึงการใช้ Sound Level Meter ในการวัดหาตำแหน่งเสียงที่มีความดังที่สุด

3.7.6. Result & Discussion

สรุปปัญหาของทุกจุดที่มีปัญหาภายในโรงงานพร้อมอธิบายถึงหลักการการเกิดเสียงของจุดนั้นๆ อย่างละเอียดมีภาพและสมการการเกิดเสียงให้ลูกค้าอ่านชัดเจน

3.7.7. Noise control solutions

ชี้แจงวิธีการที่บริษัทจะใช้แก้ปัญหา ภายในส่วนนี้จะต้องมีการบอกคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้ทำการแก้ปัญหาและมีการกล่าวอ้างถึงมาตรฐานที่บริษัทจะลดให้ได้ตามมาตรฐานที่ระบุไว้ด้วย

3.7.8. Standard

รายละเอียดของมาตรฐานที่บริษัทนำมาเป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาเสียงดัง โดยภายในจะระบุชนิดของวัสดุที่ควรจะนำมาใช้แก้ปัญหา

3.7.9. Certification

ใบรับรองอุปกรณ์และเครื่องมือของบริษัททุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบภายในโรงงาน

3.8. ศึกษาจากผลตอบรับจากลูกค้า

เมื่อศึกษาปัญหาที่พบเจอและได้ลองหาวิธีการแก้ปัญหาแล้ว เราจะทำการนำเสนอแบบที่เราคิดแก่ลูกค้า ว่าอุปกรณ์ที่เราออกแบบนั้นสามารถติดตั้งได้จริงหรือไม่ วัสดุที่ใช้สามารถใช้ได้ตามที่เราบอกหรือไม่ ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลง จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในแบบไหน เมื่อทำการแก้แบบให้ได้แบบที่ลูกค้าต้องการ เราก็ต้องมาทำการทดลองทำNoise Contourอีกรอบว่าผลลัพธ์ที่ของเสียงที่ออกมานั้นลูกค้าตกลงในผลลัพธ์นี้หรือไม่อย่างไร เมื่อเปลี่ยนจนเป็นอันตกลงแล้ว ก็จะทำการติดตั้งจริง ซึ่งค่าที่ทำการทดลองกับค่าจริงที่วัดได้หลังจากการติดตั้งจะมีค่าที่ต่างกันอย่างแน่นอนเนื่องจากการทดลองทำNoise Contourนั้นเป็นแค่การจำลองสถานการณ์เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้วสภาพแวดล้อมของบริเวณที่เกิดเสียงนั้นเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยว่าจะมีเสียงแทรกซ้อมเข้ามาหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9. ศึกษาการเขียนบทความ

หลังจากที่ได้เรียนรู้ถึงสาเหตุ วิธีการแก้ไข ปัจจัยและมุมมองในด้านต่าง ๆ ในการตัดสินใจซื้อ Solution และวัสดุจากทางบริษัทแล้วนักศึกษาจะทำการเริ่มเขียนบทความ (Content) โดยบทความที่จะถูกเขียนขึ้นจะเป็นบทความเชิงการค้าที่มุ่งเน้นให้ผู้อ่าน อ่านแล้วมีความเข้าใจมีเนื้อหาที่กระชับได้ใจความ โดยบุคคลทั่วไปอ่านแล้วสามารถทำความเข้าใจเองได้รวมถึงผู้ที่มีความรู้อยู่แล้วก็จะมีความเข้าใจมากขึ้นไปอีก ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำการศึกษาหลักการเขียนบทความ และความรู้ทางวิศวกรรมสำหรับนำไปเขียน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

3.9.1. ส่วนความรู้ทางวิศวกรรม (Acoustic Engineering)

- ของไหลภายในท่อ
- ความถี่ของเสียง
- การกระจายตัวของเสียง
- แรงดัน
- การคำนวนค่าความดัน ความเข้ม และพลังงานของเสียง
- การเกิดเสียงจาก Machanic ต่างๆในโรงงาน
- มาตรฐานที่เกี่ยวกับทางด้านเสียงรบกวนภายในโรงงาน

3.9.2. ส่วนความรู้ทางการตลาด (Marketing)

- วิธีการเขียนบทความเชิงการค้า การใช้ภาษาเขียนแบบใดดึงดูดลูกค้า
- การทำรูปภาพประกอบ
- การทำคลิปเสียง และวีดีโอประกอบ
- วิธีการโฆษณาในช่องทาง Social Media
- ปัจจัยที่มีผลต่อการกดเข้าไปดู และระยะเวลาในการอ่านของลูกค้า

