ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เนติศาสตร์ ไชยบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เนติศาสตร์ ไชยบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

EFFECTIVENESS OF THE NOISE ABSORBING BOX IN REDUCING STAMP LOT NOISE IN ELECTRICAL WELDING PROCESSES: CASE STUDY IN AN AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURING FACTORY, PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE

NETISART CHAIYABUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY
2025

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ เนติศาสตร์ ไชยบุตร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์	คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	
.....	..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)
	..... กรรมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)
.....	..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)
	..... กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

..... คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. โกวิท สุวรรณหงษ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

63920347: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: วัสดุดูดซับเสียง/ โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์/ เครื่อง STAMP LOT/ กล่องดูดซับเสียง

เนติศาสตร์ ไชยบุตร : ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา . (EFFECTIVENESS OF THE NOISE ABSORBING BOX IN REDUCING STAMP LOT NOISE IN ELECTRICAL WELDING PROCESSES: CASE STUDY IN AN AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURING FACTORY, PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์, Ph.D., ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D. ปี พ.ศ. 2568.

ปัญหาเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot เกิดเนื่องจากลักษณะการทำงานของเครื่อง Stamp Lot เป็นการปั๊มสัญลักษณ์โดยใช้หัวเข็มที่เป็นโลหะ ปั๊มลงบนชิ้นงานที่เป็นโลหะจึงทำให้เกิดเสียงดังที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงที่จะใช้ในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ให้อยู่ในเกณฑ์ตามที่กฎหมายกำหนด โดยศึกษาเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ระหว่างก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับเสียง ในการวิจัยนี้ผู้ทำการวิจัยและหน่วยงานวิศวกรรมของโรงงานกรณีศึกษา ได้ร่วมกันออกแบบกล่องดูดซับเสียง ให้สอดคล้องกับวิธีการทำงานของเครื่องจักร และเพื่อความแข็งแรงได้ติดตั้งกล่องดูดซับเสียงโดยยึดติดกับเครื่อง Stamp Lot ให้เป็นชิ้นเดียวกัน รวมทั้งบุผนังด้านในด้วยวัสดุดูดซับเสียงชนิดโพลียูรีเทน (Polyurethane) ที่มีรูปร่างแบบรังไข่ โดยเป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง 1 กลุ่ม (Experimental one group) โดยเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงแบบก่อน-หลัง การปรับปรุง ซึ่งผลการศึกษาพบว่าค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องลดเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง มีค่าอยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A) ซึ่งลดลงจากค่าระดับเสียงเฉลี่ยก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงเสียงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) ข้อเสนอแนะในการออกแบบกล่องดูดซับเสียงจะต้องออกแบบโครงสร้างกล่องดูดซับเสียงให้เหมาะสมกับเครื่อง Stamp Lot แต่ละเครื่อง ให้มีรูปร่างและขนาดที่จะทำให้เกิดความคล่องตัวในการทำงาน มีรูปลักษณ์ลักษณะที่แข็งแรง เพื่อเพิ่มความมั่นใจและพึงพอใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน

63920347: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: SOUND ABSORBING MATERIAL/ AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURING/ STAMP LOT MACHINE/ NOISE ABSORBING BOX

NETISART CHAIYABUT : EFFECTIVENESS OF THE NOISE ABSORBING BOX IN REDUCING STAMP LOT NOISE IN ELECTRICAL WELDING PROCESSES: CASE STUDY IN AN AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURING FACTORY, PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: TEERAYUT SA-NGIAMSAK, Ph.D. SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D. 2025.

The noise problem associated with the Stamp-Lot machine arises from its operation, where symbols are stamped with a metal needle and punched onto the metal workpiece, causing noise that affects the workers' health and the community. This study aimed to investigate the design of a noise-absorbing box and sound-absorbing materials to reduce the noise level of the Stamp Lot machine to be within the standards. The study compared the noise level of the Stamp Lot machine before and after the noise-absorbing box was used. The researchers and the engineering department worked together to design a sound-absorbing box to suit the operation and strength of the box. The noise-absorbing box was attached to the Stamp-Lot machine in one piece, including lining the inner wall with egg-shaped sound-absorbing polyurethane. The one-group experimental method was designed for this study, comparing the results of sound measurements before and after the improvements. The results showed that the average noise level occurred (LAeq) after the installation of the noise absorbing box and the installation of absorbing material was in the range of 86.3 – 89.0 dB(A), which was statistically significant compared to the average sound level before the installation of the sound-absorbing box, which was between 100.4 – 100.7 dB(A). Noise-absorbing boxes recommend that the structure of the soundproof noise-absorbing box be designed in such a way that it is suitable for each Stamp-Lot machine. It must have a shape and size that allows flexible working and a strong appearance to increase operator confidence and satisfaction.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ แนวทางการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์และสรุปผล รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์และบุคลากร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาทุกท่าน ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เนติศาสตร์ ไชยบุตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8

สมมติฐานของการวิจัย 9

กรอบแนวคิดในการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 10

ขอบเขตของการวิจัย 10

นิยามศัพท์เฉพาะ 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยสังเขป 14

การทำงานของเครื่อง Stamp Lot และปัญหาที่เกิดจากเสียงของเครื่อง Stamp Lot 20

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกายวิภาคของหูและกลไกการได้ยินของมนุษย์ 24

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเสียง อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง และวิธีการป้องกันอันตรายจากเสียง 34

การประเมินระดับความดังของเสียงและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 41

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียง 55
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....65
รูปแบบของการวิจัย.....65
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....66
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 71
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....72
การออกแบบ และสร้างกล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box).....75
ขั้นตอนและระยะเวลาการศึกษาวิจัย 100
การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 100
การวิเคราะห์ข้อมูล 101
บทที่ 4 ผลการวิจัย 102
ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 102
ส่วนที่ 2 ผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง 104
ส่วนที่ 3 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง.....106
ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot 120
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 122
สรุปผลการวิจัย.....122
อภิปรายผลการวิจัย.....125
ข้อเสนอแนะ.....129
บรรณานุกรม 130
ภาคผนวก 132
ภาคผนวก ก 133

ภาคผนวก ข 135

ภาคผนวก ค 138

ประวัติย่อของผู้วิจัย 144

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Receive ...2

ตารางที่ 2 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Stamping.2

ตารางที่ 3 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Welding ..3

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัดระดับเสียง เครื่อง Stamp Lot แผนก Welding 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot พื้นที่โซนดี (Zone D)..7

ตารางที่ 6 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทางานในแต่ละวัน ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทางาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ) ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*ชั่วโมง นาที.....47

ตารางที่ 7 มาตรฐานเปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ยที่ยอมรับได้กับเวลาการทำงานในแต่ละวัน.....54

ตารางที่ 8 วิธีการควบคุมเสียง 59

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุดูดซับเสียงที่มีใช้ในโรงงาน 62

ตารางที่ 10 ผลการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณหน้าเครื่อง Stamp Lot.....64

ตารางที่ 11 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot พื้นที่โซนดี (Zone D)...74

ตารางที่ 12 ขั้นตอนและระยะเวลาการศึกษาวิจัย.....100

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล 103

ตารางที่ 14 ข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน และช่วงเวลาพัก 104

ตารางที่ 15 ผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง.....104

ตารางที่ 16 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่ก่อนติดตั้งกล่องดูดซับเสียง 105

ตารางที่ 17 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง 106

ตารางที่ 18 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง 107

ตารางที่ 19 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ 108

ตารางที่ 20 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ 109

ตารางที่ 21 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม 110

ตารางที่ 22 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม 110

ตารางที่ 23 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ 111

ตารางที่ 24 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ 112

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง 113

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ 114

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม 115

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ 116

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ 117

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และหลังติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ แยกความถี่ 118

ตารางที่ 31 ผลการสำรวจความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot 121

มหาวิทยาลัยบูรพา
BURAPHA UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า 6
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 9
ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 14
ภาพที่ 4 เครื่องปั๊มขึ้นรูป (Stamping หรือ Press) 15
ภาพที่ 5 แผ่นเหล็กเมทัลชีทแบบเรียบ หรือ Coil 16
ภาพที่ 6 แม่พิมพ์ หรือ Die 16
ภาพที่ 7 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้หุ่นยนต์ (Robot arc welding) 17
ภาพที่ 8 (ก) ชิ้นงานที่รอการเชื่อม (ข) ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมประกอบ 18
ภาพที่ 9 เครื่องชุบสี EDP 19
ภาพที่ 10 (ก) ชิ้นงานก่อนชุบสี (ข) ชิ้นงานหลังชุบสี 19
ภาพที่ 11 เครื่องจักรในการประกอบชิ้นส่วน (Assembly) 20
ภาพที่ 12 การประกอบชิ้นงาน ของแผนกประกอบชิ้นส่วน 20
ภาพที่ 13 เครื่อง Stamp Lot Dimension Machine: 450 mm.(W) x 650 mm.(L) x 1100 mm.(H) 21
ภาพที่ 14 แผงควบคุม (Controller : TMC470) 22
ภาพที่ 15 หัวเข็มที่ใช้ตอกรหัสบนชิ้นส่วนยานยนต์ (Marking head) TMM4200 22
ภาพที่ 16 หัวเข็ม TMM4200 Pin Type : 150SA (2 Pin) 22
ภาพที่ 17 ขั้นตอนการทำงานเครื่อง Stamp Lot 23
ภาพที่ 18 อวัยวะของหู 3 ส่วน; หูชั้นนอก หูชั้นกลางและหูชั้นใน 25
ภาพที่ 19 ใบหู (Pinna) 26
ภาพที่ 20 หูชั้นกลาง (Middle ear cavity) 28
ภาพที่ 21 หูชั้นในส่วน Bony labyrinth 30

ภาพที่ 22 หูชั้นในส่วน Membranous labyrinth 30
ภาพที่ 23 เครื่องวัดเสียง (Sound level meter) 43
ภาพที่ 24 อุปกรณ์สอบเทียบเครื่องวัดเสียง (Acoustic calibrator) 43
ภาพที่ 25 เครื่องมือวัดเสียงสะสม (Noise dosimeter) รุ่น Noise CHEK แบรนด์ SKC 44
ภาพที่ 26 รูปแบบและขนาดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) 51
ภาพที่ 27 รูปแบบและขนาดของป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง 52
ภาพที่ 28 รูปแบบและขนาดเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ...53
ภาพที่ 29 เครื่องจักรถูกจัดวาง เป็นแถว 6 แถว มีทางเดินระหว่างแถว 5 ช่องทาง (ภาพด้านซ้าย) และการจัดวางเครื่องจักรเป็นคู่ ๆ และอยู่ห่างจากกำแพง ทางเดินจะมีเฉพาะที่ด้านข้าง กำแพงทั้งสองและเดินช่องกลาง (ภาพด้านขวา).....57
ภาพที่ 30 ใช้ผนังกั้นเสียงอย่างเดียว (ภาพซ้าย) และผนังกั้นเสียงที่ใช้งานร่วมกับเพดานดูดกลืนเสียง (ภาพขวามือ) 58
ภาพที่ 31 ผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า 63
ภาพที่ 32 เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง.....67
ภาพที่ 33 กล่องดูดซับเสียง.....68
ภาพที่ 34 วัสดุดูดซับเสียง ที่จะติดตั้งในกล่องดูดซับเสียง.....69
ภาพที่ 35 เครื่อง Stamp Lot 70
ภาพที่ 36 แบบการสร้างกล่องดูดซับเสียง.....70
ภาพที่ 37 การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในกล่องดูดซับสียง.....71
ภาพที่ 38 พื้นที่ติดตั้งเครื่อง Stamp Lot.....73
ภาพที่ 39 เหล็กแผ่น (Steel plate) ขนาด 80 CM. x 60CM. x 3 MM. (SS 400) จำนวน 4 แผ่น 75
ภาพที่ 40 แผ่น (Steel plate) 60 CM. x 60 CM. x 3 MM. (SS 400) จำนวน 3 แผ่น 75
ภาพที่ 41 เหล็กฉาก (Steel angle) 1x1 นิ้ว ขนาด 60 CM. x 60 CM. x 3.2 MM (SS 400) จำนวน 8 ชิ้น 76

ภาพที่ 42 เหล็กฉาก (Steel angle) 1x1 นิ้ว ขนาด 80 CM. x 60 CM. x 3.2 MM (SS 400) จำนวน 6 ชิ้น 76
ภาพที่ 43 Plate ฉากก้านต่อ (ทำเองภายในบริษัท) จำนวน 1 ชิ้น 76
ภาพที่ 44 ขา Cylinder จำนวน 1 ชิ้น 77
ภาพที่ 45 Bolt M8 ยึดขา Cylinder จำนวน 4 ตัว 77
ภาพที่ 46 แผ่นดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) ขนาด 60 Cmx80 Cm. จำนวนแบบละ 2 แผ่น 77
ภาพที่ 47 กาวติดแผ่นดูดซับเสียง 78
ภาพที่ 48 Cylinder (Compact) ขนาด 60x60 mm 78
ภาพที่ 49 Regulator AR-Pressure Regulator Valve ตัวปรับคุณภาพลม AR (Air Regulator) ขนาด 2 หุน-1 นิ้ว การระบายลมตั้งแต่ 550-8000 Min/L 79
ภาพที่ 50 Solenoid Valve 'Baomain Pneumatic Solenoid Air Valve 4V310-10 AC110V 5 Way 2 Position PT3/8" Internally Piloted Acting Type Single Electrical Control 79
ภาพที่ 51 สายลม M8 (แบบหุ้มสาย) C-18 ของ Chiyoda 79
ภาพที่ 52 Fitting เกลียว 1/4" M8 รุ่น SPC 80
ภาพที่ 53 LM Guide (Linear Motion Guide / Slide Guide) 80
ภาพที่ 54 เครื่องเจียร์ BOSCH รุ่น GWS060 BW1601 ขนาด 4 นิ้ว 80
ภาพที่ 55 ปากกาเคมี 81
ภาพที่ 56 ตลับเมตร 81
ภาพที่ 57 ประแจ 1ชุด ประกอบด้วยเบอร์ 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 19 81
ภาพที่ 58 สว่านไฟฟ้า 1/4 นิ้ว (6 มม.) MAKTEC รุ่น MT652 (230วัตต์) THA 82
ภาพที่ 59 ตู้เชื่อม WELPRO อินเวอร์เตอร์หูหิ้ว 200 แอมป์ รุ่น WELARC200 82
ภาพที่ 60 Fiber ตัดเหล็ก 0601B373K0 83
ภาพที่ 61 รูปแบบการทำงานของกล่องดูดซับเสียง (Absorber stamp lot LWR ARM T00) 84
ภาพที่ 62 กล่องดูดซับเสียง (Absorber Stamp Lot LWR ARM T00) 85

ภาพที่ 63 ด้านบนของกล่องดูดซับเสียง (Cover absorber) 85
ภาพที่ 64 ฝาด้านหน้าของกล่องดูดซับเสียง (BRKT air cylinder cover absorber Stamp Lot M-C) 86
ภาพที่ 65 ขาสไลด์ของกล่องดูดซับเสียง (BRKT cover slide absorber).....86
ภาพที่ 66 คานด้านบนรองรับการสไลด์ของฝากล่องดูดซับเสียง.....87
ภาพที่ 67 ฝากล่องดูดซับเสียงด้านล่าง.....87
ภาพที่ 68 รูปแบบการทำงานของเครื่อง Stamp Lot หลังติดตั้ง กล่องดูดซับเสียง.....88
ภาพที่ 69 ติดตั้งโครงสร้างโดยการเชื่อมกับฐานเครื่อง Stam Lot เพื่อความแข็งแรง 89
ภาพที่ 70 ติดตั้งกล่องดูดซับเสียงโดยการเชื่อม และยึดน็อตกับฐานเครื่อง Stam Lot เพื่อความแข็งแรง.....90
ภาพที่ 71 ติดตั้งระบบ Cylinder (Compact) เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของฝากล่องดูดซับเสียง.....91
ภาพที่ 72 ติดตั้งรางสไลด์ เพื่อ เปิด-ปิด ฝากล่องดูดซับเสียง 92
ภาพที่ 73 ยึดฝากล่องดูดซับเสียงกับรางสไลด์.....92
ภาพที่ 74 ติดตั้งสายไฟฟ้า และท่อลม.....93
ภาพที่ 75 เชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับตู้ควบคุมไฟ.....93
ภาพที่ 76 ติดตั้งระบบท่อลมเข้า-ออก 94
ภาพที่ 77 ติดตั้ง Regulator AR-Pressure regulator valve และ Solenoid valve เพื่อควบคุมปริมาณของลม ให้เหมาะสมกับการทำงาน.....94
ภาพที่ 78 กล่องดูดซับเสียงหลังติดตั้งเสร็จเรียบร้อย 95
ภาพที่ 79 ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียง ด้านในกล่องดูดซับเสียงทั้ง 5 ด้าน 96
ภาพที่ 80 ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียง ฝาปิดด้านล่างกล่องดูดซับเสียง.....96
ภาพที่ 81 ติดตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของกล่องดูดซับเสียง (PLC) 97
ภาพที่ 82 ทดสอบระบบทำงานของเครื่อง และทดสอบระบบความปลอดภัย.....97
ภาพที่ 83 ทดลองใช้งานจริง และทดสอบคุณภาพชิ้นงาน 98

ภาพที่ 84 ตรวจวัดความดังของเสียงหลังติดตั้งกล่องดูดซับเสียง.....98
ภาพที่ 85 ตรวจวัดความดังของเสียงหลังติดตั้งกล่องดูดซับเสียง หลังเปลี่ยนชนิดของแผ่นดูดซับเสียง.....99

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยประเทศไทยมีปริมาณการผลิตรถยนต์ทุกประเภทเป็นอันดับที่ 11 ของโลก อันดับ 5 ของเอเชีย และอันดับ 1 ของอาเซียน เมื่อพิจารณาจากยอดจำหน่ายรถยนต์เชิงปริมาณ ตลาดรถยนต์ของไทยใหญ่เป็นอันดับที่ 17 ของโลก อันดับ 6 ของเอเชีย และอันดับ 2 ของอาเซียน เกิดจากรัฐบาลให้การส่งเสริมมาอย่างต่อเนื่องด้วยการออกนโยบายเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศโดยส่งเสริมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ นโยบายภาครัฐส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมรถยนต์มีความเข้มแข็งขึ้นเป็นลำดับ ปัจจุบันการผลิตรถยนต์ในไทยใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศคิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่า 80% ของมูลค่าชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตรถยนต์ทั้งหมด (วรรณา ยงพิศาลภพ, 2563)

ปัญหาเสียงดังจากกระบวนการผลิตเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการดำรงวิถีชีวิตของผู้ปฏิบัติงานและส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม จากสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานจำแนกตามความรุนแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2559-2563 ของสำนักงานประกันสังคมที่ได้ไว้ในรายงานสถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2559-2563 พบว่า โรคที่เกิดตามลักษณะหรือสภาพของงาน โรคหูตึงจากเสียงเป็นปัญหาอันดับ 1 ของโรคที่เกิดจากสาเหตุทางกายภาพและพบว่า ผู้ประสบเหตุ 32 รายจาก 80 ราย ได้รับความรุนแรงถึงขั้นสูญเสียอวัยะ (สำนักงานประกันสังคม, 2564)

ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา มีเสียงดังจากเครื่องจักรในรูปแบบสม่ำเสมอ เป็นเสียงที่มีความถี่สูงเมื่อเคลื่อนที่ไปกระทบพื้นผิวที่แข็ง จะเกิดการสะท้อนกลับคล้ายแสงที่สะท้อนออกจากกระจก คล้ายกับเครื่องตอกริเว็ต (วิทูรย์ สิมะโชคดี, 2544)

จากข้อมูลรายงานผลการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ในปี พ.ศ. 2564 พบว่า ระดับความดังเสียงแบบพื้นที่ เกินกว่ากฎหมายกำหนด มี 3 พื้นที่ ได้แก่ 1. บริเวณแผนกรับ-ส่ง ชิ้นส่วน (Receive) มีระดับความดังเสียงอยู่ในช่วง

78.3-88.9 เดซิเบล (เอ) ต้นกำเนิดเสียงมาจากรถโฟล์คลิฟท์ (ตามตารางที่ 1) 2. แผนก Stamping มีระดับความดังเสียงอยู่ในช่วง 88.5-108.8 เดซิเบล (เอ) กำเนิดเสียงมาจากเครื่องจักรขนาดใหญ่ (ตามตารางที่ 2) และ 3. บริเวณแผนกเชื่อมไฟฟ้า มีระดับความดังเสียงอยู่ในช่วง 83.2-104.6 เดซิเบล (เอ) แหล่งกำเนิดเสียงมาจากเครื่อง Stam Lot (ตามตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Receive

ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr.) บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

ลำดับ	พื้นที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง	
		Leq (dB(A))	Lmax (dB(A))
1	Receive Area : Receive Area A-B	80.1	83.5
2	Receive Area : Unloading	78.3	83.1
3	Receive Area : Receive Area A-B	84.2	88.9

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 2 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Stamping

ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr.) บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

ลำดับ	พื้นที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง	
		Leq (dB(A))	Lmax (dB(A))
1	Stamping area : PRG 600T	91.6	105.7
2	Stamping area : T/D 500 T	91.7	108.3
3	Stamping area : TRF 1600 T	90.7	108.8
4	Stamping area : Die Maintenance	88.5	101.4
5	Stamping area : T/D 200T	91.6	102.6
6	Stamping area : PRG 700T	91	98.4