3.10. เขียน Content ลงบน Website

เลือกหัวข้อมา1ปัญหาเสียง เขียนปัญหาของเสียงและวิธีการแก้ไขเพื่อให้บุคคลอื่นที่ไม่มีความรู้ด้านนี้ โดยเฉพาะเข้าใจถึงปัญหาเหล่านี้ได้ง่ายมากขึ้น เมื่อเขียนบทความลงบนBlogแล้วก็ให้บุคคลทั่วไปได้อ่านว่ามีความเข้าใจมากน้อยแค่ไหน ในส่วนที่ผู้อ่านไม่เข้าใจ ผู้เขียนจึงต้องทำการเพิ่มคำอธิบายให้มีความเข้าใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11. ตัวอย่างบทความ

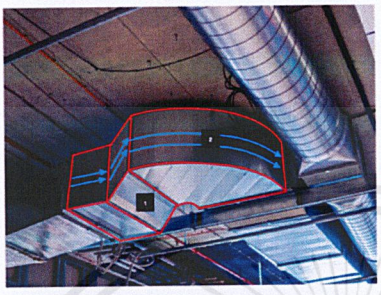
บริษัทเอ็คโค่ เอฟโวลูชั่น จำกัด (ECHO EVOLUTIONS CO., LTD.)

ค้นหา

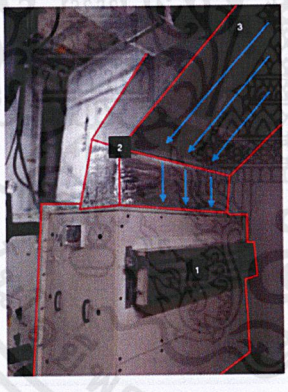
ใช่ร่วมกัน

ตัวอย่างการเกิดเสียงในท่อลม

•ในรูปภาพเป็นท่อแอร์ซึ่งเสียงที่เกิดจะเกิดจากแรงดันภายในท่อและยังเกิดจากการที่ลมภายในท่อกระทบกับวัสดุของท่อที่มีการหักเหทำให้เกิดเสียงออกมาให้ได้ยิน จะมีอยู่2 จุด ในรูปที่จะเกิดการกระทบกันระหว่างลมและวัสดุของท่อ



•จากภาพด้านล่าง แสดงให้เห็นเส้นทางของลมภายในเครื่อง AHU โดยเสียงที่เกิดภายในเครื่อง AHU จะเกิดจากมอเตอร์และใบพัดที่ใช้ส่งลมไปยัง Air Duct ลมที่ถูกเป่าออกมาจะมีเสียงดังกว่าลมที่ถูกดูดเข้าไป โดยนอกจากเสียงที่เกิดจากมอเตอร์ยังมีเสียงลมที่ถูกเป่าออกมากระแทกกับบริเวณแนวโค้งของท่ออีกด้วย



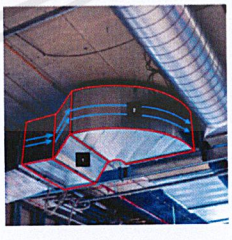
ตัวอย่างการเกิดเสียง

พฤศจิกายน 04, 2562

ตัวอย่างการเกิดเสียงในท่อลม

•ในรูปภาพเป็นท่อแอร์ซึ่งเสียงที่เกิดจะเกิดจากแรงดันภายในท่อและยังเกิดจากการที่ลมภายในท่อกระทบกับวัสดุของท่อที่มีการหักเหทำให้เกิดเสียงออกมาให้ได้ยิน จะมีอยู่2 จุดในรูปที่จะเกิดการกระทบกันระหว่างลมและวัสดุของท่อ ...

ใช่ร่วมกัน แสดงความคิดเห็น อ่านเพิ่มเติม





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1. จากการสำรวจมีบางกลุ่มที่ละเลยถึงปัญหาเสียงเพราะคิดว่าเป็นเรื่องไกลตัว ไม่จำเป็นต้องแก้ไข