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 3 รายงานผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียง ประจำปี 2564 แผนก Welding

ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr.) บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

ลำดับ	พื้นที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัดความดังเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง	
		Leq (dB(A))	Lmax (dB(A))
1	Welding area : RR SUBFRAME TLAA	87.7	96.5
2	Welding area : ARM LWR 4P00 (MMTH)	87.5	101.4
3	Welding area : FR Subframe T00	82.9	104.4
4	Welding area : Laser Cut 1-2	83.2	104.6
5	Welding area : RR Axle T5A	87.1	102.1
6	Welding area : RR Axle Beam Line T7J	82.8	96.7
7	Welding area : RR Sub TEA	89.3	104.6
8	Welding area : FR Sub TL0A	88.3	102.6
9	Welding area : Plasma Welding	91.4	104.1
10	Welding area : FR LWR TM0	87	101.6
11	Welding area : Link ARM LWR B515	87	101.9
12	Welding area : Stationary Main 15 CIVIC	86.5	98.4
13	Welding area : QC Welding	86.8	97.8

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

จากผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงดังกล่าวจะเห็นว่าเกินจากเกณฑ์ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานในแต่ละวัน พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไม่ให้เกิน 85 เดซิเบล (เอ) (ราชกิจจานุเบกษา, 2561)

จากปัญหาระดับเสียงในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่สูงเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและเป็นภาวะคุกคามต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากการสัมผัสเสียงขณะปฏิบัติงานประจำวัน (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556) ซึ่งสถานประกอบการได้ทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยิน มีการจัดทำนโยบายอนุรักษ์การได้ยิน

มีการเฝ้าระวังเสียงดัง จัดให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตรวจสุขภาพกลุ่มเสี่ยง และการอบรมให้ความรู้ รวมทั้งการบริหารจัดการโดยการเปลี่ยนและหมุนเวียนสลับหน้าที่ระหว่างลูกจ้างด้วยกัน ครบตามมาตรการที่กฎหมายกำหนด แต่พบว่า ในบางครั้งผู้ปฏิบัติงานไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หรือสวมใส่แล้วแต่ไม่เหมาะสม ทำให้เสี่ยงต่อการสัมผัสเสียงดัง และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

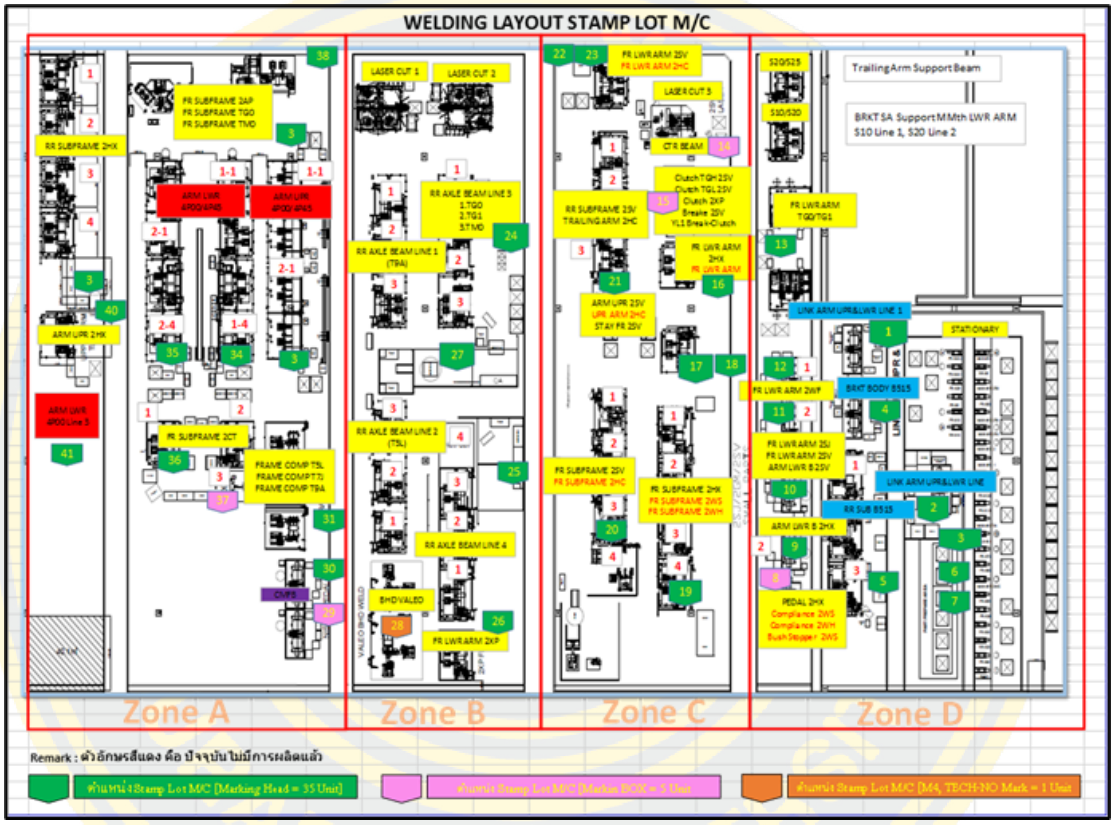
ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ผลการสำรวจแหล่งกำเนิดของเสียงจากทั้ง 3 แผนก ระดับเสียงที่ดังที่อยู่ อยู่ในบริเวณแผนกปั๊มชิ้นส่วน (Stamping) แต่เนื่องจากแหล่งกำเนิดมาจากเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถปรับปรุงได้ภายในระยะเวลาสั้น และใช้การลงทุนสูงรวมทั้งมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงได้สำรวจแผนกที่มีระดับเสียงดังรองลงมาคือแผนกเชื่อมไฟฟ้า (Electrical welding) โดยสำรวจผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงหลัก และทำการตรวจวัดระดับเสียงอีกครั้งที่เครื่อง Stamp Lot โดยตรวจวัดเฉพาะเครื่องที่ยังมีการทำงานอยู่ในปัจจุบัน มีทั้งหมด 39 เครื่อง ได้ค่าระดับเสียงต่ำสุด 86.5 เดซิเบล (เอ) และสูงสุด 103.3 เดซิเบล (เอ) (ตามตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัดระดับเสียง เครื่อง Stamp Lot แผนก Welding

ข้อมูลการตรวจวัดเสียงเครื่อง Stamp Lot (ก่อนการปรับปรุง)								
ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	Zone	Line	หมายเลข	จำนวน Pin	ระยะเวลา/นาที	Min (dBA)	Max (dBA)
1	4-Jul-21	D	BRKT BODY B515	4	1	15	87.0	88.8
2	3-Jul-21	A	ARM UPR 4P00/4P45	32	4	15	86.5	89.5
3	18-Jul-21	D	STATIONARY	6	4	15	88.6	90.2
4	4-Jul-21	A	CMFB	30	1	15	87.3	90.9
5	17-Jul-21	D	STATIONARY	3	1	15	90.2	90.9
6	4-Jul-21	D	RR SUB B515	5	1	15	87.8	92.4
7	4-Jul-21	D	PEDAL 2HX	8	4	15	93.7	94.2
8	4-Jul-21	D	LINK ARM UPR&LWR LINE 1	1	1	15	92.6	94.8
9	14-Jul-21	C	FR LWR ARM 2SV	23	4	15	91.7	94.8
10	12-Jul-21	D	ARM LWR B 2HX	9	1	15	92.7	94.9
11	11-Jul-21	C	Clutch TGH 2SV	15	1	15	95.8	95.0
12	14-Jul-21	D	FR LWR ARM TG0/TG1	13	2	15	93.1	95.0
13	14-Jul-21	C	RR AXLE BEAM LINE 3	24	2	15	95.0	95.6
14	14-Jul-21	C	FR LWR ARM 2SV	22	2	15	82.8	95.9
15	3-Jul-21	A	ARM UPR 4P00/4P45	33	4	15	93.9	96.2
16	17-Jul-21	D	FR LWR ARM 2SJ	10	4	15	94.4	96.6
17	4-Jul-21	A	ARM LWR 4P00/4P45	34	4	15	95.7	96.8
18	11-Jul-21	B	FR LWR ARM 2XP	26	2	15	94.8	97.1
19	4-Jul-21	D	STATIONARY	7	1	15	91.9	97.3
20	11-Jul-21	C	CTR BEAM	14	1	15	96.5	97.4
21	3-Jul-21	A	FR SUBFRAME 2CT	36	4	15	95.5	97.6
22	3-Jul-21	A	ARM UPR 2HX	40	1	15	96.7	98.0
23	4-Jul-21	D	FR LWR ARM 2WF	12	2	15	97.3	98.4
24	11-Jul-21	B	BHD VALEO	28	1	15	97.6	98.9
25	11-Jul-21	C	FR SUBFRAME 2SV	20	2	15	95.1	98.9
26	4-Jul-21	D	FR LWR ARM 2WF	11	2	15	98.3	99.0
27	4-Jul-21	C	FR LWR ARM 2HX	16	2	15	98.1	99.1
28	12-Jul-21	A	FR SUBFRAME 2AP	38	4	15	97.8	99.9
29	3-Jul-21	A	RR SUBFRAME 2HX	39	4	15	99.6	100.4
30	3-Jul-21	A	ARM LWR 4P00/4P45	35	4	15	94.5	100.5
31	11-Jul-21	B	RR AXLE BEAM LINE 1,2	27	2	15	99.6	100.6
32	11-Jul-21	C	FR LWR ARM 2HX	19	2	15	99.8	101.0
33	3-Jul-21	A	FRAME COMP T5L	31	4	15	100.2	101.2
34	14-Jul-21	A	CMFB	29	1	15	97.7	101.2
35	12-Jul-21	C	RR SUBFRAME 2Sv	21	4	15	99.9	101.8
36	12-Jul-21	D	LINK ARM UPR&LWR LINE 2	2	1	15	99.8	102.2
37	4-Jul-21	A	ARM LWR 4P00 Line 3	41	1	15	101.8	103.0
38	11-Jul-21	C	ARM UPR 2SV	18	1	15	86.6	103.3
39	11-Jul-21	C	ARM UPR 2SV	17	2	15	97.6	103.3

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

จากข้อมูลผลการตรวจวัดระดับเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ตาม อาจส่งผลต่อปัญหาสุขภาพของพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ดังกล่าว ผู้วิจัยจึง จึงได้ขออนุญาตจากกรรมการผู้จัดการเพื่อทำโครงการวิจัยเพื่อลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot และได้รับอนุญาตให้ทำการวิจัยในเครื่อง Stamp Lot ในพื้นที่ของโซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า



ภาพที่ 1 ผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

นอกจากนี้จากผลการตรวจสุขภาพประจำปี 2564 การตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกเชื่อมไฟฟ้า โรงงานกรณีศึกษา พบว่า พนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกเชื่อมไฟฟ้ามีจำนวนพนักงานที่การได้ยินเทียบกับ Base line เกินเกณฑ์ 59 คน (แนวทางการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินและการแปลผล, 2564)

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัด เครื่อง Stamp Lot ในพื้นที่ปฏิบัติงานของแผนกเชื่อมไฟฟ้า พื้นที่โซนดี (Zone D) หมายเลขที่ 8, 9, 10, 11, 12, 13 โดยตรวจวัดระดับความดังเสียงเบื้องต้นที่ละเครื่อง เครื่องละ 3 นาที โดยเครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) ของโรงงานกรณีศึกษา

ในขณะการทำงานตามปกติของ เครื่อง Stamp Lot และได้ผลการตรวจวัดปรากฏว่าเครื่อง Stamp Lot ที่มีระดับความดังสูงสุด ได้แก่ เครื่องหมายเลขที่ 11 ได้ค่าระดับเสียงต่ำสุด 98.3 เดซิเบล (เอ) และสูงสุด 99.0 เดซิเบล (เอ)

ตารางที่ 5 ข้อมูลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot พื้นที่โซนดี (Zone D)

ข้อมูลการตรวจวัดเสียงเครื่อง Stamp Lot (ก่อนการปรับปรุง)								
ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	Zone	Line	หมายเลข	จำนวน Pin	ระยะเวลา/นาที	Min (dBA)	Max (dBA)
1	20-Dec-21	D	PEDAL 2HX	8	4	3	93.7	94.2
2	20-Dec-21	D	ARM LWR B 2HX	9	1	3	92.7	94.9
3	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2SJ	10	4	3	94.4	96.6
4	20-Dec-21	D	FR LWR ARM TG0/TG1	13	2	3	95.7	97.2
5	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2WF	12	2	3	97.3	98.4
6	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2WF	11	2	3	98.3	99.0

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะหาวิธีการลดภาวะคุกคามจากเสียงดัง และลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานที่มีการสัมผัสเสียงตลอดระยะเวลาทำงาน ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจการลดระดับเสียงที่เกิดจากการทำงานของเครื่อง Stam Lot โดยกระบวนการ Stamp จะเป็นการทำสัญลักษณ์ลงบนเนื้อโลหะโดยหัวเข็มที่เป็นเหล็กเจาะถี่ ๆ ลงบนชิ้นงาน เมื่อโลหะที่เป็นเหล็กกระแทกกันด้วยจังหวะที่เร็วทำให้เกิดเสียงดังขึ้นโดยธรรมชาติ

ในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot นั้น ผู้วิจัยจะใช้ กล่องดูดซับสียง ครอบที่ตัวเครื่อง Stamp Lot นอกจากนี้ยังใช้วัสดุดูดซับเสียงบุด้านในของ กล่องดูดซับสียง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการลดเสียงจากตัวเครื่อง Stamp Lot แผนกเชื่อมไฟฟ้า โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวจี ก่ออ้อ (2562) ซึ่งทำการวิจัย การลดเสียงดังจากเครื่องตัดท่อโลหะเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ผลจากการวิจัย มีผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงโดยวิธีการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงร่วมกับการติดตั้งแผ่นยางดำรอบตัวหนีบท่อโลหะ สามารถลดระดับเสียงได้ดียิ่งขึ้น โดยระดับความดังเสียงเฉลี่ยหลังการปรับปรุงจุดที่ก่อให้เกิดเสียงลดลง 9.5 เดซิเบลเอเท่ากับ 9.8 เปอร์เซ็นต์ จุดผู้ปฏิบัติงานเครื่องตัดท่อโลหะลดลง 10.5 เดซิเบลเท่ากับ 11.5 เปอร์เซ็นต์ และจุดของผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียงลดลง 2.3 เดซิเบลเอเท่ากับ 3.1 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถสรุปได้ว่า การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงร่วมกับแผ่นยางสามารถลดระดับเสียงจุดผู้ปฏิบัติงานให้มีค่าระดับเสียงไม่เกิน 85.0 เดซิเบลเอ ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ปลอดภัยต่อ

ผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของ ภาณุวิชญ์ สุภพิชญานันท์ (2562) วิจัยเรื่อง การลดเสียงดังจากเครื่องปั๊มโลหะเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับเสียงดังที่เกิดจากการทำงานของเครื่องปั๊มโลหะ และหาวิธีการลดระดับเสียงให้อยู่ระดับที่ปลอดภัย โดยได้ทำการตรวจวัดระดับเสียงดังสูงสุดก่อนและหลังการปรับปรุงทั้งหมด 3 บริเวณที่ก่อให้เกิดเสียงดังจากเครื่องปั๊มโลหะบริเวณละ 3 ตำแหน่ง โดยบริเวณแรก คือถาดการไหลของแผ่นชิ้นงานทำการปรับปรุงด้วยวิธีการใช้ลูกกลิ้งเหล็กพันด้วยยวัสดุกันกระแทกโดยพบว่า ที่ตำแหน่งจุดก่อให้เกิดเสียงดังก่อนและหลังการปรับปรุงมีระดับเสียงเท่ากับ 107.8 และ 86.6 เดซิเบล (เอ) ตำแหน่งจุดผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องปั๊มโลหะก่อนและหลังการปรับปรุงมีระดับเสียงเท่ากับ 101.9 และ 80.8 เดซิเบล (เอ) ตำแหน่งจุดผู้ร่วมงานที่อยู่ใกล้เคียงก่อนและหลงการปรับปรุงมีระดับเสียงเท่ากับ 83.3 และ 70.4 เดซิเบล (เอ) ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงกล่องดูดซับเสียงเสียง ในการวิจัยในครังนี้ได้

โดยผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นหลักฐานยืนยันถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลดเสียงที่เกิดจากการผลิตในปัจจุบัน นอกจากนี้จะได้นำรูปแบบและหลักการลดเสียง ไปสร้างอุปกรณ์ลดระดับเสียงในพื้นที่อื่นที่ประสบปัญหาเสียงดังจากกระบวนการผลิต และนำไปประยุกต์ใช้ขยายผลกับเครื่องจักรอื่นที่มีลักษณะการเกิดเสียงดังในลักษณะเดียวกันซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมยานยนต์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพสภาพแวดล้อมในการทำงาน กระบวนการผลิต และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

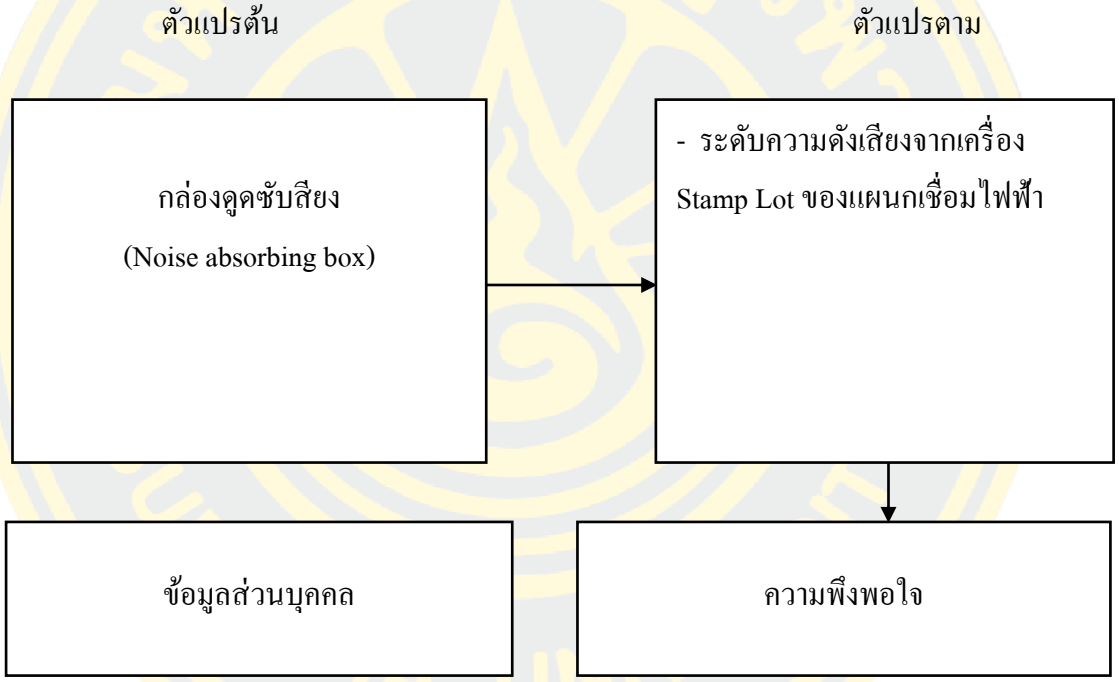
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อออกแบบและสร้าง กล่องดูดซับสียง ในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ระหว่าง ก่อนและหลัง การใช้กล่องดูดซับสียง
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร

สมมติฐานของการวิจัย

กล่องดูดซับเสียง ที่บุด้านในด้วยวัสดุดูดซับเสียงชนิดโพลียูรีเทน (Polyurethane) แบบรังไข่ แบบสามเหลี่ยม และแบบเรียบ สามารถลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานได้ตาม ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

1. ตัวแปรต้น

กล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box)

2. ตัวแปรตาม

2.1 ระดับความดังเสียงจาก Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า

2.2 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องจักร

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงระดับความดังของเสียงจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานกับ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า

2. ทราบถึงระดับความดังของเสียงสะสมที่พนักงานได้รับสัมผัสจากการทำงานกับเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

3. ทราบแนวทางการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงทางกายภาพเกี่ยวกับเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่อาจมีผลต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินของผู้ปฏิบัติงาน

4. สามารถนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางต่อยอดการลดระดับเสียงดังในกระบวนการผลิตอื่น ๆ ในโรงงาน หรือในสถานประกอบการอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ในหน่วยเดซิเบลเอ dB(A) ซึ่งใช้เครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ในการเก็บข้อมูล และการศึกษาในครั้งนี้ตรวจวัดระดับเสียงสูงสุดในหน่วยเดซิเบลเอเท่านั้น ทั้งนี้ไม่ทำการศึกษาระดับเสียงสูงสุดในหน่วยเดซิเบลบี หรือซี หรือระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน หรือระดับเสียงแบบแยกความถี่ ศึกษาในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 และศึกษาความพึงพอใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นิยามศัพท์เฉพาะ

กล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box) หมายถึง กล่องที่ใช้ป้องกันและดูดซับเสียงจากเครื่อง Stamp Lot เพื่อลดเสียงดังจากการทำงานของเครื่องจักรให้น้อยลง และลดอันตรายทางการได้ยินของผู้ปฏิบัติงาน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วัสดุดูดซับเสียงชนิดโพลียูรีเทน (Polyurethane) 3 แบบได้แก่ แบบรังไข่ แบบสามเหลี่ยม และแบบเรียบ มีความหนา 1 นิ้ว ตัดตามขนาดของกล่องดูดซับเสียง บุด้านในกล่องดูดซับเสียง

แผนกเชื่อมไฟฟ้า โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ หมายถึง แผนกเชื่อมไฟฟ้า เป็นการเชื่อมไฟฟ้าประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยโดยใช้หุ่นยนต์ (Robot arc welding) ในกระบวนการผลิตโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เครื่อง Stamp Lot หมายถึง เครื่องปั๊มที่มีหัวเข็มเป็นเหล็ก เพื่อปั๊มสัญลักษณ์แสดงวัน เดือน ปี รุ่น ที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

ข้อมูลส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุของพนักงาน อายุการทำงานที่ปฏิบัติงานเต็มเวลาทำงานปกติเกี่ยวกับกระบวนการ Stam Lot โดยตรงในแผนกเชื่อมไฟฟ้าโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายหลังการปรับปรุงเครื่องจักรของพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับกระบวนการ Stamp Lot โดยตรง ในแผนกเชื่อมไฟฟ้าโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ระดับความดังเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง ระดับความดังเสียงจากเครื่อง Stamp Lot แผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่วัดจากเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ยี่ห้อ Larson Davis รุ่น 831 หมายเลขเครื่อง 0003506 โดยวัดบริเวณด้านข้างระยะห่างไม่เกิน 30 เซ็นติเมตร โดยวัดครั้งละ 3 นาที ของเครื่อง Stamp Lot โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้มีการทบทวนวรรณกรรม เครื่องจักรในกระบวนการผลิต หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง และกฎหมาย รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยสังเขป การทำงานของเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า และปัญหาที่เกิดจากเสียงของเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียง อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง และวิธีการป้องกัน แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียง อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง และวิธีการป้องกัน แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยซึ่งประกอบไปด้วย 6 ส่วน ได้แก่

1. กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยสังเขป
2. การทำงานของเครื่อง Stamp Lot และปัญหาที่เกิดจากเสียงของเครื่อง Stamp Lot
   - 2.1 ส่วนประกอบของ เครื่อง Stamp Lot
   - 2.2 ขั้นตอนการทำงานของ เครื่อง Stamp Lot
   - 2.3 ปัญหาที่เกิดจากเสียงดังของ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกายวิภาคของหู และกลไกการได้ยินของมนุษย์
   - 3.1 กายวิภาคของหู
     - 3.1.1 หูชั้นนอก (Outer ear)
     - 3.1.2 หูชั้นกลาง (Middle ear)
     - 3.1.3 หูชั้นใน (Inner ear)
   - 3.2 กลไกการได้ยินของมนุษย์
4. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเสียง อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง และวิธีการป้องกันอันตรายจากเสียง
   - 4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียง
   - 4.2 อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง
   - 4.3 วิธีการป้องกันอันตรายของเสียง
5. การประเมินระดับความดังของเสียง และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
   - 5.1 การประเมินระดับความดังของเสียง
     - 5.1.1 เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter)

5.1.2 เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter)

5.1.3 เครื่องวัดเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impulse or Impact Noise Meter

5.1.4 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

6. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียง

6.1.1 เทคนิคการควบคุมเสียง

6.1.2 การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด

6.1.3 วัสดุดูดซับเสียง

6.2 กล่องดูดซับสียง (Noise Absorbing Box)

โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยสังเขป

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ ตามภาพที่ 3

ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

ที่มา: OPL กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการที่ 1 แผนกปั๊มขึ้นรูป (Stamping หรือ Press)

แผนกแผนกปั๊มขึ้นรูป (Stamping หรือ Press) เป็นกระบวนการปั๊มขึ้นรูป โดยใช้เครื่องปั๊มขึ้นรูป (Stamping หรือ Press) ตามภาพที่ 4 (ก) และ ภาพที่ 4 (ข) โดยเริ่มจากการนำ คอยล์ (Coil) หรือแผ่นเหล็กแมทัลชีทแบบเรียบ ตามภาพที่ 5 (ก) และ ภาพที่ 5 (ข) มาปั๊มขึ้นรูป โดยผ่านกระบวนการหลัก 3 อย่าง คือ

1. การตัดเฉือน (Shearing) ซึ่งแบ่งเป็นการปั๊มเจาะ (Blanking) และการตัดเจาะรู (Piercing)
2. การตัด (Bending) หรือการ ขึ้นรูป (Forming)
3. การลากขึ้นรูป (Drawing) นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีดังเดิมอื่น ๆ เช่น การปั๊มนูน (Embossing) การปั๊มจม (Coining) การบีบอัด(Swaging) การฝานขอบ (Shaving) และ การตัดขอบ (Trimming)

โดยจะนำ เหล็กม้วน หรือ Coil เข้าสู่กระบวนการปั๊มให้ได้รูปร่างของชิ้นส่วนตามแม่พิมพ์ หรือ Die ตามภาพที่ 6 (ก) และ ภาพที่ 6 (ข)

(ก) (ข)

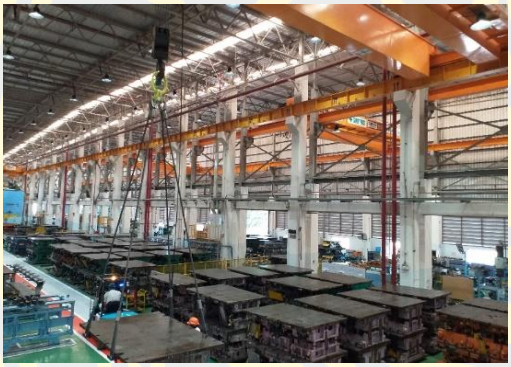
ภาพที่ 4 เครื่องปั๊มขึ้นรูป (Stamping หรือ Press)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5 แผ่นเหล็กแมทัลชีทแบบเรียบ หรือ Coil

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 6 แม่พิมพ์ หรือ Die

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการที่ 2 แผนกเชื่อมไฟฟ้า (Electrical welding)

กระบวนการผลิตในแผนก แผนกเชื่อมไฟฟ้า เป็นการเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้หุ่นยนต์ (Robot arc welding) ตามภาพที่ 7 ในการเชื่อม โดยพนักงานจะนำชิ้นงานที่รอการเชื่อม ตามภาพที่ 8 (ก) ไปวางบน JIG, Conveyor หรือ Station โดย Robot จะนำหัวเชื่อมไปเชื่อมตามจุดของชิ้นงานแต่ละตำแหน่ง หรือการเชื่อมลักษณะแบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อม “อาร์ค” ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์คระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อม ซึ่งหลอมละลายลวดเชื่อมและทำหน้าที่ป้อนเนื้อโลหะให้แก่แนวเชื่อม แล้วจะได้ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมแล้ว ตามภาพที่ 8 (ข) ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมประกอบ

ภาพที่ 7 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้หุ่นยนต์ (Robot arc welding)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

(ก) (ข)

ภาพที่ 8 (ก) ชิ้นงานที่รอการเชื่อม (ข) ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมประกอบ
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการที่ 3 แผนกชุบสี (Painting หรือ Electro Deposition Painting (EDP))

เป็นการเคลือบผิวโลหะแบบใช้ไฟฟ้า หรือ อีดีพี (Electro Deposition Painting (EDP)) ตามภาพที่ 9 (ก) และ (ข) เพื่อทำให้มีผิวเคลือบที่เรียบ และทนต่อการกัดกร่อนสูง มีความหนาของผิวเคลือบและเฉดสี ที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ มีแรงยึดเกาะที่ดี โดยการนำชิ้นงานที่ถูกแขวนกับราว ตามภาพที่ 10 (ก) ใส่ไปในเครื่องเคลือบผิวโลหะแบบใช้ไฟฟ้า หรือ อีดีพี ให้เคลื่อนตัวลงบ่อชุบสี จะได้ชิ้นงานออกมา ตามภาพที่ 10 (ข) ชิ้นงานหลังชุบสี การเคลือบผิวโลหะแบบใช้ไฟฟ้า หรือ อีดีพี เหมาะกับผลิตภัณฑ์ ที่มีรูปทรงซับซ้อน การพ่นสีเข้าถึงยาก เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ สามารถชุบได้ทั้งวัสดุ ที่เป็น เหล็ก อลูมิเนียมผสม และซิงค์

(ก) (ข)

ภาพที่ 9 เครื่องชุบสี EDP

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

(ก) (ข)

ภาพที่ 10 (ก) ชิ้นงานก่อนชุบสี (ข) ชิ้นงานหลังชุบสี

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา (1 ธันวาคม 2564)

กระบวนการที่ 4 แผนกประกอบ (Assembly)

เป็นการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ประเภทข้อต่อต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ชุดเบรค ช่วงล่าง แชสซีส เป็นต้น เข้าประกอบโดยใช้เครื่องจักรในการประกอบชิ้นส่วน (Assembly) ภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12

ภาพที่ 11 เครื่องจักรในการประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 12 การประกอบชิ้นงาน ของแผนกประกอบชิ้นส่วน
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

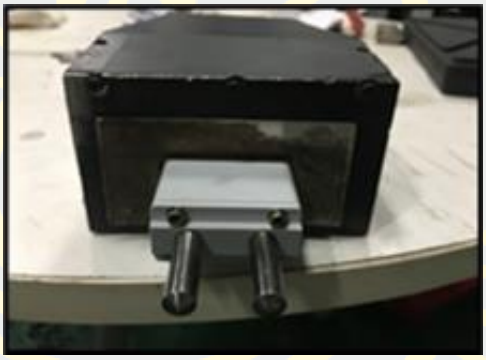
การทำงานของเครื่อง Stamp Lot และปัญหาที่เกิดจากเสียงของเครื่อง Stamp Lot

เครื่อง Stamp Lot ดูตามภาพที่ 13 เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อทำสัญลักษณ์ แสดงถึง วัน เดือน ปี ลำดับ ที่ผลิตชิ้นส่วนนั้น ๆ เครื่อง Stamp Lot ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ สามารถควบคุมการทำงานผ่านแผงควบคุม (ภาพที่ 14) ใช้หัวเข็มเพื่อตอกรหัสบนชิ้นส่วนต่าง ๆ (ตามภาพที่ 15, 16) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เช่น แชสซีส เบรค หรือ ช่วงล่างเป็นต้น

1. ส่วนประกอบของเครื่อง Stamp Lot

ภาพที่ 13 เครื่อง Stamp Lot Dimension Machine: 450 mm.(W) x 650 mm.(L) x 1100 mm.(H)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 14 แผงควบคุม (Controller : TMC470)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 15 หัวเข็มที่ใช้ตอกรหัสบนชิ้นส่วนยานยนต์ (Marking head) TMM4200
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา (1 ธันวาคม 2564)

ภาพที่ 16 หัวเข็ม TMM4200 Pin Type : 150SA (2 Pin)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

2. ขั้นตอนการทำงานเครื่อง Stamp Lot มี 4 ขั้นตอน (ตามภาพ ที่ 17)

ขั้นตอนที่ 1 นำชิ้นงานออกจาก
เครื่อง Arc welding ตรวจสอบ
ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 2
นำชิ้นงานวางบน Shooter

ขั้นตอนที่ 3
Clamp lock ชิ้นงานและกด Start

ขั้นตอนที่ 4
ตรวจสอบ Lot No ต้อง
ถูกต้อง,ชัดเจน

ภาพที่ 17 ขั้นตอนการทำงานเครื่อง Stamp Lot
ที่มา: มาตรฐานการปฏิบัติงาน (OPS) เครื่อง Stamp Lot ของโรงงานกรณีศึกษา

3. ปัญหาที่เกิดจากเสียงดังของเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า

เนื่องจากลักษณะการทำงานของเครื่อง Stamp Lot เป็นการปั๊มสัญลักษณ์โดยใช้หัวเข็มที่เป็นโลหะ ปั๊มถี่ ๆ ลงบนชิ้นงานที่เป็นโลหะจึงทำให้เกิดเสียงดัง และจากรายงานผลการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียงภายในสถานประกอบกิจการ สองปีย้อนหลัง คือในปี พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2564 พบว่าแผนกเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้หุ่นยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา มีผลการตรวจวัดเกินกว่ากฎหมายกำหนด โดยในปี 2563 มีค่าความดังอยู่ระหว่าง 87.0-104.6 เดซิเบล (เอ) และในปี 2564 มีค่าความดังอยู่ระหว่าง 85.6-108.4 เดซิเบล (เอ)

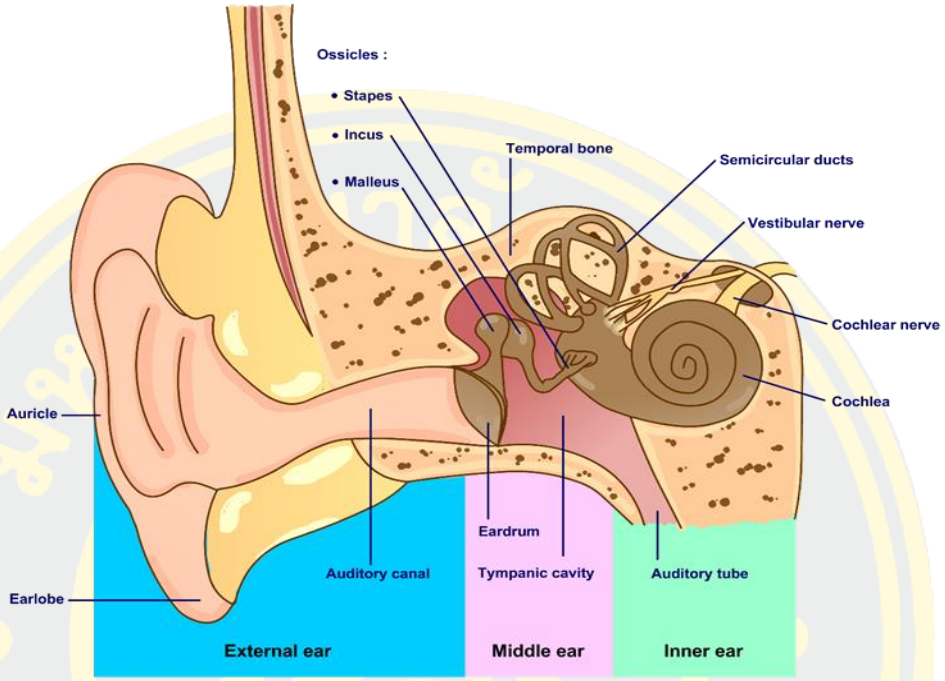
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกายวิภาคของหูและกลไกการได้ยินของมนุษย์

1. กายวิภาคของหู

การได้ยิน (Hearing) เป็นกลไกที่พบในสัตว์ชั้นสูง เช่น กลุ่มสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังจะเกิดขึ้นได้ต้องมีพลังงานเสียง มีตัวกลางนำเสียง (เช่น อากาศ น้ำ เป็นต้น) และจะต้องมีอวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียงและสามารถแปลผลเสียงที่ได้ยินได้การได้ยินมีประโยชน์ทั้งในแง่เป็นการป้องกันอันตราย โดยการระบุตำแหน่งที่มาของเสียง และใช้ในการสื่อสารระหว่างกันในมนุษย์ซึ่งมีการพัฒนาของระบบภาษาสามารถแปลเสียงพูดเป็นคำที่มีความหมายต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการสื่อสารได้อย่างซับซ้อนยิ่งขึ้น กลไกการได้ยินในมนุษย์นั้นก็มีความสลับซับซ้อนเช่นกัน ในการได้ยิน หูของมนุษย์สามารถเปลี่ยนเสียงในอากาศซึ่งเป็นพลังงานกลให้กลายเป็นสัญญาณประสาทสำหรับส่งไปแปลผลที่สมองได้ด้วยกลไกของส่วนประกอบต่าง ๆ ของหูเสียงซึ่งเป็นพลังงานกลเดินทางมาตามการสั่นสะเทือนของอากาศมาที่ใบหูซึ่งจะทำหน้าที่รวบรวมเสียงให้เข้าสู่ช่องหูใบหูนั้นมีรูปร่างแบนและโค้งเว้าเข้าข้างในคล้ายกรวย ทำให้รวบรวมเสียงได้ดีและช่วยสะท้อนเพิ่มความดังของเสียงในบางความถี่ให้มากขึ้น ตำแหน่งของใบหูมนุษย์จะเอนมาข้างหลังทำให้ได้ยินเสียงจากด้านหน้าได้ชัดกว่าด้านหลัง และการที่มีหู 2 ข้างของศีรษะ ทำให้ได้รับเสียงจากทิศทางต่าง ๆ ได้ไม่เท่ากัน กลไกเหล่านี้จะทำให้มนุษย์สามารถแปลผลหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงได้

หู (Ear) ส่วนประกอบของหูแบ่งออกเป็น 3 ส่วน หลัก ๆ ประกอบด้วยหูชั้นนอก (Outer ear) หูชั้นกลาง (Middle ear) และหูชั้นใน (Inner ear) (ตามภาพที่ 18) หูมีหน้าที่หลัก 2 ประการคือ ทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับเสียงทำให้เกิดการได้ยินขึ้น (Hear the sound) และช่วยในการทรงตัวของร่างกาย (Assisting balance)

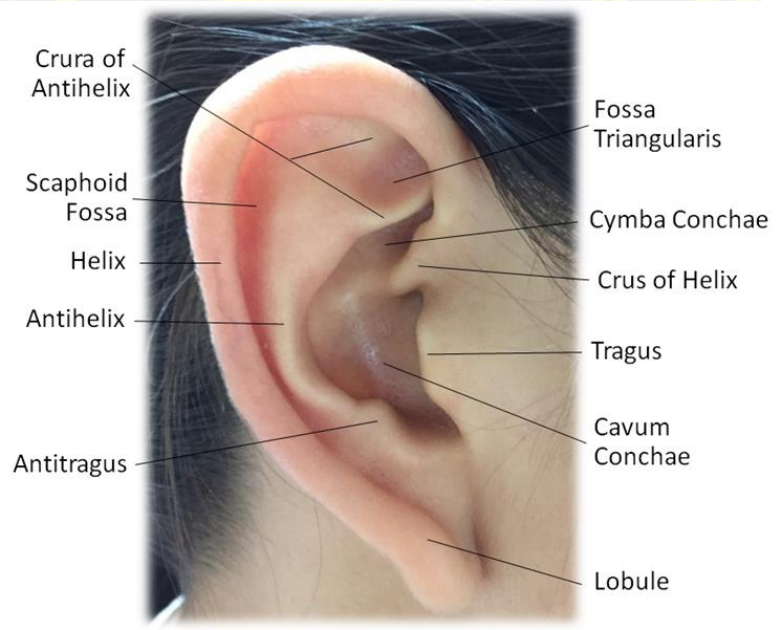
1.1 หูชั้นนอก (Outer ear)



ภาพที่ 18 อวัยวะของหู 3 ส่วน; หูชั้นนอก หูชั้นกลางและหูชั้นใน
ที่มา: อุษาภร ประไพสิทธิ์ (ม.ป.ป.)