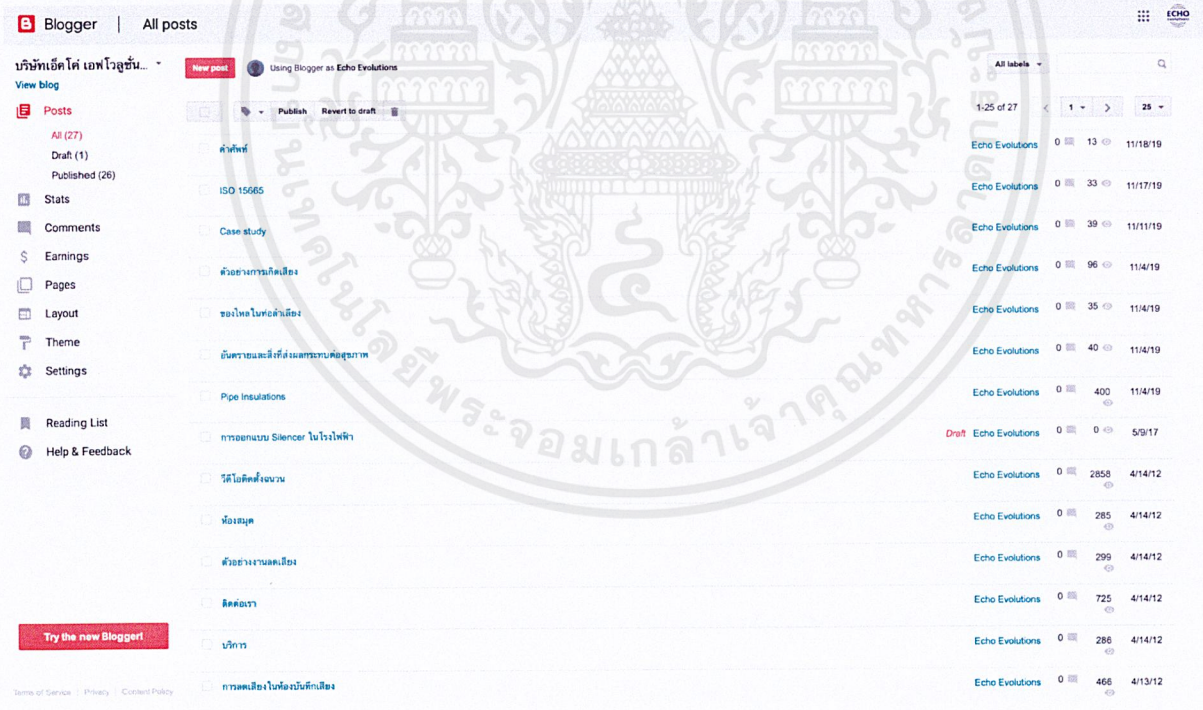
4.2. การเขียนบทความแบบนี้ทำให้บุคคลทั่วไปง่ายต่อการทำความเข้าใจ ถ้าหากอยากรู้เพิ่มเติมสามารถลิงค์หาเนื้อหาอื่นๆได้ เนื่องจากหน้าหลักจะเป็นการเขียนให้ง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อให้ความสะดวกแก่บุคคลที่ไม่เคยรับรู้เรื่องเหล่านี้

4.3. เมื่อได้ทำการเขียนบทความลงเว็บไซต์และเปิดให้คนเข้ามาอ่าน มีบุคคลที่เข้ามาอ่านแล้วเข้าใจถึงลักษณะของวัสดุแล้วสั่งซื้อเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาเสียง

4.4. ส่วนใหญ่ลูกค้าตัดสินใจแก้ไขปัญหาเสียงเพียงแค่ให้ผ่านตามมาตรฐานตามที่ราชกิจจานุเบกษา กรมสวัสดิการแรงงานกำหนดเท่านั้น

4.5. โรงงานส่วนใหญ่จะมีการแก้ไขปัญหาเสียงก็ต่อเมื่อโดนเรียกร้องจากบริเวณรอบข้างและพนักงานที่ทำงานบริเวณนั้น

4.6. พบว่าพนักงานบางส่วนที่ทำงานอยู่หน้าเครื่องจักรที่มีความดังเกิน 85 dB(A) เป็นเวลานานไม่รู้สึกว่าเสียงที่ได้ยินนั้นดังเกินไป เนื่องจากเกินความคุ้นชินส่งผลให้ภายภาคหน้าอาจจะทำให้หูมีความสามารถในการได้ยินลดลง