หูชั้นนอก (Outer ear) คือ บริเวณตั้งแต่ใบหู (Auricle หรือ Pinna) (ตามภาพที่ 19) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนโค้ง ประกอบขึ้นจากกระดูกอ่อนห่อหุ้มด้วยผิวหนัง ตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของศีรษะทั้ง 2 ข้าง ทำมุมเอนไปด้านหลัง ด้านบนของใบหูจะมีลักษณะเป็นขอบโค้ง (Helix) ล่างสุดจะเป็นติ่งนิ่ม เรียกว่า ติ่งหู (Lobule) ที่ส่วนตรงกลางจะเป็นแอ่งก่อนที่จะเข้าสู่ภายในช่องหู เรียกว่า (Concha) และส่วนถัดมาก็คือ ช่องหู (External auditory canal หรือ External ear canal) ส่วนตั้งแต่รูหูลึกเข้าไปภายในศีรษะส่วนนี้จะมีลักษณะเป็นช่องหรือรูที่มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.5-3 เซนติเมตร มีความโค้งคล้ายรูปตัวเอส (Sigmoid curve) และจะพุ่งเข้าสู่ศีรษะในลักษณะจากด้านหลังและด้านบน (From behind and above) ไปข้างหน้าและลงด้านล่าง (Forward and downward) ซึ่งผนังของช่อง หูด้านนอกจะเป็นกระดูกอ่อนประมาณ 2 ใน 3 ส่วน และ 1 ใน 3 ด้านในจะเป็นกระดูกแข็งของกะโหลกศีรษะ ตลอดภายในช่องหูบุด้วยผิวหนัง โดยยิ่งลึกเข้าไปผิวหนังก็จะยิ่งบางลงและที่ผนังของช่องหูด้านนอกจะมีต่อมไขมัน (Sebaceous gland) และต่อมเหงื่อ (Apocrine sweat gland) คอยทำหน้าที่สร้างขี้หู (Earwax หรือ Cerumen) คือขี้หูเปียก (Wet type)

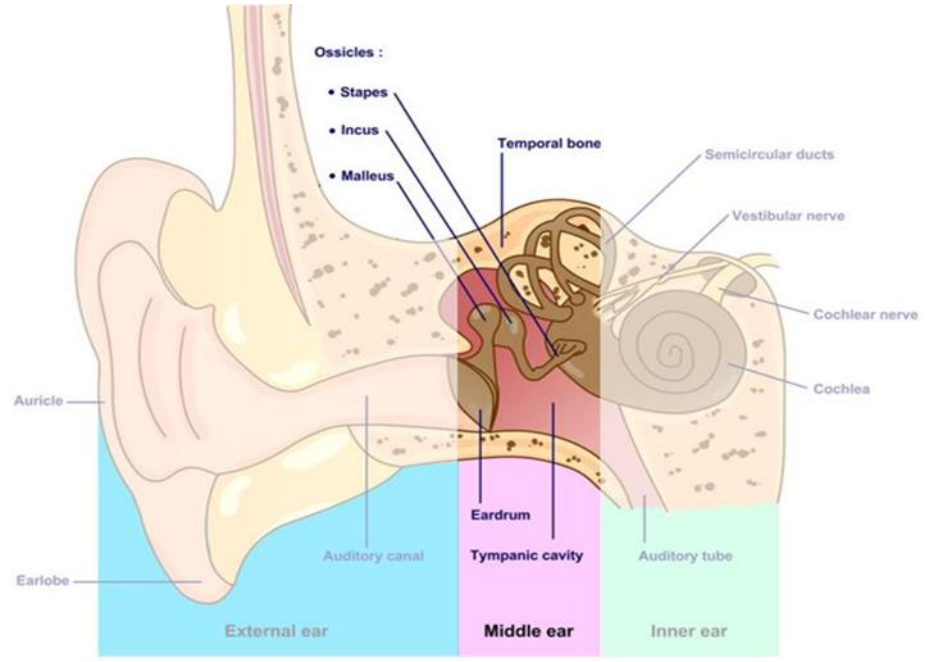
และขี้หูแห้ง (Dry type) โดยมีส่วนประกอบหลักเป็นสารเคราติน (Keratin) ขี้หูคอยทำหน้าที่ปกป้องผิวหนังหล่อลื่นภายในช่องหูพาสิ่งสกปรกออกสู่ภายนอกช่องหูและมีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโรค แต่การมีขี้หูอัดแน่นอยู่ภายในช่องหูมากเกินไป ก็จะส่งผลเสียทำให้บดบังการได้ยินได้ ลึกเข้าไปภายในช่องหูส่วนปลายจะเป็นเยื่อแก้วหู (Tympanic membrane หรือ Eardrum) ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายของหูชั้นนอก มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ กั้นอยู่ระหว่างช่องหูกับหูชั้นกลาง หากส่องดูจากภายในช่องหูจะเห็นเยื่อแก้วหูมีลักษณะตึงกลม ส่วนกลางรูปร่างเป็นโคนเว้าเข้าไปเล็กน้อยคล้ายกับลำโพงของเครื่องเสียง



ภาพที่ 19 ใบหู (Pinna)
ที่มา: อุษาภร ประไพสิทธิ์ (ม.ป.ป.)

1.2 หูชั้นกลาง (Middle ear)

หูชั้นกลาง (Middle ear) (ตามภาพที่ 20) เป็นบริเวณที่ต่อจากด้านในของเยื่อแก้วหู มีลักษณะเป็นโพรงขนาดเล็ก (Tympanic cavity) ซึ่งโพรงแบบนี้จะอยู่ภายในกระดูกขมับ (Temporal bone) ภายในโพรงจะเป็นอากาศ (Air) โดยมีท่อต่อจากส่วนล่างของโพรงของหูชั้นกลางออกไปที่หลังจมูก (Nasopharynx) ซึ่งเรียกว่าท่อยูสเตเชียน (Eustachian tube) มีหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในโพรงของหูชั้นกลางให้เท่ากับความดันอากาศภายนอกซึ่งภายในโพรงของหูชั้นกลางประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ 3 ชิ้น (Ossicles) คอยทำหน้าที่นำเสียงกระดูก 3 ชิ้นนี้วางตัวในลักษณะเรียงต่อกัน (Ossicles chain) เริ่มจากกระดูกค้อน ต่อด้วยกระดูกทั่งและลึกสุดเป็นกระดูกโกลน กระดูกค้อน (Malleus) มีส่วนที่เป็นด้ามยาว คล้ายด้ามค้อน (Manubrium) ยึดติดอยู่กับเยื่อแก้วหูและส่วนที่เป็นหัวค้อน (Head) ติดอยู่กับส่วนกลางของกระดูกทั่ง (Incus) ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งยาว ปลายด้านสั้น (Short crus) ติดกับผนังของโพรงหูชั้นกลางส่วนปลายด้านยาว (Long crus) ติดกับหัวของกระดูกโกลน ส่วนกระดูกโกลน (Stapes) นั้นอยู่ลึกสุดมีรูปร่างเหมือนโกลน คือ มีส่วนหัวและส่วนคอ จากนั้นแยกออกเป็น 2 ขา (Crura) แล้วมาติดกันที่ส่วนฐานปลายกระดูก (Foot Plate) ส่วนปลายฐานกระดูกโกลนนี้ยึดติดอยู่กับเยื่อของรูปไข่ (Oval window) ซึ่งจะต่อไปที่หูชั้นในอีกที กระดูกทั้ง 3 ชิ้นยึดติดกันอยู่ภายในโพรงของหูชั้นกลางได้ด้วยเส้นเอ็น (Ligament) หลายเส้น จึงทำให้ยังสามารถเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนได้นอกจากนี้ภายในหูชั้นกลางยังมีกล้ามเนื้อสำคัญที่ยึดติดอยู่กับกระดูก 3 ชิ้นนี้อีก 2 มัด คือ กล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไน (Tensor tympani) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนด้ามของกระดูกค้อนและกล้ามเนื้อสเตปีเดียส (Stapedius) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนคอของกระดูกโกลน



ภาพที่ 20 หูชั้นกลาง (Middle ear cavity)
ที่มา: อุษาภร ประไพสิทธิ์ (ม.ป.ป.)

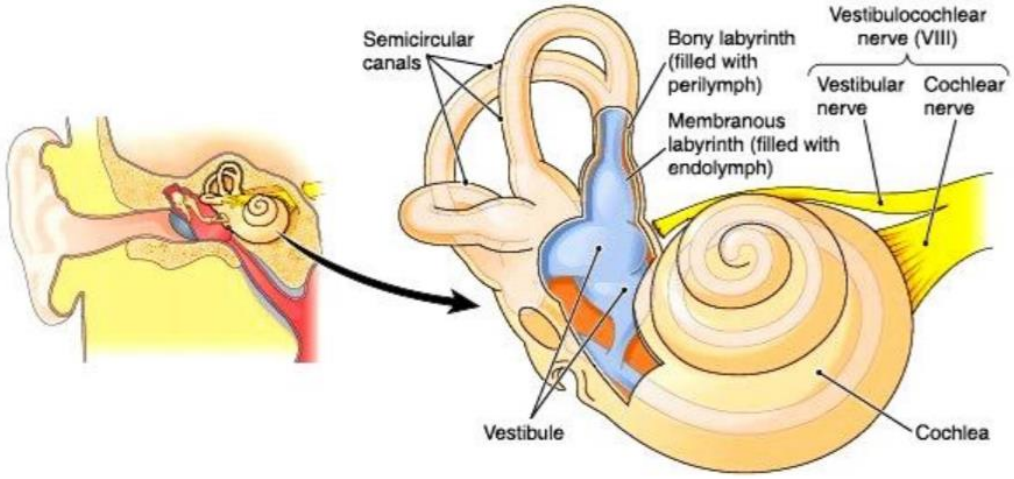
1.3 หูชั้นใน (Inner ear)

หูชั้นใน (Inner ear) (ตามภาพที่ 21 และภาพที่ 22) เป็นชั้นที่อยู่ลึกที่สุด คืออยู่ภายในส่วนลึกของกระดูกขมับ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนท่อรูปครึ่งวงกลม (Semicircular canals) ซึ่งเป็นท่อรูป ครึ่งวงกลม 3 ท่อ วางทำมุมตั้งฉากกัน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการทรงตัว ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของท่อรูปก้นหอย (Cochlea) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับเสียง ทั้งสองส่วนนี้มีความสลับซับซ้อนลักษณะเหมือนกับเขาวงกต (Labyrinth) โดยในส่วนของขมับก็จะมีลักษณะซับซ้อนเหมือนเขาวงกตเพื่อเป็นโครงสร้างให้กับอวัยวะเหล่านี้ (Osseous labyrinth) ส่วนภายในช่องของกระดูกจะเป็นส่วนเนื้อเยื่อ (Membranous labyrinth) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อมีของเหลวอยู่ภายใน ส่วนของท่อ รูปก้นหอย (Cochlea) นั้น ทำหน้าที่เป็นส่วนสุดท้ายของการรับเสียง (End organ of hearing) มีลักษณะเป็นท่อขดวน 25 รอบ เปรียบเหมือนหอยโข่งหรือหอยทาก ภายในท่อถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่องย่อย ด้วยเนื้อเยื่อที่กั้นอยู่ตรงกลางเรียกว่าสกาล่ามีเดีย (Scala media หรือ Cochlea partition) โดยส่วนขาเข้าที่ต่อมาจากเยื่อของช่องรูปไข่ เรียกว่า ช่องสกาล่าเวสทิบูไล (Scala vestibuli) เมื่อเดินทางวนเข้าไปจนสุดปลายด้านในของวงก้นหอย (Helicotrema) ก็จะวกกลับออกมา เป็นขาออกเรียกช่องนี้ว่าสกาล่าทิมพาไน (Scala tympani) ซึ่งจะเดินทางไปสิ้นสุดที่เยื่อของช่องรูปกลม (Round window) ซึ่งเปิดออกสู่โพรงของหูชั้นกลาง

ในช่องย่อยของท่อรูปก้นหอยทั้งหมด ภายในจะมีของเหลวบรรจุอยู่เต็ม ของเหลวที่อยู่ในช่องสกาล่าเวสทิบูไลและสกาล่าทิมพาไน เรียกว่า เพอริลิมฟ์ (Perilymph) ส่วนของเหลวที่อยู่ในช่องสกาล่ามีเดียซึ่งอยู่ตรงกลางนั้น เรียกว่าเอนโดลิมฟ์ (Endolymph)

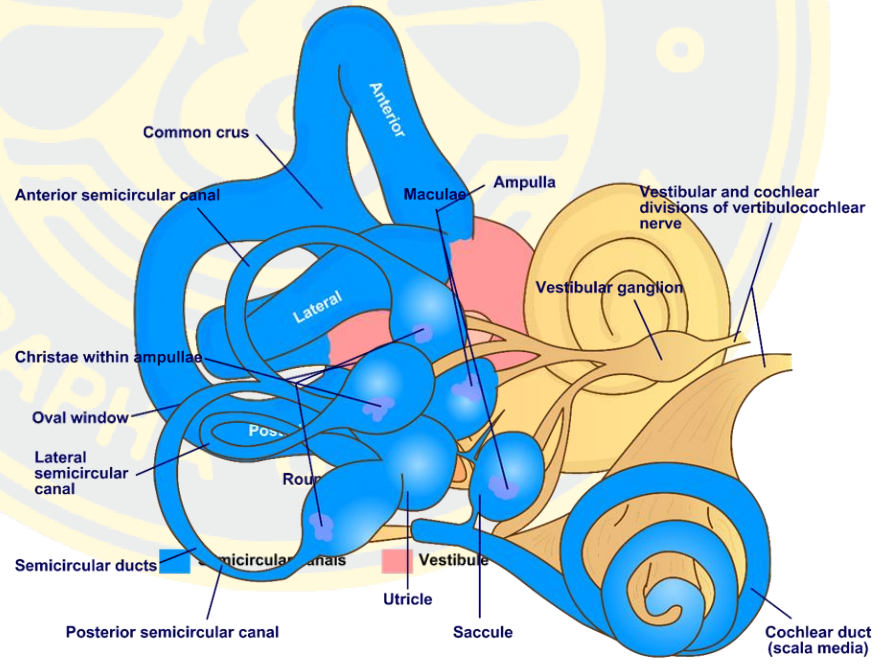
ช่องสกาล่ามีเดียนี้ถูกล้อมรอบด้วยเยื่อบาง ๆ ทั้ง 2 ด้าน เยื่อด้านที่ติดกับสกาล่าเวสติบูไล เรียกว่าเยื่อไรส์เนอร์ (Reissner's membrane) ส่วนเยื่อที่ติดกับสกาล่าทิมพาไน เรียกว่า เยื่อเบซิล่าร์ (Basilar membrane) ซึ่งมีส่วนประกอบเล็ก ๆ เรียกว่าอวัยวะคอร์ติ (Organ of corti) วางตัวอยู่ ซึ่งส่วนประกอบนี้เองที่เป็นกลุ่มเซลล์ประสาทสัมผัสซึ่งทำหน้าที่รับเสียงลักษณะภายในท่อรูปก้นหอยและส่วนประกอบของอวัยวะคอร์ติ ภายในอวัยวะของคอร์ติมีเซลล์ประสาทสัมผัส (Sensory Cell) อยู่ 2 ชนิด คือเซลล์ขนด้านนอก (Outer Hair Cell : OHC) กับเซลล์ขนด้านใน (Inner Hair Cell: IHC) เซลล์ขนด้านนอกเรียงกันอยู่ 3 แถว ที่ส่วนบนของเซลล์มีลักษณะเป็นเส้นขน (Stereocilia) ปลายสุดของขนยึดติดอยู่กับเยื่อเทคตอร์เรียล (Tectorial membrane) ซึ่งเป็นเยื่อที่ปิดคลุมอวัยวะของคอร์ติไว้ส่วนเซลล์ขนด้านในจะมีอยู่เพียง 1 แถว และส่วนปลายของขนจะอยู่ใกล้แต่ไม่ได้ยึดกับเยื่อเทคตอร์เรียล ลักษณะของเซลล์ขนด้านนอกและด้านใน

เซลล์ขนเหล่านี้ถูกเชื่อมต่อด้วยเซลล์ประสาท เมื่อเซลล์ประสาทรวมกันมากเข้ากลายเป็นเส้นประสาทคอเคลีย (Cochlea nerve) ซึ่งรับสัญญาณประสาทเกี่ยวกับเรื่องการได้ยินจากท่อรูปก้นหอยเมื่อไปรวมกับเส้นประสาทเวสทิบูล่าร์ (Vestibular nerve) ซึ่งรับสัญญาณประสาทเกี่ยวกับเรื่องการทรงตัวมาจากท่อรูปครึ่งวงกลมจะกลายเป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (Vestibulocochlear Nerve หรือ Eighth Cranial Nerve หรือ CN VIII) ซึ่งเส้นประสาทนี้จะส่งสัญญาณประสาทเข้าสู่ก้านสมอง (Brain stem) และไปถึงสมองส่วนนอก (Cerebal cortex) เพื่อประมวลผลเป็นการได้ยินเสียงต่อไป



ภาพที่ 21 หูชั้นในส่วน Bony labyrinth

ที่มา: อุษาภร ประไพสิทธิ์ (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 22 หูชั้นในส่วน Membranous labyrinth

ที่มา: อุษาภร ประไพสิทธิ์ (ม.ป.ป.)

2. กลไกการได้ยินของมนุษย์

เมื่อเสียงเดินทางเข้าสู่ช่องหูซึ่งมีรูปร่างโค้งและเอียงก็เพื่อเป็นการป้องกันเยื่อแก้วหูไม่ให้ได้รับบาดเจ็บหรือมีวัสดุจากภายนอกมาเข้าหูได้ง่ายและเพื่อช่วยสะท้อนเสียงทำให้เสียงในบางความถี่ชัดขึ้นเชื่อกันว่าผลของการเป็นตัวสะท้อนเสียง (Resonator) ของใบหู และช่องหูนั้น จะช่วยให้เสียงที่มีความถี่ในช่วง 3,000-4,000 เฮิรตซ์มีความดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดโดยจะดังเพิ่มขึ้นประมาณ 10-15 เดซิเบล ความถี่เสียงในช่วงนี้จึงเป็นความถี่ที่มนุษย์มีความไวต่อการรับมากที่สุดและเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากรับสัมผัสเสียงดังมากที่สุดด้วย (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ, 2563)

เยื่อแก้วหูทำหน้าที่ป้องกันสิ่งอันตรายจากภายนอกเข้าสู่หูชั้นกลาง เป็นส่วนแรกของกลไกการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียง (Transducing mechanism) เนื่องจากเยื่อแก้วหูจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเสียงที่เป็นการสั่นสะเทือนของอากาศมาเป็นการสั่นสะเทือนของของแข็งแทน โดยเมื่อเสียงเดินทางผ่านอากาศมาถึงเยื่อแก้วหูจะทำให้เยื่อแก้วหูสั่นสะเทือนขึ้นและเยื่อแก้วหูจะส่งแรงสั่นสะเทือนนี้ต่อไปที่กระดูก 3 ชิ้น ระยะทางที่แก้วหูสั่นสะเทือนนั้น แท้จริงแล้วน้อยมาก น้อยกว่า 1 ในสิบล้านเท่าของระยะทาง1เซนติเมตรแต่ร่างกายก็สามารถนำสัญญาณการสั่นสะเทือนนี้ไปแปลผลเป็นเสียงต่าง ๆ ได้ การสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหูจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มเสียงที่ได้รับและการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหูจะเร็วช้าเพียงใด ขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงนั้น การที่เยื่อแก้วหูมีรูปร่างเว้าเข้าตรงกลาง เป็นกรวยตื้น ๆ เหมือนกับรูปร่างลำโพงเครื่องเสียงนี้ เชื่อกันว่าเป็นรูปร่างที่ดีที่สุดในการนำเสียงจากอากาศไปสู่ของแข็ง

หูชั้นกลางทำหน้าที่เหมือนตัวแปลงความต้านทาน (Impedance matching transformer) ของพลังงานเสียงจากอากาศไปสู่ของเหลวกลไกนี้มีความสำคัญ เนื่องจากปกติการเดินทางของพลังงานเสียงในอากาศ (ในหูชั้นนอก) ไปสู่ของเหลว (ในหูชั้นใน) นั้น หากทำการถ่ายเทพลังงานกันโดยตรงโดยไม่มีกลไกของหูชั้นกลางคั่นอยู่ พลังงานเสียงจะสูญเสียไปอย่างมากคือจะมีพลังงานเสียงเพียง 1 ใน 1,000 เท่านั้น ที่เดินทางจากอากาศของหูชั้นนอกเข้าสู่ของเหลวในหูชั้นในได้หรือหากเป็น เดซิเบล ก็จะมีระดับเสียงลดลงไปถึงประมาณ 30 เดซิเบล ที่เป็นดังนี้เนื่องจากเสียงเดินทางผ่านตัวกลางแต่ละชนิดได้ดีไม่เท่ากัน โดยจะเดินทางผ่านอากาศได้แย่กว่าของเหลว ทำให้พลังงานเสียง เมื่อส่งผ่านอากาศไปสู่ของเหลวจะสะท้อนกลับออกเสียเป็นส่วนมากกลไกของหูชั้นกลางนั้นช่วยทำหน้าที่แก้ปัญหาการสูญเสียพลังงานเสียงด้วยวิธีการต่าง ๆ คือเยื่อแก้วหูจะแปลงพลังงานเสียงในรูปการสั่นสะเทือนของอากาศมาเป็นการสั่นสะเทือนของของแข็งคือกระดูก 3 ชิ้นแทนเมื่อเยื่อแก้วหูเกิดการสั่นสะเทือนจะส่งแรงสั่นสะเทือนต่อเข้ามาในหูชั้นกลางไปตามกระดูกค้อน ทั่งโกลน ตามลำดับ กลไกที่ช่วยให้สูญเสียพลังงานน้อยลงอีกกลไกหนึ่งคือ การที่ขนาดของเยื่อ

แก้วหูนั้นจะใหญ่กว่าขนาดของเยื่อของช่องรูปไข่มาก โดยขนาดเฉลี่ยของเยื่อแก้วหูมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.7 เซนติเมตร แต่ขนาดของช่องรูปไข่จะเล็กกว่าเป็น 10 เท่าทำให้ส่งพลังงานได้ดีขึ้น กลไกสุดท้ายที่หูชั้นกลางใช้ในการลดการสูญเสียพลังงาน คือการที่กระดูกค้อนและกระดูกทั่งสั่นสะเทือนในลักษณะเหมือนคานกระดกโดยมีข้อต่อระหว่างกระดูกค้อนกับกระดูกทั่งเป็นจุดหมุนของคาน กลไกนี้จะทำให้กระดูกโกลนเกิดแรงสั่นสะเทือนเพิ่มได้มากขึ้น การสั่นสะเทือนของกระดูกโกลน ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนต่อไปที่เยื่อของช่องรูปไข่และต่อเนื่องไปที่ของเหลวภายในหูชั้นใน (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ, 2563)

นอกจากกลไกในการลดการสูญเสียพลังงานเสียงแล้ว หูชั้นกลางยังมีกลไกที่ช่วยในการป้องกันการเกิดอันตรายต่อหูชั้นในหากได้รับเสียงที่มีความดังมากเกินไปด้วยเป็นปฏิกิริยาแบบอัตโนมัติเรียกว่าปฏิกิริยาอะคูสติก (Acoustic reflex หรือ Tympani reflex) คือเมื่อใดที่ร่างกายได้รับเสียงดังมากเกินไปจะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นแบบอัตโนมัติกับกล้ามเนื้อในหูชั้นกลาง 2 มัด โดยจะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อสเตปีเดียส (Stapedius reflex) ซึ่งยึดติดกับส่วนคอของกระดูกโกลน เมื่อกล้ามเนื้อมัดนี้หดตัวจะดึงกระดูกโกลนให้อยู่นิ่งเกิดการสั่นสะเทือนน้อยลงและอีกด้านหนึ่งจะกระตุ้นให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไน (Tensor tympani reflex) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนด้ามของกระดูกค้อน เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะไปดึงส่วนด้ามของกระดูกค้อนซึ่งติดอยู่กับเยื่อแก้วหู ทำให้เยื่อแก้วหูตึงขึ้น สำหรับปฏิกิริยาอะคูสติกในมนุษย์นั้น ส่วนใหญ่อาศัยกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อสเตปีเดียสเป็นหลัก ส่วนกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไนนั้นมีบทบาทน้อยมาก ระดับความดังของเสียงที่เริ่มกระตุ้นปฏิกิริยาอะคูสติกนี้สำหรับเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วง 500-4,000 เฮิรตซ์จะเริ่มเกิดขึ้นที่ประมาณ 85 เดซิเบล แม้ร่างกายจะมีปฏิกิริยาอะคูสติกเป็นกลไกเพื่อลดอันตรายจากการได้รับเสียงดังอยู่ก็ตาม ปฏิกิริยานี้จะช่วยลดอันตรายได้เฉพาะในกรณีที่เสียงนั้นค่อย ๆ เกิดขึ้นหรือมีความดังต่อเนื่องนานเพียงพอที่ร่างกายจะปรับตัวได้คือเป็นเสียงแบบ Continuous type noise ในกรณีที่เสียงดังนี้เกิดขึ้นอย่างรุนแรงและหายไปอย่างรวดเร็วคือเป็นเสียงแบบ Impulsive noise เช่น เสียงระเบิดร่างกายอาจจะไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาอะคูสติกได้ทัน ทำให้ธรรมชาติของเสียงที่เป็นแบบ Impulsive noise นั้น จะมีความเป็นอันตรายก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินได้มากกว่าเสียงแบบ Continuous type noise (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ, 2563)

กลไกการได้ยินของหูชั้นในเริ่มจากแรงสั่นสะเทือนจากการที่กระดูกโกลนเคลื่อนที่เข้าและออก (In and Out) จากเยื่อของช่องรูปไข่ถ่ายทอดมาสู่ของเหลวเพอริลิมฟ์ภายในท่อขดรูปก้นหอย ทำให้สั่นสะเทือนตามไปด้วยแรงสั่นสะเทือนนี้เริ่มจากเพอริลิมฟ์ในช่องสกาล่าเวสทิบูไล วน

เข้าไปตามรูปร่างของท่อรูปก้นหอยแล้ววกกลับออกมาตามเพอริลิมฟ์ในช่องสกาล่าทิมพาไน มาสิ้นสุดการสั่นสะเทือนที่เยื่อของช่องรูปกลมซึ่งเปิดออกสู่โพรงหูชั้นกลางเยื่อของช่องรูปกลมจึงทำหน้าที่เป็นเหมือนที่รองรับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นภายในท่อขดรูปก้นหอยแรงสั่นสะเทือนภายในของเหลวที่เกิดขึ้นภายในท่อรูปก้นหอยนี้จะะทำให้เยื่อส่วนเบซิล่าร์ขยับตามไปด้วย ยิ่งลึกเข้าไปในท่อรูปก้นหอย การสั่นสะเทือนของเบซิล่าร์ก็จะยิ่งมากขึ้น ทำให้เซลล์ขนภายในอวัยวะของคอร์ติที่ตั้งอยู่บนเยื่อเบซิล่าร์ถูกกระตุ้น ซึ่งการกระตุ้นนี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อเยื่อเบซิล่าร์นั้นถูกกระตุ้นจนถึงจุดเคลื่อนไหวสูงสุด (Maximum displacement) โดยเสียงที่มีความถี่สูง จะทำให้เกิดการกระตุ้นขึ้นที่บริเวณส่วนต้นหรือส่วนฐานของท่อรูปก้นหอย ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำจะทำให้เกิดการกระตุ้นในบริเวณส่วนปลายใกล้กับยอดของท่อรูปก้นหอยเสียงที่มีความถี่ประมาณ 1,000 เฮิรตซ์จะกระตุ้นเซลล์ขนที่อยู่ตรงกลางความยาวของท่อรูปก้นหอยพอดีการกระตุ้นนี้จะทำให้เซลล์ขนส่งสัญญาณประสาทไปตามเซลล์ประสาทที่เชื่อมต่ออยู่กับเซลล์ขนแต่ละเซลล์จากนั้นสัญญาณประสาทจะเข้าสู่เส้นประสาทคอเคลียและเข้าสู่สมองเพื่อประมวลผลไปตามลำดับ เนื่องจากเซลล์ประสาทที่เลี้ยงเซลล์ขนแต่ละเซลล์จะทำหน้าที่แบ่งแยกกันชัดเจน และจะนำกระแสประสาทไปประมวลผลที่ส่วนเฉพาะของสมองจึงเกิดการเรียงตัวแบบจำเพาะ (Tonotopic arrangement) ซึ่งการเรียงตัวลักษณะนี้ทำให้การประมวลผลเสียงในแต่ละความถี่จะเกิดขึ้นในสมองคนละส่วนแยกกัน

กลไกการแปลงสัญญาณของเซลล์ขนเป็นสัญญาณประสาท เกิดขึ้นโดยเซลล์ขนด้านในซึ่งมีอยู่ประมาณ 3,500 เซลล์ ภายในท่อรูปก้นหอย ทำหน้าที่หลักในการแปลงแรงสั่นสะเทือนที่มากพอจากของเหลวเป็นสัญญาณประสาท ทำให้เซลล์ขนด้านในถูกกระตุ้นเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation) คือโพแทสเซียมไอออน (Potassium ion) กับแคลเซียมไอออน (Calcium ion) เข้ามาในเซลล์และเกิดการปล่อยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ออกไปที่เซลล์ประสาทที่มาเลี้ยง เกิดเป็นสัญญาณประสาทขึ้นโดยเซลล์ขนด้านในนี้จะถูกกระตุ้นได้ต่อเมื่อสัญญาณนั้นมาจากเสียงที่มีความเข้มเสียงสูง (เสียงดังมาก) เท่านั้น ในกรณีที่สัญญาณมาจากเสียงที่มีความเข้มเสียงปานกลางหรือต่ำ (ดังปานกลางหรือเบา) เกิดแรงสั่นสะเทือนไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นเซลล์ด้านใน เซลล์ขนด้านนอกที่มีอยู่ประมาณ 12,000 เซลล์ ในท่อรูปก้นหอย จะเข้ามามีบทบาทหน้าที่โดยเซลล์ขนด้านนอกนี้ไม่ได้ทำหน้าที่แปลงแรงสั่นสะเทือนเป็นสัญญาณประสาทโดยตรง แต่จะทำการหดตัวทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนภายในของเหลวของท่อรูปก้นหอยเพิ่มขึ้นส่วนหนึ่งเพราะเซลล์ขนด้านนอกนี้ยึดติดอยู่กับเยื่อเบซิล่าร์และเยื่อเทคตอร์เรียลจึงทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนเพิ่มได้แรงสั่นสะเทือนที่เพิ่มขึ้นหากมากพอก็จะช่วยกระตุ้นเซลล์ด้านใน ส่วนในกรณีที่มีสัญญาณมาจากเสียงที่มีความเข้มเสียงสูงเพียงพออยู่แล้วนั้น เซลล์ขนด้านนอกก็จะเกิดการหดตัวอยู่เช่นเดิม แต่ไม่เกิดผลใด ๆ ขึ้นเนื่องจาก

เซลล์ขนด้านในสามารถถูกกระตุ้นได้อยู่แล้ว (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรปราการ, 2563)

เซลล์ขนด้านนอกนั้นอ่อนแอกว่าเซลล์ขนด้านใน เมื่อได้รับเสียงดังหรือมีอายุที่มากขึ้น เซลล์ขนด้านนอกจะถูกทำลายได้มากกว่า ในขณะที่เซลล์ขนด้านในมีความทนทาน ถูกทำลายน้อยกว่า ทำให้ผู้ที่มีปัญหาสูญเสียการได้ยินจากการได้รับเสียงดังหรือมีอายุมากขึ้นมักจะมีปัญหาการได้ยินเสียงที่มีความเข้มเสียงปานกลางหรือต่ำ แต่ยังคงได้ยินเสียงที่มีความเข้มเสียงสูงเกิดเป็นภาวะสูญเสียการได้ยินหรือสภาวะหูตึง (Hearing loss) แต่จะไม่เกิดภาวะหูหนวก (Deafness) และเนื่องจากหูชั้นนอกจะทำการสะท้อนเพิ่มความดังของเสียงในช่วงความถี่ 3,000-4,000 เฮิรตซ์ได้มากที่สุด จึงทำให้เซลล์ขนด้านนอกที่ทำหน้าที่รับเสียงส่วนนี้มีความเสี่ยงต่อการถูกทำลายจากเสียงดังมากที่สุดด้วย

การประมวลผลสัญญาณประสาทที่ได้จากการรับเสียงภายในสมองนั้นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 จะเดินทางเข้าสู่ส่วนก้านสมองและจะทำการถ่ายทอดสัญญาณที่เนื้อสมองส่วนคลอเคลียนิวเคลียส (Cochlear nucleus) ด้านเดียวกับหูที่รับเสียง (Ipsilateral) จากนั้นเซลล์ประสาทส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 75 จะเดินทางข้ามไปสมองฝั่งตรงข้าม (Contralateral) แต่ยังมีบางส่วนประมาณร้อยละ 25 เดินทางอยู่ในสมองข้างเดียวกัน ขึ้นไปประมวลผลที่สมองส่วนนอกสำหรับการประมวลผลเสียงพูดเป็นความหมายต่าง ๆ นั้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่สมองส่วนขมับข้างซ้าย (Left temporal lope) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นี้มากที่สุด (ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรปราการ, 2563)

สรุปได้ว่าการได้ยินเสียงของมนุษย์เริ่มจากเมื่อมีคลื่นเสียงจากการสั่นสะเทือนของอากาศผ่านเข้ามาในหูชั้นนอก และเข้าไปกระทบเยื่อแก้วหูทำให้เกิดการสั่นของเยื่อแก้วหู และผ่านการสั่นสะเทือนต่อไปยังกระดูกรูปค้อน กระดูกรูปทั่ง และกระดูกรูปโกลนในชั้นหูกลาง ซึ่งกระดูกรูปโกลนติดต่ออยู่กับก้นหอยของหูชั้นใน จะส่งผ่านการสั่นสะเทือนเข้าไปในหูชั้นใน ซึ่งมีของเหลวและเซลล์ขนอยู่ การสั่นสะเทือนจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า และถูกส่งผ่านเซลล์ขนไปสู่เส้นประสาทหูไปยังสมองเพื่อให้เกิดการรับรู้ และแปลความหมายของเสียงที่ได้ยิน

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเสียง อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง และวิธีการป้องกันอันตรายจากเสียง

1. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียง

เสียง (Sound) คือ พลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ ทำให้เกิดการอัดและขยายสลับกันของโมเลกุลอากาศ ความดันบรรยากาศจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงตาม

การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เรียกว่า คลื่นเสียง “เสียง” กับ “การได้ยินเสียง” นั้นเป็นสิ่งที่แตกต่างกัน “เสียง” เป็นพลังงานแวดล้อมที่เกิดขึ้น ในสิ่งแวดล้อม แต่ “การได้ยิน” เป็นกระบวนการสลับซับซ้อนที่เกิดในร่างกายของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตหลังจากการได้รับเสียงและระดับความเข้มของเสียงที่สูงหรือต่ำนั้น จะทำให้มนุษย์เกิดกระบวนการรับรู้เป็นความดังของเสียง (Loudness) ที่มาก (เสียงดัง) หรือน้อย (เสียงเบา) แตกต่างกันออกไปเพื่อประเมินผลของเสียงต่อร่างกายของมนุษย์เราจำเป็นต้องทำการวัดระดับ“ความดังของเสียง”แต่โดยทั่วไปการวัดระดับความดังของเสียงเป็นสิ่งที่ทำได้ยากกว่าการวัดระดับความเข้มเสียง เนื่องจากความดังของเสียงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการได้ยินของร่างกายมนุษย์ ซึ่งมีกลไกที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกันไปในแต่ละคน

การวัดระดับความดังของเสียง ที่มนุษย์รับรู้อย่างแท้จริงนั้น ปัจจุบันยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจากกลไกการได้ยินของหูในมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกัน ระดับความเข้มเสียงในแต่ละความถี่ที่มนุษย์แต่ละคนได้ยินก็แตกต่างกันออกไป รวมถึงการประมวลผลที่สมอง ก็ทำให้การรับรู้ความดังของเสียงในมนุษย์แต่ละคนแตกต่างกันออกไปด้วย แต่เพื่อให้สามารถทำการวัดความดังของเสียงที่มนุษย์ได้รับโดยประมาณได้จึงมีการพยายามวัดความดังของเสียงเป็นหน่วยที่เราเรียกว่า เดซิเบลเอ (Decibel A หรือ dB(A) หรือ dBA) ขึ้น

หลักของการวัดความดังของเสียงเป็นหน่วยเดซิเบลเอในการวัดระดับความเข้มเสียงด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) จะมีการปรับระดับการวัดความเข้มเสียงในแต่ละความถี่ให้ไม่เท่ากัน โดยการปรับที่นิยมมากที่สุดคือ ปรับแบบ A-weighting ซึ่งเป็นการปรับความเข้มเสียงที่วัดได้ในแต่ละความถี่ให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับความสามารถในการรับเสียงของมนุษย์ (ซึ่งรับเสียงได้ดีในช่วง 1,000-4,000 เฮิรตซ์) การปรับนี้ จะทำในลักษณะของการถ่วงน้ำหนักโดยการนำค่าความเข้มเสียงที่วัดมาได้มาคำนวณแบบลอกกาลิทึมกับค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้ค่าความดังของเสียงที่ได้จากการปรับแบบ A-weighting นี้จะมีหน่วยเป็นเดซิเบลเอ ซึ่งเป็นหน่วยที่นิยมนำมาใช้ในการบอกความดังของเสียงในสิ่งแวดล้อมและเสียงในสถานประกอบการในงานอาชีวอนามัยมากที่สุด ในการวัดระดับความเข้มเสียงนั้น เรานิยมใช้หน่วย เดซิเบล ณ ซาวด์เพรสเชอร์เลเวล (Sound Pressure Level : SPL) เป็นหน่วยหลักที่บอกระดับความเข้มเสียง

เสียง (Sound) เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุพลังงานที่ทำให้วัตถุสั่นสะเทือนจะทำให้โมเลกุลของสารที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียง (Source) เคลื่อนไปในอากาศด้วยการสั่นสะเทือน (Vibration) มีลักษณะเป็นรูปคลื่น (Wave) โดยความยาวคลื่นและความถี่ (Frequency) ของคลื่นเป็นตัวบอกระดับเสียง (Pitch) ซึ่งเสียงที่มีความยาวคลื่น และความถี่ต่างกัน โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูง ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำจะมีระดับเสียงต่ำ ความเร็วเสียง (Speed of sound) ขึ้นอยู่กับ

วัตถุตัวนำที่สั่นสะเทือนความหนาแน่น ความยืดหยุ่น และอุณหภูมิเสียงไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ สามารถเคลื่อนที่ผ่านน้ำ ไม้โลหะ พลาสติก ด้วยความเร็วประมาณ 330 เมตรต่อวินาที (Meter/ Second) ที่ 0 องศาเซลเซียส ในอากาศที่เย็นและแห้ง โดยเฉพาะอากาศร้อนเสียงจะยิ่งเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นและช้าลงเมื่ออากาศเย็น และเคลื่อนที่ในน้ำเร็วกว่าปกติ 4 เท่า และในโลหะจะเร็วกว่า 15 เท่า เกิดการกำธรของเสียงได้ (Resonance) สามารถสะท้อนได้ (Reflection) การสะท้อนของเสียงจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่เสียงไปกระทบวัสดุที่มีผิวเรียบจะสะท้อนเสียงได้ดีกว่าวัสดุที่มีรูพรุน ระยะทางและความแรงของแหล่งกำเนิดเสียงมีผลต่อระยะทางการสะท้อนกลับของเสียงและจะสะท้อนได้ดีมากขึ้น ถ้าอากาศมีความชื้นสูง เสียงถูกดูดกลืนได้ (Absorb) หักเหและเปลี่ยนทิศทางได้เช่น จากทิศทางลม อุณหภูมิซึ่งเสียงจะหักเหไปทางอากาศที่เย็นกว่า

เมื่อเสียงเกิดขึ้น มนุษย์และสัตว์ จะมีหูเป็นอวัยวะรับเสียงและช่วยในการทรงตัวของร่างกายซึ่งมีส่วนประกอบอยู่หลายส่วน ที่มีความสลับซับซ้อนและมีกลไกการทำงานต่อเนื่องหลายขั้นตอน ทำให้เกิดการได้ยินและสามารถสื่อความหมายเข้าใจซึ่งกันและกันได้ ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ (2563) ได้แบ่งคุณสมบัติหลัก ๆ ของเสียงไว้ดังนี้

1. ความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นตัวบอกระยะทางของพลังงานเสียงที่เดินทางใน 1 รอบคลื่น ตามหน่วยของระยะทาง

2. ความถี่ (Frequency) เป็นสิ่งสำคัญทำให้เราสามารถแยกแยะว่าเสียงต่าง ๆ ที่เราได้ยินนั้นคืออะไร โดยธรรมชาติของมนุษย์สามารถรับรู้ความถี่เสียงได้ตั้งแต่ 20 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ อันเป็นเสียงจากการพูดคุยของมนุษย์หรือจากเครื่องดนตรีเป็นต้น ในการรับรู้ย่านของความถี่จะแตกต่างกัน ในผู้หญิงและชายหนุ่มสามารถได้ยินที่ความถี่สูงสุดที่ 20,000 เฮิรตซ์ หรือ 20 กิโลเฮิรตซ์ส่วนในวัยกลางคนและผู้สูงอายุจะได้ยินลดลง หน่วยวัดค่าความถี่ เรียกว่า เฮิรตซ์ (Hertz : Hz) หมายถึง จำนวนของรอบคลื่นเสียง (Number of cycle) ที่เกิดขึ้นใน 1 วินาทีและกรณีที่ขั้วคลื่นของสัญญาณ (Phase) คลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน ถ้าเกิดขึ้นไม่พร้อมกันอาจจะทำให้เกิดขั้วคลื่นไม่สัมพันธ์กัน (Out of phase)

ในแง่ความถี่หูของมนุษย์มีความสามารถในการได้ยินเสียงในช่วงความถี่ที่กว้างมากในคนที่มีการได้ยินปกติจะได้ยินเสียงที่ช่วงความถี่ประมาณ 20 – 20,000 เฮริตซ์ ช่วงความถี่ที่หูของมนุษย์ได้ยินชัดเจนดีคือช่วงความถี่ประมาณ 1,000 – 4,000 เฮิรตซ์ โดยเฉพาะในช่วงความถี่ 3,000–4,000เฮิรตซ์เป็นช่วงความถี่ที่หูของมนุษย์รับเสียงได้ดีที่สุด สำหรับเสียงพูดของมนุษย์ซึ่งเป็นเสียงที่จัดว่ามีความสำคัญมากที่สุดที่มนุษย์ต้องรับฟังในชีวิตประจำวัน จะเป็นเสียงผสมที่อยู่ในช่วงประมาณ 500-3,000 เฮิรตซ์ซึ่งจัดว่าใกล้เคียงกับช่วงความถี่ของเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินชัดเจน

ที่สุด อาจเป็นผลจากวิวัฒนาการตามธรรมชาติที่ช่วยให้หูของมนุษย์นั้น สามารถรับเสียงในช่วงเสียงพูดของมนุษย์ได้อย่างพอดี

3. ความดัง (Amplitude) เป็นคุณสมบัติที่บอกความสูงหรือความแรงของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้น จะแปรผันตามความเข้มเสียง (Intensity) คลื่นเสียงที่มีความดังสูงก็จะมีความเข้มเสียงสูง (ปริมาณพลังงานของเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่) ตามไปด้วย ค่าของความดังมากหรือน้อยเป็นตัวบอกระดับความดังเบาของเสียงที่เราได้ยินมีหน่วยวัดเป็นเดซิเบลเอ (dB (A)) ความเข้มของเสียงและเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างกัน จะมีคุณภาพต่างกันไปด้วย หูของคนเราสามารถรับเสียงที่มีความดังน้อยที่สุดคือ0เดซิเบลและมากที่สุดที่ 140 เดซิเบล