รูปที่ 35 : รูปแสดงหัวข้อทั้งหมดที่ถูกเขียนและอัพโหลดลงบน Website

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาเรื่องการแก้ไขปัญหาเสียงพบว่าโรงงานภายในประเทศไทยมีปัญหาระดับเสียงเกินเป็นจำนวนมากและยังมีความไม่เข้าใจเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาเสียงที่มากพอ ดังนั้นเราจึงต้องการให้บุคคลทั่วไปเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาของเสียงให้มากขึ้นและรวมถึงวิธีการคิดแก้ไขปัญหาเสียงได้โดยการเขียนบทความการแก้ไขปัญหาเสียงลงเว็บไซต์เพื่อให้คนอื่นสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น

เนื่องด้วยบริษัท อาสา เทอมาคูสติก จำกัด ที่นักศึกษาได้ทำสหกิจนั้นมีการขายวัสดุที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาเสียง เลยทำให้บริษัทอยากมีการเปิดตลาดให้คนอื่นได้เข้าใจมากขึ้น เข้าถึงเหล่าวัสดุพวกนี้ได้ง่ายมากขึ้น เลยจัดทำเป็นโปรเจคนี้ขึ้นมา

ดังนั้นผลลัพธ์หลังจากการที่เราได้ทำบทความลงบนเว็บไซต์แล้ว ได้มีบุคคลจากบริษัทให้ความสนใจและได้ทำการสั่งซื้อวัสดุจากบริษัทของเราไปใช้ด้วยเช่นกัน

5.2. ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่พวกเรานักศึกษาได้ไปฝึกงานและทำงานสหกิจศึกษากับบริษัท อาสาเทอร์มาคูสติก จำกัด เราสามารถนำความรู้เรื่องคุณสมบัติต่างๆของวัสดุ ไปต่อยอดให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากบริษัทนี้ทำงานเกี่ยวกับ การลดระดับความดังเสียงที่เกินมาตรฐาน ซึ่งปัญหาเสียงดังส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในการแก้ปัญหา ไม่เพียงแค่ลดความดังเสียงได้ดีเท่านั้น แต่จะต้องมีคุณสมบัติด้านอื่นๆที่ได้ตามมาตรฐานของโรงงานด้วย เช่น สามารถป้องกันความร้อนและความเย็นได้ ไม่เป็นฝุ่น ทนการกัดกร่อนได้ ฯลฯ

ดังนั้นเราสามารถนำความรู้เรื่องคุณสมบัติต่างๆของวัสดุมาประยุกต์ใช้ด้านอื่นๆได้ เช่น สามารถออกแบบห้องนอนให้เป็นสตูดิโอบันทึกเสียงได้ด้วย โดยการดัดแปลงเฟอร์นิเจอร์ที่อยู่ในห้องนอนให้สามารถดูดซับเสียงได้ ไม่ว่าจะเป็นตู้เสื้อผ้า ผ้าม่าน ประตู เตียง โซฟา โดยปกติเตียงกับโซฟาสามารถดูดซับเสียงได้อยู่แล้ว แต่เราจะติดวัสดุเพิ่มเข้าไปเพื่อให้สามารถดูดซับเสียงได้ดีขึ้นอีก หรือออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ซ่อน bass trap เอาไว้ได้ด้วย เช่น ชั้นวางหนังสือที่สามารถเป็น bass trap ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ISO 15665 [Online]
Available : https://www.iso.org/standard/28629.html

[2] Transmission Loss [Online]
Available : http://mapleintegration.com/sound_transmission2.php

[3] Noise Criteria [Online]
Available : https://www.noisecontrol.company/noise/knowledge/noise-criterion-nc/

[4] Sound Absorption Coefficient [Online]
Available : https://www.noisecontrol.company/noise/knowledge/sac-and-nrc/

[5] Noise Reduction Coefficient [Online]
Available : https://www.noisecontrol.company/noise/knowledge/sac-and-nrc/

[6] Sound Transmission Class [Online]
Available : https://www.noisecontrol.company/noise/knowledge/sound-transmission-class-stc/

[7] Wavelength [Online]
Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength

[8] Sound Power Level [Online]
Available : http://www.sengpielaudio.com/calculator-soundpower.htm

[9] Octave band frequency [Online]
Available : http://www.sengpielaudio.com/calculator-octave.htm

[10] Industrial Acoustic : FESI (European Federation Association of Insulation Coordination) Document A6

[11] Introduction to Acoustics by Wisit Leelasiriwong Acoustic Laboratory Department of Physics Faculty of Science Chulalongkorn university

[12] ราชกิจจานุเบกษา เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] ราชกิจจานุเบกษา เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน

[14] ISO 3741 [Online]
Available : https://www.sis.se/api/document/preview/615394/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้