4. สเปกตรัม (Spectrum) เป็นการบอกช่วงความถี่ของเสียงที่เกิดขึ้น หากเสียงที่เกิดขึ้นมีเพียงความถี่เดียวเรียกว่า เสียงบริสุทธิ์ (Pure Tone) เป็นเสียงที่เราไม่ได้พบในชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นเสียงที่ต้องเกิดจากเครื่องวิเคราะห์เสียงเท่านั้น ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้ในการตรวจสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometry) และหากมีหลายความถี่เรียกว่าเสียงผสม (Complex tone) ซึ่งเป็นเสียงที่เราได้ยินในชีวิตประจำวัน

5. ระยะเวลา (Duration) หมายถึงระยะเวลาที่สัมผัสเสียงดังแบบลักษณะเสียงต่อเนื่อง (Continuous-type noise) คือ เสียงที่ดังออกมาต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นลักษณะติดต่อแบบเท่า ๆ กัน หรือแปรปรวนมากบ้างน้อยบ้าง หรือดังออกมาเป็นระยะ ๆ ก็ตามและเสียงกระแทก (Impulsive noise) หรือ (Impact noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นดังมากอย่างทันทีทันใดและหายไปอย่างรวดเร็ว

แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดลอมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 เรื่องการตรวจวัดเสียงดัง (Noise measurement) ของกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ได้แบ่งเสียงตามประเภทของระยะเวลาที่สัมผัสออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เสียงดังแบบต่อเนื่อง (Continuous noise) เป็นเสียงดังที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Steady-state noise) เป็นลักษณะเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียง เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบล เช่น เสียงจาก เครื่องทอผ้า เครื่องปั่นด้าย เสียงพัดลม เป็นต้น และเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ (Non-steady state noise) มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 เดซิเบล เช่น เสียงจากเลื่อยวงเดือน เครื่องเจียร เป็นต้น

2. เสียงดังเป็นช่วง ๆ (Intermittent noise) เป็น เสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีความดังหรือเบากว่า เป็นระยะ ๆ สลับไปมา เช่น เสียงเครื่องปั๊ม/อัดลม เสียงจราจร เสียงเครื่องบินที่บินผ่านไปมา

3. เสียงกระทบหรือกระแทก (Impact or impulse noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบล เช่น เสียงการตอก เสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบเคาะอย่างแรง เป็นต้น

4.2 อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง

มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration : OSHA) ได้สรุปอันตรายจากการสัมผัสเสียงดังว่าการสัมผัสกับเสียงดังในระดับสูงอาจทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างถาวร การรักษาด้วยการผ่าตัด การใช้เครื่องช่วยฟังไม่สามารถช่วยแก้ไขการสูญเสียการได้ แต่ถ้าได้รับเสียงดังในระยะสั้นอาจทำให้การได้ยินเปลี่ยนแปลงชั่วคราวหรือหูอื้อ ปัญหานี้อาจหายไปภายในไม่กี่นาทีหรือหลายชั่วโมงหลังจากหยุดการสัมผัสเสียง (OSHA, n.d.) การได้ยินเสียงที่มีระดับความดังมากจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อประสาทหู โดยทั่วไปเสียงที่มีระดับความดังที่ก่อให้เกิดอันตรายนั้นจะเกิดกับผู้ที่ปฏิบัติงานในโรงงาน ที่ทำงานอยู่ใกล้กับเครื่องจักร เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานปั๊มโลหะ หรือผู้ที่อาศัยอยู่ในย่านจราจรคับคั่ง หรือผู้ที่อยู่ใกล้สนามบิน ความดังของเสียงจะเข้าไปทำให้อวัยวะรับเสียงเสียหาย โดยการทำให้เซลล์ขนในหูชั้นในหรือเซลล์ประสาทเสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย เมื่อถูกทำลายหรือเสื่อมสภาพจะทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน ซึ่งการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรจะไม่สามารถรักษาให้หายได้ ผลกระทบจากเสียงนี้ส่งผลให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดว่าระดับเสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ถือว่าเป็นอันตรายต่อมนุษย์ การทำงานในที่มีเสียงดังเกิน 85 เดซิเบลเอ เป็นเวลาติดต่อกันมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน นานนับปีจะมีผลต่อมนุษย์ (WHO, n.d.) สามารถแบ่งผลเสียที่เกิดขึ้นออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ผลเสียทางกายภาพนี้จะมีผลโดยตรงต่อประสาทหู ในการก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินที่สามารถเกิดได้ทั้งแบบชั่วคราวหรือที่เรียกกันว่าหูตึง และแบบถาวรที่กลายเป็นความพิการได้ นอกจากนี้ยังทำให้ระบบการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย เสียงที่ดังมีส่วนทำให้มีอาการปวดศีรษะอ่อนเพลีย ส่งผลเสียต่อระบบย่อยอาหารสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคกระเพาะหรือส่งผลเสียต่อระบบไหลเวียนเกิดโรคความดันโลหิตสูง

2. ผลเสียทางจิตใจคือการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ เสียงที่ดังยังทำให้ตกใจ เกิดความรำคาญ การก่อให้เกิดความเครียดเป็นโรคจิต โรคประสาทได้

3. ผลเสียต่อประสิทธิภาพการทำงาน เนื่องจากเสียงที่ดังมาก ๆ จะทำให้เกิดการรบกวนรบกวนสมาธิการทำงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเสียสมาธิทำให้การตัดสินใจพลาด ทำให้ลดประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นเหตุเสริมให้เกิดอุบัติเหตุได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ น้ำฝน

ศรีรมย์ และคณะ (2563) พบว่า พนักงานที่มีการรับสัมผัสอันตรายด้านกายภาพ เช่น อันตรายจากเสียงดังจนรบกวนสมาธิทำงานมีผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

สมาคมอาชีวเวชศาสตร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Occupational Medicine Association : AOMA) ให้นิยาม ภาวะสูญเสียการได้ยินจากการทำงานในที่เสียงดัง (Occupational Noise-Induced hearing loss : ONIHL) ว่า เป็นภาวะสูญเสียการได้ยินที่มีอาการอย่างช้า ๆ ลุกลามในระยะเวลาเป็นแรมปีเป็นผลจากการทำงานสัมผัสกับเสียงดังอย่างต่อเนื่อง (Continuous) หรือเป็นระยะ (Intermittent) เป็นเวลานาน

ภาวะสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังในที่ทำงาน เป็นโรคเฉพาะเกิดจากได้รับบาดเจ็บจากเสียงในระดับดังมากเพียงพอ ทีละเล็กละน้อย ซ้ำ ๆ ทำให้เกิดอาการและตรวจพบความผิดปกติได้

ภาวะภยันตรายจากเสียงดังทำให้สูญเสียการได้ยิน (Occupational Acoustic/Physical Trauma) มีอาการสูญเสียการได้ยินอย่างทันทีทันใด จากการสัมผัสเสียงดังรุนแรงเพียงครั้งเดียว จากการทำงานหรือไม่ก็ได้เช่น เสียงระเบิด ฟ้าผ่า (Acoustic trauma) หรือเกิดจากอุบัติเหตุบริเวณศีรษะใบหูแรงกระแทกโดยตรงต่อหูชั้นนอกชั้นกลาง และชั้นใน กระดูก Temporal (Physical trauma) เป็นต้น

การวินิจฉัยต้องอาศัยการซักประวัติตรวจร่างกายการตรวจทางห้องปฏิบัติการ และการได้ยินอย่างละเอียดครบถ้วน โรคอื่นที่อาจเป็นสาเหตุของภาวะสูญเสียการได้ยินต้องค้นหาและตัดออก เนื่องจากโรคที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียการได้ยินมากมายที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับภาวะสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังในที่ทำงาน เกณฑ์การวินิจฉัยดังนี้

1. ประวัติการสัมผัสเสียงดังในระดับความดังมากพอและระยะเวลานานเพียงพอทำให้เกิดภาวะสูญเสียการได้ยินได้ สอดคล้องกับ จิราพร ประกายรุ้งทอง และคณะ (2560) พบว่า คนงานที่ทำงานในแผนกที่สัมผัสกับเสียงดังมีความสัมพันธ์และความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินจากการประกอบอาชีพเป็น 12.00 เท่าของคนงานที่ไม่ได้ทำงานในแผนกที่สัมผัสเสียงดัง

2. ลักษณะกราฟการได้ยิน (Air-bone audiogram, Speech discrimination) เข้าได้กับการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังคือลักษณะสูญเสียการได้ยินเฉพาะจุด 4,000เฮิรตซ์ (4,000-Hz Dip) หรือช่วงความถี่ 3,000-6,000 เฮิรตซ์หรือช่วงความถี่สูง

3. ระดับการได้ยินค่อนข้างคงที่ ไม่มีการเสื่อมลุกลามมากขึ้น เมื่อออกจากบริเวณที่มีเสียงดัง หรือหยุดสัมผัสกับเสียงดังระยะเวลาหนึ่ง

4. ไม่มีสาเหตุอื่น หรือข้อมูลอื่น ที่อธิบายสาเหตุของการสูญเสียการได้ยินนั้นได้ต้องมีการตรวจหาสาเหตุอื่น แม้จะตรวจพบลักษณะกราฟการได้ยินตามข้อ 2

กฎหมายเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety & Health Act : OSHA) ระบุว่า หากสถานที่ทำงานใด มีระดับเสียงดังมากกว่า 85 เดซิเบลเอ กำหนดให้คนงานทำงานได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2003 และต้องรายงานระดับการได้ยินเฉลี่ยในหูของคนงานที่ความถี่ 2,000 3,000 และ 4,000 เฮิรตซ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 10 เดซิเบล จากระดับการได้ยินมากกว่า 25 เดซิเบล (Hearing level) หรือระดับการได้ยินปกติการสัมผัสเสียงดังระดับ 85-90 เดซิเบลเอ ตาม OSHA กำหนด เป็นระดับที่ต้องมีโปรแกรมอนุรักษ์การได้ยิน และแนะนำให้ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือป้องกันเสียงมาตรฐาน

4.3 วิธีการป้องกันอันตรายของเสียง

มาตรการป้องกัน หรือแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยใช้หลักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ และศิลปศาสตร์ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานลงให้น้อยที่สุดซึ่งหลักการ ควบคุม และป้องกันด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมประกอบด้วย 3 หลักการดังนี้ (ยุวดี สิมะโรจน์, 2554)

1. การควบคุม และป้องกันที่แหล่งกำเนิด (Source) หรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดอันตราย เป็นการควบคุม ไม่ให้สารเป็นพิษ หรือสิ่งคุกคามต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานแพร่กระจายออกไปสู่บรรยากาศการ ทำงาน เช่น การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ดูดเอาสารเป็นพิษให้ออกจากแหล่งนั้น

2. การควบคุม และป้องกันที่ทางผ่านของอันตราย (Path) เป็นการควบคุมอันตราย โดยการใช้วิธีการระบายอากาศ การตรวจสภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงาน การติดตั้งสัญญาณเตือนภัย

3. การควบคุม และป้องกันที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน (Receiver) เป็นการควบคุมไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับ อันตรายจากการสัมผัสกับสารเป็นพิษจนเกิดความเจ็บป่วย เช่น การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) การให้การศึกษา และฝึกอบรมการ ตรวจสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

จากหลักการพื้นฐานในการควบคุม และป้องกันด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ทั้ง 3 ประการนี้เมื่อจะ ดำเนินการควบคุม และป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมการทำงานสามารถกำหนดวิธีการควบคุมสิ่งแวดล้อมการทำงานเป็นมาตรการใหญ่ ๆ ได้ 2 มาตรการ ตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสีย ประกาศ ณ วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559) คือ

1. มาตรการควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering controls) เป็นการควบคุมอันตรายที่จะเริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด หรือการใช้วิธีการทดแทนการแยกกระบวนการที่เป็น

อันตราย การจัด ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ และการปิดคลุมส่วนที่เป็นอันตราย หรือการระบายอากาศ เช่น การผสมสาร เคมี โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติแทนการใช้คน หรือการใช้ฉากดูดซับเสียง หรือทำห้องเก็บเสียงเพื่อแยก กระบวนการผลิตที่มีเสียงดัง

2. มาตรการควบคุมทางด้านบริหาร (Administrative controls) เป็นการควบคุมอันตรายที่จะลดการ สัมผัสของผู้ปฏิบัติงานโดยลดช่วงเวลาการทำงานในบริเวณที่เป็นอันตรายรวมทั้งการฝึกอบรมและให้ความ รู้เกี่ยวกับการตระหนักถึงอันตราย และขั้นตอนการปฏิบัติที่จะช่วยลดการสัมผัสอันตรายได้เป็นอย่างดีการ ดูแลความเป็นระเบียบเรียบร้อยตลอดจนการจัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้ผู้ปฏิบัติ งานได้สวมใส่เพื่อป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อม โดยใช้มาตรการนี้ควบคู่ไปกับมาตรการควบคุมทาง วิศวกรรม เช่น การทำความสะอาดเครื่องดูดฝุ่นเป็นประจำการให้พนักงานสวมแว่นป้องกันสารเคมีในขณะ ทำงานกับสารเคมีวัตถุประสงค์ของการควบคุม และป้องกันด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานในสถานที่มีสิ่งคุกคามทางสุขภาพไม่ว่าจะเป็นทางเคมี และทางกายภาพจะไม่เจ็บป่วยด้วยโรคจากการทำงานเพื่อช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตของสถานประกอบกิจการทำให้สถานที่ทำงานมีความปลอดภัย วิธีการควบคุม และป้องกันทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะต้องพิจารณาถึงธรรมชาติของสารเคมีทางเข้าสู่ร่างกายปริมาณสารเคมีที่อยู่ในบริเวณการหายใจของผู้ปฏิบัติงานตลอดจนช่วงเวลาที่ได้รับสารเคมีนั้น เช่นเดียวกับสิ่งคุกคามสุขภาพทางกายภาพ เช่น เสียง ความร้อน ก็ต้องพิจารณาถึงความดังของเสียง หรือความร้อนในสถานที่ทำงาน

กล่าวโดยสรุปก็คือ ต้องศึกษาแหล่งกำเนิดของอันตรายของเสีย ช่องทางอันตรายที่เข้าสู่ร่างกายของผู้ปฏิบัติงานซึ่งก็คือการสัมผัสโดยการได้ยิน ลักษณะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่อง Stamp Lot ตลอดจนพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (การสวมใส่ Ear Plug และ Ear Muff)

การประเมินระดับความดังของเสียงและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1. การประเมินระดับความดังของเสียง

การตรวจวัดระดับเสียงเพื่อประเมินการสัมผัสเสียงตามกฎหมาย จะต้องใช้เครื่องวัดเสียงและอุปกรณ์ตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกฎหมายจะอ้างอิงมาตรฐานของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International electrotechnical commission) หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่เทียบเท่า ในการวัดเสียงจะต้องคำนึงถึงลักษณะของเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสด้วยว่าเหมาะสมกับการใช้เครื่องวัดเสียงชนิดใด เครื่องวัดเสียงมีหลายประเภท อาทิ เครื่องวัดระดับความดังของเสียง (Sound level meter) เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse or impact

noise meter) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency analyzer) ในการตรวจวัดเสียงผู้วัดจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการตรวจวัด ดังนั้นผู้วัดเสียงจำเป็นที่จะต้องเลือกเครื่องวัดเสียงให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการตรวจวัด มาตรฐานข้อกำหนดของกฎหมาย และชนิดของเสียง อภิรดี ศรีโอภาส (2558) ได้แบ่งชนิดของเครื่องวัดเสียงที่ใช้กันโดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมไว้ 3 ชนิด คือ เครื่องวัดเสียง (Sound level meter) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter หรือ Noise dosimeter) และเครื่องวัดเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impulse or Impact noise meter) เมื่อจะใช้เครื่องวัดเสียงแต่ละชนิดจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะเสียงที่ต้องการประเมิน มีหลักการพิจารณาเลือกใช้เครื่องวัดเสียงดังนี้

1.1 เครื่องวัดเสียง (Sound level meter)

เครื่องวัดเสียงชนิดนี้ใช้สำหรับการตรวจวัดเสียงในบริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังต่อเนื่องและเสียงมีลักษณะคงที่ (Steady noise) เช่น เสียงมอเตอร์ เสียงจากพัดลม เสียงเครื่องทอผ้า โดยทั่วไปผู้ผลิตจะผลิตเครื่องวัดเสียงที่สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ย่านถ่วงน้ำหนัก S หรือ Weighting networks คือ A, B และ C ย่านที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ย่าน A ซึ่งเป็นย่านตอบสนองต่อเสียงคล้ายคลึงกับหูคนมากที่สุด หน่วยวัดของเสียงที่วัดด้วยย่าน A คือ เดซิเบลเอ (dBA) สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 – 140 เดซิเบล เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter) นี้ต้องได้มาตรฐาน IEC 61672 Electroacoustics Sound Level Meters Class 1 หรือ Class 2 หรือเทียบเท่า

การใช้งานจะต้องมีการปรับเทียบความถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องวัดเสียงด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้องตามวิธีการที่ระบุในคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตก่อนการใช้งานทุกครั้ง การตั้งค่าการตรวจวัดจะตั้งไว้ที่สเกลเอ โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบลเอ (dB(A)) และตั้งค่าการตอบสนอง (Response) แบบช้า (Slow) การติดตั้งเครื่องวัดเสียงจะติดตั้งไว้บนขาตั้ง (Tripod) โดยให้ความสูงของไมโครโฟนอยู่ที่ระดับการได้ยิน (Hearing zone) คืออยู่ในรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากหูของผู้ปฏิบัติงานที่กำลังปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น และหันไมโครโฟนไปที่แหล่งกำเนิดเสียง กรณีตรวจวัดในบริเวณที่มีพัดลมหรือกระแสลมแรง จะต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันลม (Wind screen) ที่ไมโครโฟนเครื่องวัดเสียงทุกครั้งและตลอดระยะเวลาการตรวจวัด เพื่อป้องกันผลการตรวจวัดระดับเสียงผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ในการตรวจวัดจะตรวจวัดบริเวณที่มีผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานอยู่ในสภาพการทำงานปกติ ตลอดระยะเวลาการทำงาน การใช้เครื่องวัดระดับเสียงที่ใช้ในการประเมินระดับเสียงในสถานประกอบกิจการตามกฎหมายอย่างน้อยต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 651 Type 2 (International Electrotechnical Commission 651 Type 2) สำหรับวัด

เสียงในภาคสนาม (สมชาย พรชัยวิวัฒน์, 2558) หรือเทียบเท่า เช่น ANSI S 1.4 , BS EN 60651 , AS/NZS 1259.1 เช่น IEC 804 , IEC 61672 , BS EN 60804, AS/NZS 1259.2 เป็นต้น

ภาพที่ 23 เครื่องวัดเสียง (Sound level meter)
ที่มา: บริษัท เอ็นเทค อินดัสเทรียล โซลูชั่น จำกัด (ม.ป.ป.)

ภาพที่ 24 อุปกรณ์สอบเทียบเครื่องวัดเสียง (Acoustic calibrator)
ที่มา: บริษัท เอ็นเทค อินดัสเทรียล โซลูชั่น จำกัด (ม.ป.ป.)

1.2 เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter)

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมเป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาใช้ในการประเมินการสัมผัสเสียงที่มีระดับความดังเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมจะทำการบันทึกระดับเสียง ระยะเวลาที่ได้สัมผัสที่ระดับความดังต่าง ๆ ตลอดเวลาที่พนักงานได้รับ พร้อมคำนวนปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับและหรือค่าเฉลี่ยของระดับความดังตลอดเวลาที่เครื่องวัดนี้ทำงาน เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมจะถูกใช้ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังต่อเนื่องแบบไม่คงที่ (Non-steady or Fluctuating noise) เช่น เสียงจากเครื่องบดพลาสติก เสียงจากเครื่องเจียร เป็นต้น และหรือเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และหรือกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานที่ต้องเคลื่อนที่ไปยังจุดทำงานที่มีระดับเสียงดังต่างกันตลอดเวลาการทำงาน เช่น พนักงานขับรถฟอร์คลิฟท์ พนักงานเข็นรถอุปกรณ์จากแผนกหนึ่งไปอีกแผนกหนึ่ง เป็นต้น เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน Specifications for Personal Sound Exposure Meter หรือเทียบเท่า ได้แก่ ANSI S1.25 Specification for Personal Noise Dosimeters หรือ BS EN 61252 for Personal Sound Exposure Meters (อภิรดี ศรีโอภาส, 2558)

ภาพที่ 25 เครื่องมือวัดเสียงสะสม (Noise dosimeter) รุ่น Noise CHEK แบรนด์ SKC
ที่มา: บริษัท เอ็นเทค อินดัสเทรียล โซลูชั่น จำกัด (ม.ป.ป.)

1.3 เครื่องวัดเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impulse or Impact noise meter)

เครื่องวัดเสียงชนิดนี้จะใช้สำหรับตรวจวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impact or Impulse noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ แล้วหายไปเหมือนกับเสียงปืน เช่น เสียงจากเครื่องปั๊มชิ้นงานโลหะ เสียงจากการทุบ/เคาะโลหะ สียงตอกเสาเข็ม เครื่องวัดระดับเสียงโดยทั่วไปอาจมีความไวไม่เพียงพอในการตอบสนองต่อเสียงกระแทก ในปัจจุบันเครื่องวัดเสียงส่วนใหญ่

สามารถตรวจวัดเสียงกระทบหรือกระแทกได้พร้อมกับการตรวจวัดเสียงเฉลี่ย (Leq) โดยไม่ต้องแยกใช้เครื่องตรวจวัดเสียงกระทบหรือกระแทกโดยเฉพาะ การใช้เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกโดยเฉพาะเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นเงื่อนไขแรก อย่างไรก็ตามเครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกทุกชนิดต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61672 Electroacoustics Sound Level Meters Class 1 หรือ Class หรือ IEC 60804 หรือ ANSI S 1.43 หรือเทียบเท่า (สมชาย พรชัยวิวัฒน์, 2558) และจะต้องมีการปรับเทียบความถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องวัดเสียงด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้อง (Noise Calibrator) ที่ได้มาตรฐาน IEC 60942 Electroacoustics Sound Calibrators หรือเทียบเท่า เช่น ANSI 1.40 Procedures for Sound Calibrators หรือ BS EN 60942 Electroacoustics Sound Calibrators เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีความถูกต้องแม่นยำ โดยทั่วไปนิยมทำการปรับเทียบความถูกต้องโดยตั้งค่าอุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้องให้กำเนิดเสียงที่ความถี่ 1,000 Hz และมีความดัง 114 dB หรือตั้งค่าที่ความถี่ 1,000 Hz และมีความดัง 94 d (อภิรดี ศรีโอภาส, 2558) หรือตามวิธีการที่ระบุในคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตก่อนการใช้งานทุกครั้ง

1.4 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559)

หมวด 3 เสียง

ข้อ 7 นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงมิให้ลูกจ้างได้รับสัมผัสเสียงในบริเวณสถานประกอบกิจการที่มีระดับเสียงสูงสุด (Peak sound pressure level) ของเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or impulse Noise) เกิน 140 เดซิเบล หรือได้รับสัมผัสเสียงที่มีระดับเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Continuous Steady Noise) เกินกว่า 115 เดซิเบลเอ

ข้อ 8 นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน (Time Weighted Average-TWA) มิให้เกินมาตรฐานตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ 9 ภายในสถานประกอบกิจการที่สภาวะการทำงานมีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 7 หรือมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 8 นายจ้างต้องให้ลูกจ้างหยุดทำงานจนกว่าจะได้ปรับปรุงหรือแก้ไขให้ระดับเสียงเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และให้นายจ้างดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขทางด้านวิศวกรรม โดยการควบคุมที่ต้นกำเนิดของเสียงหรือทางผ่านของเสียงหรือบริหารจัดการเพื่อควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างจะได้รับให้ไม่เกิน

มาตรฐานที่กำหนด และจัดให้มีการปิดประกาศและเอกสารหรือหลักฐานในการดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขดังกล่าวไว้ เพื่อให้พนักงานตรวจความปลอดภัยสามารถตรวจสอบได้

ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามวรรคหนึ่งได้ นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน เพื่อลดระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลแล้ว โดยให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในข้อ 7 และข้อ 8 การคำนวณระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามวรรคสองให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ 10 ในบริเวณที่มีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 7 หรือข้อ 8 นายจ้างต้องจัดให้มีเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลติดไว้ให้ลูกจ้างเห็นได้โดยชัดเจน

ข้อ 11 ในกรณีที่สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบล (เอ) ขึ้นไป ให้นายจ้างจัดให้มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีประกาศกำหนด

1. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา, 2561) ตารางแนบท้ายประกาศ (ตามตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทางานในแต่ละวัน ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทางาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ) ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*ชั่วโมง นาที

ระดับเสียงตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ)	ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*	
	ชั่วโมง	นาที
82	16	-
83	12	42
84	10	5
85	8	-
86	6	21
87	5	2
88	4	-
89	3	11
90	2	31
91	2	-
92	1	35
93	1	16
94	1	-
95	-	48
96	-	38
97	-	30
98	-	24
99	-	19
100	-	15
101	-	12
102	-	9
103	-	7.5
104	-	6
105	-	5

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ระดับเสียงตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ)	ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*	
	ชั่วโมง	นาที
106	-	4
107	-	3
108	-	2.5
109	-	2
110	-	1.5
111	-	1

หมายเหตุ * ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงและระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ให้ใช้ค่ามาตรฐานที่กำหนดในตารางข้างต้นเป็นลำดับแรก หากไม่มีค่ามาตรฐานที่กำหนดตรงตามตารางให้คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$$

เมื่อ T หมายถึง เวลาการทำงานที่ยอมให้ได้รับเสียง (ชั่วโมง)

L หมายถึง ระดับเสียง (เดซิเบลเอ)

ในกรณีค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ที่ได้จากการคำนวณมีเศษทศนิยมให้ตัดทศนิยมออก

2. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ.2561 (ราชกิจจานุเบกษา, 2561)

หมวด 1 บททั่วไป

ข้อ 2 ให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง ภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงานอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งกรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการผลิต วิธีการทำงานหรือการดำเนินการใด ๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงให้นายจ้างดำเนินการตามวรรคหนึ่งเพิ่มเติมโดยตรวจวัดและวิเคราะห์

สภาวะการทำงานบริเวณพื้นที่หรือบุคคลที่อาจได้รับผลกระทบภายในเก้าสิบวันนับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง

หมวด 4 การตรวจวัดระดับเสียงและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ

ข้อ 11 ประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการตรวจวัดระดับเสียง ได้แก่ การระเบิด ย่อยโม่หรือบดหิน การผลิตน้ำตาลหรือทำให้บริสุทธิ์ การผลิตน้ำแข็ง การปั่น ทอโดยใช้เครื่องจักร การผลิตเครื่องเรือน เครื่องใช้จากไม้ การผลิตเยื่อกระดาษหรือกระดาษ กิจการที่มีการปั๊มหรือเจียรโลหะกิจการที่มีแหล่งกำเนิดเสียง หรือสภาพการทำงานที่อาจทำให้ลูกจ้างได้รับอันตรายเนื่องจากเสียง

ข้อ 12 การตรวจวัดระดับเสียง ต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International electrotechnical commission) หรือเทียบเท่า ดังนี้

(1) เครื่องวัดเสียง ต้องได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 651 Type 2

(2) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ต้องได้มาตรฐาน IEC 61252

(3) เครื่องวัดเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก ต้องได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 60804 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียงตามวรรคหนึ่ง ต้องทำการปรับเทียบความถูกต้อง (Calibration) ด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้อง (Noise calibrator) ที่ได้มาตรฐาน IEC 60942 หรือเทียบเท่าตามวิธีการที่ระบุในคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตก่อนการใช้งานทุกครั้งและให้จัดให้มีการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือกับหน่วยปรับเทียบมาตรฐานปีละหนึ่งครั้ง เว้นแต่สถานประกอบกิจการมีเครื่องตรวจวัดเสียงที่ใช้สำหรับการตรวจวัดและวิเคราะห์ภายในสถานประกอบกิจการ ให้ปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือกับหน่วยปรับเทียบมาตรฐานทุก ๆ สองปี

ข้อ 13 วิธีการตรวจวัดระดับเสียง ให้ตรวจวัดบริเวณที่มีลูกจ้างปฏิบัติงานอยู่ในสภาพการทำงานปกติโดยตั้งค่าเครื่องวัดเสียงที่สเกลเอ (Scale A) การตอบสนองแบบช้า (Slow) และตรวจวัดที่ระดับหูของลูกจ้างที่กำลังปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นรัศมีไม่เกินสามสิบเซนติเมตร

กรณีใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ต้องตั้งค่าให้เครื่องคำนวณปริมาณเสียงสะสม Threshold level ที่ระดับแปดสิบเดซิเบลเอ Criteria level ที่ระดับแปดสิบห้าเดซิเบลเอ Energy exchange rate ที่สาม ส่วนการใช้เครื่องวัดเสียงกระทบหรือเสียงกระแทกให้ตั้งค่าตามที่ระบุในคู่มือการใช้งานของผู้ผลิต

ข้อ 14 กรณีบริเวณที่ลูกจ้างปฏิบัติงานมีระดับเสียงดังไม่สม่ำเสมอ หรือลูกจ้างต้องย้ายการทำงานไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีระดับเสียงดังแตกต่างกัน ให้ใช้สูตรในการคำนวณหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน ดังนี้

$$D = (C1/T1) + (C2/T2) + ...+ (Cn/Tn) \times 100 \quad ___1$$

และ $TWA\ (8) = 10.0 \times \log (D/100) + 85 \quad ___2$

เมื่อ D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับหน่วยเป็นร้อยละ

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง

T = ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ (ตามตารางในประกาศกรม)

TWA (8) = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

ค่า TWA (8) ที่คำนวณได้ต้องไม่เกินแปดสิบห้าเดซิเบลเอ

3. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ (ประกาศ ณ วันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2561)

โดยที่กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 กำหนดให้นายจ้างจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการในกรณีที่สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่แปดสิบห้าเดซิเบลเอขึ้นไป ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ 2 ให้นายจ้างจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการเป็นลายลักษณ์อักษรในกรณีที่สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่แปดสิบห้าเดซิเบลเอขึ้นไป ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับรายการ ดังนี้

(1) นโยบายการอนุรักษ์การได้ยิน

(2) การเฝ้าระวังเสียงดัง (Noise monitoring)

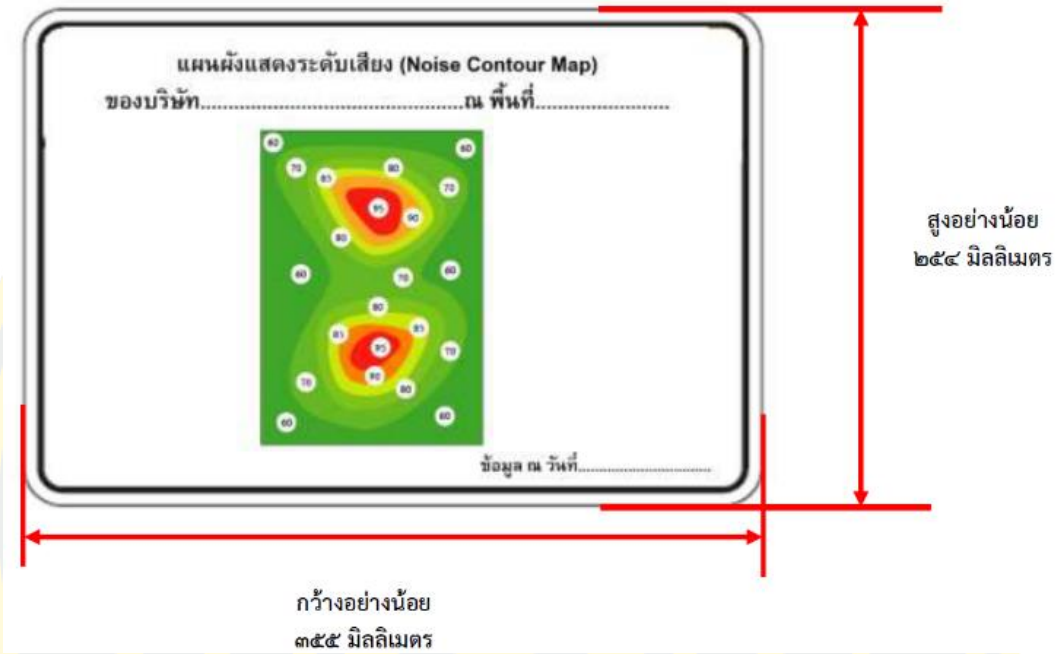
(3) การเฝ้าระวังการได้ยิน (Hearing monitoring)

(4) หน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ ให้นายจ้างประกาศมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการให้ลูกจ้างทราบ

ข้อ 3 ให้นายจ้างจัดให้มีการเฝ้าระวังเสียงดัง โดยการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียงการศึกษาระยะเวลาสัมผัสเสียงดัง และการประเมินการสัมผัสเสียงดังของลูกจ้างในสถานประกอบกิจการแล้วแจ้งผลให้ลูกจ้างทราบ

รูปแบบและขนาดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) ในแต่ละพื้นที่ป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง และเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (ตามภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 รูปแบบและขนาดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map)
ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

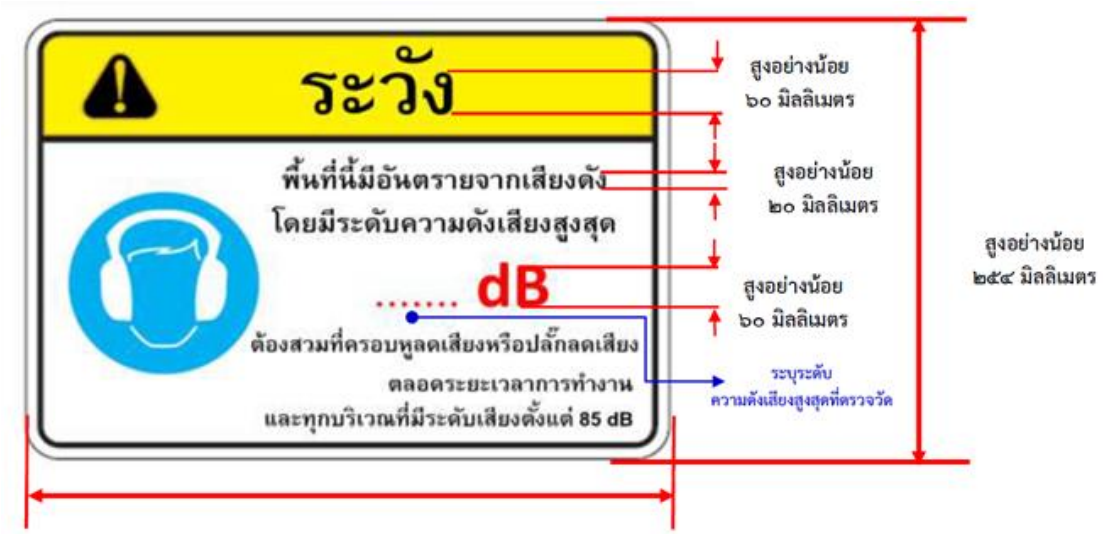
หมายเหตุ 1. ช่องไฟระหว่างตัวอักษรต้องไม่แตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 10 ของข้อความทั้งหมด

2. ลักษณะของตัวอักษรต้องดูเรียบง่าย ไม่เขียนแรเงา หรือมีลวดลาย

3. ความสูงของตัวอักษรมีความสูงอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร และความกว้างของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของความสูงของตัวอักษร

4. ข้อความสามารถกำหนดเป็นภาษาอื่น ๆ ได้ เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาเมียนมา ภาษาลาว และภาษากัมพูชาแต่ต้องมีข้อความที่เป็นภาษาไทยกำกับไว้ด้วย

5. แผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) ต้องเห็นได้อย่างชัดเจนภายใต้ความสว่างทุกสภาวะ (ตามภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 รูปแบบและขนาดของป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง
ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (ม.ป.ป.)

หมายเหตุ 1. องค์ประกอบของป้ายบอกระดับเสียงและระวังอันตรายจากเสียงดัง ประกอบด้วย สัญลักษณ์ระวังอันตราย (Safety alert symbol) ค่าสัญญาณ (Signal word) สัญลักษณ์ความปลอดภัย (Safety symbol) ข้อความพื้นที่ที่มีอันตรายจากเสียงดัง การแสดงระดับความดังเสียง และการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง (Word message)

2. ช่องไฟระหว่างตัวอักษรต้องไม่แตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 10 ของข้อความทั้งหมด

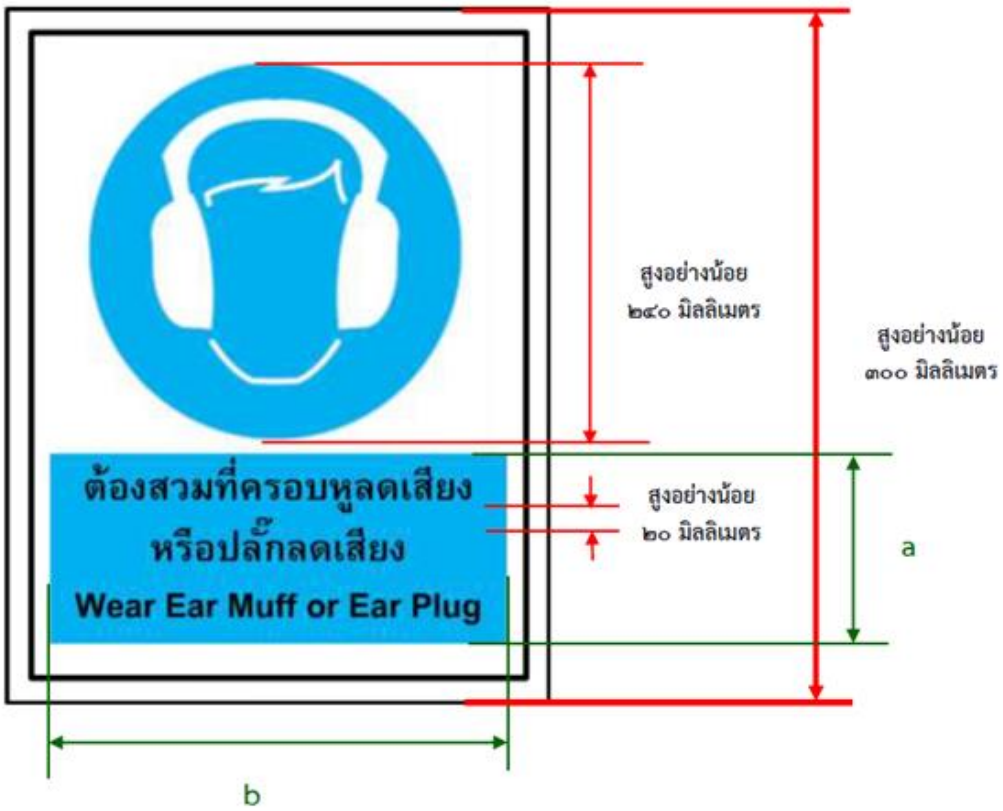
3. ลักษณะของตัวอักษรต้องดูเรียบง่าย ไม่เขียนแรเงา หรือมีลวดลาย

4. ความสูงของตัวอักษรหรือตัวเลขที่แสดงคำสัญญาณ (Signal word) และระดับความดังเสียงมีความสูงอย่างน้อย 60 มิลลิเมตร และความสูงตัวอักษรทั่วไปมีความสูงอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร และความกว้างของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของความสูงของตัวอักษร

5. รูปสัญลักษณ์และข้อความสามารถกาหนดเป็นรูปแบบอื่น ๆ ได้ แต่ต้องสื่อความหมายว่าพื้นที่มีอันตรายจากเสียงดัง การแสดงระดับความดังเสียง และการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง

6. ข้อความสามารถกำหนดเป็นภาษาอื่น ๆ ได้ เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาเมียนมา ภาษาลาว และภาษากัมพูชาแต่ต้องมีข้อความที่เป็นภาษาไทยกำกับไว้ด้วย

7. ป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดัง ต้องเห็นได้อย่างชัดเจนภายใต้ความสว่างทุกสภาวะ



ภาพที่ 28 รูปแบบและขนาดเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (ม.ป.ป.)

หมายเหตุ 1. พื้นที่สีฟ้าต้องครอบคลุมไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมดของเครื่องหมาย

2. ช่องไฟระหว่างตัวอักษรต้องไม่แตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 10 ของข้อความทั้งหมด

3. ลักษณะของตัวอักษรต้องดูเรียบง่าย ไม่เขียนแรเงา หรือมีลวดลาย

4. ความกว้างของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของความสูงของตัวอักษร

5. ความกว้าง (b) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของความสูง (a)

6. รูปสัญลักษณ์และข้อความสามารถกำหนดเป็นรูปแบบอื่น ๆ ได้ แต่ต้องสื่อความหมายว่าเป็นการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง เช่น ต้องสวมที่ครอบหูลดเสียง ต้องสวมปลั๊กลดเสียง เป็นต้น

7. ข้อความสามารถกำหนดเป็นภาษาอื่น ๆ ได้ เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาเมียนมา ภาษาลาว และภาษากัมพูชาแต่ต้องมีข้อความที่เป็นภาษาไทยกากับไว้ด้วย

8. เครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ต้องเห็นได้อย่างชัดเจนภายใต้ความสว่างทุกสภาวะ (ตามภาพที่ 28)

4. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 ประกาศ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2546 (ราชกิจจานุเบกษา,2546)

หมวด 3 เสียง

ข้อ 8 ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องควบคุมมิให้บริเวณปฏิบัติงานในโรงงานมีระดับเสียงเกินกว่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ในตารางท้ายหมวดนี้

ข้อ 9 ห้ามมิให้บุคคลเข้าไปในบริเวณที่มีเสียงดังเกินกว่า 140 เดซิเบล (เอ)

ข้อ 10 บริเวณปฏิบัติงานที่มีระดับเสียงเกินกว่ามาตรฐานตามข้อ 8 ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องปิดประกาศเตือนให้ทราบถึงบริเวณที่มีเสียงดังเกินมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 7 มาตรฐานเปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ยที่ยอมรับได้กับเวลาการทำงานในแต่ละวัน

เวลาการทำงานที่ได้รับเสียงใน 1 วัน (ชม.)	**ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานไม่เกิน (เดซิเบล (เอ))**
12	87
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
1/2	110
¼ หรือน้อยกว่า	115

หมายเหตุ หากเวลาการปฏิบัติงานไม่มีค่ามาตรฐานที่กำหนดตรงตามตารางข้างต้น ให้คำนวณโดยใช้สูตร $T = \frac{8}{2^{(L-90)/5}}$

เมื่อ T หมายถึง เวลาการทำงานที่ยอมให้ได้รับเสียง (ชั่วโมง)

L หมายถึง ระดับเสียง เดซิเบล (เอ)

ในกรณีค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน ที่ได้จากการคำนวณมีเศษทศนิยมให้ตัดเศษทศนิยมออก

หมวด 4 การตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมการทำงาน

ข้อ 11 ผู้ประกอบกิจการโรงงาน ต้องจัดให้มีการตรวจวัด วิเคราะห์ และจัดทำรายงานสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง และเสียงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพหรือผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นผู้รับรองรายงาน และให้เก็บรายงานดังกล่าวไว้ ณ ที่ตั้งโรงงานให้พร้อมสำหรบการตรวจสอบของพนักงานเจ้าหน้าที่

ข้อ 14 การตรวจวัดเสียง บริเวณที่ทำการตรวจวัดต้องเป็นบริเวณที่มีการปฏิบัติงานในสภาพการทำงานปกติ การตรวจวัดต้องเป็นบริเวณที่มีระดับเสียงสูง ประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องดำเนินการตรวจวัดเสียงตามที่กำหนดไว้ในบัญชีที่ 2 ท้ายประกาศนี้

ข้อ 15 วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ให้เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐานของ Occupational Safety & Health Administration (OSHA) มาตรฐานของ National Institute Occupational Safety & Health (NIOSH) หรือวิธีอื่นใดที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบ

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียง

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียง

ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563) ได้กำหนดแนวทางการควบคุมเสียงไว้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1. เสียงที่เกิดจากแผ่นที่สั่นสะเทือน 2. เสียงที่เกิดจากการชนกระแทก 3. การเคลื่อนที่ของเสียงในห้อง และ 4. เสียงที่เกิดจากเครื่องจักรที่สั่นสะเทือน ซึ่งจะมีแนวทางการควบคุมระดับเสียงที่เกิดขึ้นให้ลดลงได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การควบคุมเสียงที่เกิดจากแผ่นที่สั่นสะเทือน ที่จะพิจารณาในเรื่อง ขนาดพื้นที่ผิว และความหนา ดังนี้

1.1.1 ถ้ามีพื้นผิวที่สั่นสะเทือนมีพื้นที่น้อยกว่าจะทำให้เกิดที่เสียงดังน้อยกว่าแผ่นที่มีพื้นผิวมากกว่า

1.1.2 ถ้าแผ่นวัสดุที่นำมาใช้มีการเจาะรูพรุนมาก ๆ จะช่วยลดระดับเสียงได้ดี

1.1.3 ถ้าแผ่นที่นำมาใช้มีลักษณะที่แคบและยาวจะก่อให้เกิดเสียงดังน้อยกว่าแผ่นที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

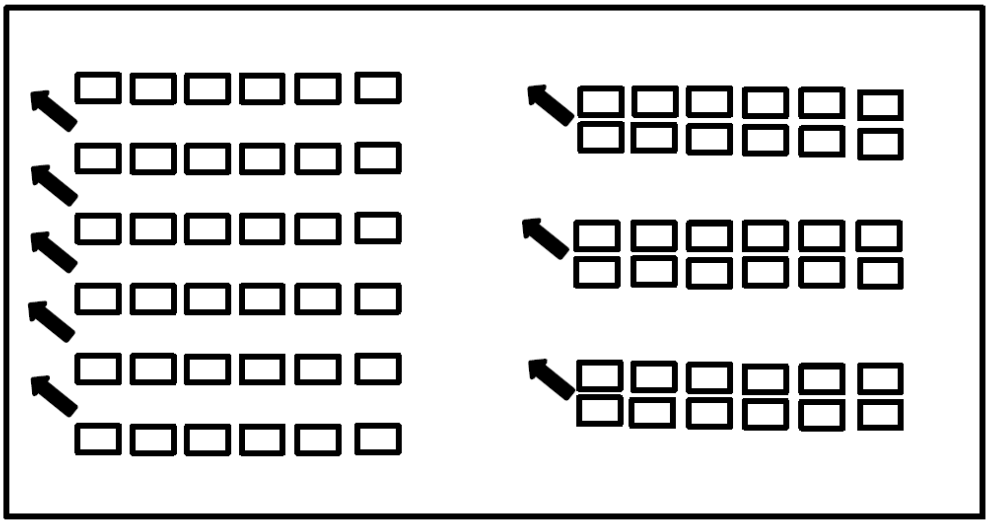
1.2 การควบคุมเสียงที่เกิดจากการชนและกระแทก โดยพิจารณาจากวัตถุที่มีน้ำหนักเบาและมีความเร็วต่ำจะทำให้เกิดเสียงกระแทกที่น้อยกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่า

ใช้หลักการที่ว่าระดับของเสียงที่จะเกิดขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุนั้น ๆ และความเร็วที่จะมาตกกระทบ เพราะถ้าวัตถุที่มีขนาดหนักและเกิดความเร็วสูงมาตกกระทบกับแผ่นวัสดุหรือพื้นก็จะเกิดเสียงดังขึ้นได้มากกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักเบาและมีความเร็วต่ำ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีชิ้นงานที่เป็นพวกโลหะตกลงมาที่ถังเก็บโลหะที่ว่าง ก็จะเกิดระยะการตกของชิ้นโลหะที่มากขึ้นและจะเกิดมีเสียงดังตามมาด้วยมากเช่นกัน ดังนั้นในการแก้ปัญหาในด้านนี้คือ การเปลี่ยนเป็นการติดตั้งระบบไฮดรอลิกส์แทนที่หรือจะเปลี่ยนแบบสายพานลำเลียงที่สามารถปรับความสูงหรือต่ำได้และถังเก็บโลหะให้มีการติดแผ่นยางรองรับชิ้นงานโลหะไว้ด้วยและเมื่อชิ้นงานโลหะตกลงมาที่ถังเก็บโลหะที่มีแผ่นยางรองรับไว้ก็จะเกิดเสียงดังน้อยลง

1.3 การเคลื่อนที่ของเสียงที่อยู่ในห้อง โดยพิจารณาจากการติดตั้งต้นกำเนิดเสียงและการดูดกลืนเสียง

1.3.1 การติดตั้งต้นกำเนิดเสียง

ในการติดตั้งต้นกำเนิดเสียงในห้องที่มีผู้ปฏิบัติงานอยู่ ต้องมีการพิจารณาถึงการเคลื่อนที่ของเสียงในห้องดังกล่าวด้วย ดังนั้นในการที่จะให้เสียงในห้องลดลงได้นั้น ต้องมีการติดตั้งหรือการวางต้นกำเนิดเสียง เช่น เครื่องจักร โดยวางให้ห่างจากผนังทุก ๆ ด้าน ตัวอย่างเช่น เมื่อการติดตั้งเครื่องจักรเพื่อเข้ามาในฝ่ายผลิต ตำแหน่งของเครื่องจักรทั้งหมดมีการจัดวางเป็นจำนวนแถว 6 แถว และจะมีทางเดินระหว่างแถวจำนวน 5 ช่อง ดังนั้น ในการจัดวางเครื่องจักรแบบนี้จะทำให้มีช่องทางเดินในระหว่างแถว (ระหว่างเครื่องจักรของแต่ละแถว) จะได้รับเสียงเพิ่มขึ้นจากแถวข้าง ๆ ทั้ง 2 ด้านด้วย และวิธีการแก้ไขในประเด็นนี้คือ ต้องมีการจัดวางเครื่องจักรใหม่เป็นคู่ ๆ แทนและให้อยู่ห่างจากกำแพงด้วย โดยให้มีทางเดินเฉพาะที่ด้านข้างกำแพงทั้งสองและเดินช่องกลางเท่านั้น ซึ่งในการจัดแบบใหม่นี้ จะทำให้เสียงที่เกิดขึ้นลดลงได้ ตามภาพที่ 29

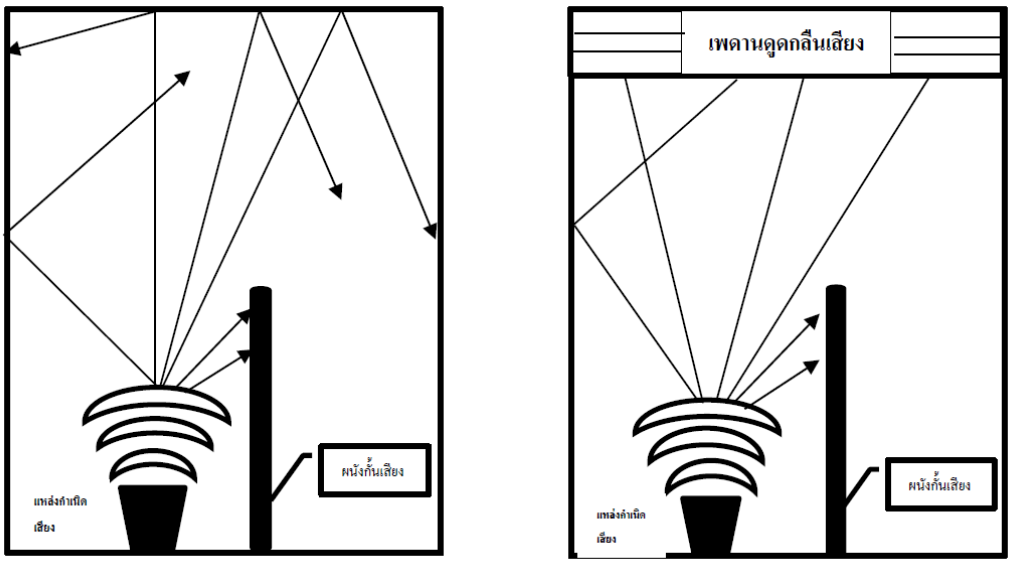


ภาพที่ 29 เครื่องจักรถูกจัดวาง เป็นแถว 6 แถว มีทางเดินระหว่างแถว 5 ช่องทาง (ภาพด้านซ้าย) และการจัดวางเครื่องจักรเป็นคู่ ๆ และอยู่ห่างจากกำแพง ทางเดินจะมีเฉพาะที่ด้านข้างกำแพงทั้งสองและเดินช่องกลาง (ภาพด้านขวา)

ที่มา: ศิริรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563)

1.3.2 การดูดกลืนเสียง

ในการเคลื่อนที่ของเสียงนอกจากจะพิจารณาจากการติดตั้งต้นกำเนิดเสียงแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญการดูดกลืนเสียงด้วย โดยพิจารณาจากความหนาและวัสดุที่เป็นรูพรุน เพราะถ้าวัสดุที่เป็นรูพรุนจะทำให้อากาศสามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปรูพรุนนั้นได้ ซึ่งจะมีการดูดกลืนเสียงทั้งความถี่สูงและความถี่ต่ำได้และถือว่าคุณสมบัติที่ดีของวัสดุดูดกลืนเสียง ตัวอย่างของวัสดุดูดกลืนเสียง เช่น โฟมยาง โฟมพลาสติก เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า ถ้ารูพรุนนี้อยู่ใกล้กันมากแล้วการดูดกลืนเสียงที่เกิดขึ้นก็จะน้อย แต่กลับพบว่า วัสดุที่มีรูพรุนและบางจะดูดกลืนเสียงสูงได้ดีกว่า สำหรับในกรณีที่มีการใช้ผนังกั้นเสียงร่วมกับเพดานที่ถูกดูดกลืนเสียงด้วย จะยิ่งทำให้การเกิดเสียงดังที่มาจากต้นกำเนิดเสียงสามารถลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ใช้ผนังกั้นเสียงอย่างเดียว (ภาพซ้าย) และผนังกั้นเสียงที่ใช้งานร่วมกับเพดานดูดกลืนเสียง (ภาพขวามือ)

ที่มา: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563)

1.4 เสียงที่เกิดจากเครื่องจักรที่สั่นสะเทือน โดยพิจารณาเฉพาะจุดที่ติดตั้งเครื่องจักร โดยพบว่า เครื่องจักรที่สั่นสะเทือนถ้ามีการติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมั่นคงจะมีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะถ้าเครื่องจักรติดตั้งบนพื้นหรือแผ่นฐานที่ไม่มีความแข็งแรง เมื่อเกิดความสั่นสะเทือนขึ้น ก็จะเกิดการส่งผ่านไปทั่วทั้งแผ่นฐานที่ติดตั้งที่ไม่แข็งแรงนั้นได้และจะเกิดการกระจายออกมาเป็นเสียงดังผ่านไปในอากาศ ดังนั้น จึงมีควรมีการติดตั้งเครื่องจักรอยู่บนฐานที่มีความมั่นคงแข็งแรง นอกจากนี้ถ้ามีการนาเครื่องจักรที่สั่นสะเทือนจะต้องแยกออกโดยไม่ให้สัมผัสกับพื้นโดยตรง เช่น การมีตัวป้องกันการสั่นสะเทือนรองที่พื้นก่อนวางเครื่องจักรก็จะเป็นการช่วยลดปัญหาเรื่องเสียงดังได้เช่นกัน

ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการควบคุมเสียง

1. เทคนิคการควบคุมเสียง

1.1 เทคนิคการควบคุมเสียง มีหลักการ 3 อย่าง ดังนี้ (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)

1.2 การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง (Control at source) การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียง จะเป็นเทคนิคทางด้านวิศวกรรมและจัดได้ว่าเป็นเทคนิคในการควบคุมที่ดีที่สุด

1.3 การควบคุมที่ทางผ่านของเสียง (Control at sound transmission path) อาจจะกล่าวได้ว่า จะเป็นการลดเสียงที่เคลื่อนที่โดยตรงและผ่านไปถึงผู้ปฏิบัติงานหรืออาจจะเป็นเสียงที่สะท้อนกลับมาจากผนัง เพดาน แล้วเคลื่อนที่ผ่านต่อไปถึงผู้ปฏิบัติงาน

1.4 การควบคุมที่ผู้สัมผัสเสียง (Control at receiver) ซึ่งสามารถจะทำได้โดยการทำเป็นห้องเงียบให้ผู้ปฏิบัติงานหรืออาจจะเป็นการหมุนเวียนทำงานในที่มีเสียงดัง หรือให้มีการสวมใส่ปลั๊กอุดหู (ที่อุดหู) และที่ครอบหูให้กับผู้ปฏิบัติงานกับพื้นที่ที่มีเสียงดัง

สำหรับวิธีการควบคุมเสียงทั้ง 3 ตำแหน่งนั้น สามารถพิจารณาจากหลักใหญ่ ๆ (ตามตารางที่ 8) ดังนี้ (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)

ตารางที่ 8 วิธีการควบคุมเสียง

ตำแหน่งที่จะทำการควบคุมเสียง	**วิธีการควบคุมเสียง**
แหล่งกำเนิดเสียง	- สามารถใช้วิธีการปรับปรุง (Modify) - สามารถใช้วิธีการออกแบบใหม่ (Redesign) - สามารถใช้วิธีการรจัดวางที่ใหม่ (Relocate) - สามารถใช้วิธีการบำรุงรักษา (Maintenance)
ทางผ่านของเสียง มี 2 ประเภท ได้แก่ 1. Direct noise 2. Structure borne noise	- สามารถใช้วิธีการปิดคลุม (Enclosure) - สามารถใช้วิธีการดูดซับเสียง (Absorption) - สามารถใช้วิธีการขวางกั้นเสียง (Barrier) - สามารถใช้วิธีการกันการสั่นสะเทือน (Vibration isolation)
ผู้รับสัมผัสเสียง (ผู้ปฏิบัติงาน)	- สามารถใช้วิธีการปิดคลุม (Enclosure) - สามารถใช้วิธีการดูดซับเสียง (Absorption) - สามารถใช้วิธีการจัดที่ทำงานใหม่ - สามารถใช้วิธีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง (Hearing protector)

ที่มา: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563)

2. การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด

การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด เป็นเทคนิคการควบคุมเสียงตามหลักวิศวกรรม ที่เป็นการควบคุมที่ดีที่สุด (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563) ได้แก่

2.1 มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยป้องกันหรือลดปัญหาเสียงดังที่เกิดจากเครื่องจักรได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น มีการสังเกตว่าเมื่อมีการรั่วไหลของน้ำมันที่มาจากเครื่องจักร หรือเกียร์ที่เสื่อมสภาพหรือสายพานที่ขึงไว้ไม่ดีหรือแม้แต่ว่าส่วนของเครื่องจักรที่หมุนที่ไม่ได้สมดุลกัน เช่น สายพาน เพลา คาน การใส่น้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอ จะมีโอกาสที่ทำให้เกิดเสียงดังขึ้นได้ทั้งหมด

2.2 มีการจัดวางเครื่องจักรในตำแหน่งใหม่ เพราะถ้าเป็นสถานที่เปิด ไม่มีผนังกั้นรอบด้านและไม่มีเพดาน (หมายถึงการอยู่ภายนอกอาคาร) มีหลักการที่ว่า ระดับเสียงจะสามารถลดลงได้ 6 เดซิเบล ในทุก ๆ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 เท่าหรือกล่าวอีกอย่าง คือ ถ้าระยะทางห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็น 2 เท่า จะสามารถทำให้เสียงลดลง 6 เดซิเบล (เอ) นั่นเอง

ดังนั้น ถ้าหากทำได้โดยการนำเครื่องจักรไปติดตั้งภายนอกอาคาร และให้เครื่องจักรนั้นห่างจากจุดที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยก็จะสามารถลดการสัมผัสเสียงได้ตามหลักการ แต่อย่างไรก็ตามต้องไม่ลืมว่าวิธีนี้ต้องไม่ได้มีการดัดแปลง ปรับปรุง หรือแก้ไขใด ๆ ที่เครื่องจักรนั้น ๆ จึงจะสามารถใช้หลักการนี้ได้

2.3 มีการลดหรือกันการสั่นสะเทือนในการควบคุมเสียงที่เครื่องจักร ซึ่งสามารถใช้หลักการของการกั้นหรือแยกเครื่องจักรที่มีการเดินเครื่องแล้วและเมื่อเกิดความสั่นสะเทือนขึ้นให้มีการนำออกจากพื้นผิวที่สัมผัสด้วยมีการใช้วัสดุกันสะเทือนกั้นระหว่างสิ่งทั้งสอง หรือการควบคุมความสั่นสะเทือน (Vibration control) ด้วยการควบคุมการหมุนของเครื่องจักรให้มีความสมดุล หรือให้มีการแยกหรือลดการสัมผัส (Contact) ของชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้แยกออกจากกันหรืออาจจะใช้วัสดุลดการสั่นสะเทือนที่พื้นผิวที่สั่นสะเทือน

2.4 มีการลดแรงกระแทก มีหลักการที่ว่าเมื่อส่วนของเครื่องจักรหรือกลไกการทำงานมีการทำให้ส่วนที่เป็นของแข็งมากระทบกันหรือมากระแทก ย่อมจะมีเสียงดังเกิดขึ้น ดังนั้น หากเราสามารถลดแรงกระแทกลงได้ เสียงดังที่เกิดขึ้นก็ย่อมลดลง

วัสดุดูดซับเสียง

วัสดุดูดซับเสียง มีหลักการ คือ ต้องเป็นวัสดุที่จะเปลี่ยนพลังงานของเสียงที่มาตกกระทบให้เป็นพลังงานความร้อนแล้วส่งผลให้เสียงลดลงได้ด้วย และถ้าต้องการให้มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดียิ่งขึ้น นั่นหมายความว่า ต้องมีการเลือกวัสดุดูดซับเสียงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูด

ซับเสียงสูงด้วยเช่นกันและในทำนองเดียวกัน ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงต่ำ ก็แสดงให้เห็นว่า มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ไม่ดีด้วย เช่นกัน (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)

วัสดุดูดซับเสียง จะมีการทำหน้าที่ในการควบคุมเสียงด้วยการเปลี่ยนจากพลังงานเสียงที่มาตกกระทบให้เป็นความร้อนและการดูดซับเสียงจะเกิดขึ้น ก็ต่อเมื่อเสียงที่มากระทบกับวัสดุดูดซับเสียงนั้นจะเป็นเสียงที่มีความยาวคลื่นสั้น โดยมีการเปรียบเทียบกับขนาดของพื้นผิวที่เสียงนั้นมากระทบด้วย

วัสดุดูดซับเสียงที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ ควรเป็นรูพรุน (Porous) และมีความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดี ทั้งนี้จะขึ้นกับความยาวคลื่น ดังนั้น การดูดซับเสียงที่ความถี่สูงจะดีกว่าที่ความถี่ต่ำ ดังนั้นเมื่อจะมีการนำวัสดุดูดซับเสียงไปใช้งานในสถานประกอบกิจการจะต้องพิจารณาว่าเสียงที่จะทำการควบคุมนั้นมีเสียงดังสูงอยู่ในช่วงความถี่ใดบ้าง ก็จะต้องมีการเลือกวัสดุดูดซับเสียงที่สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่ช่วงความถี่นั้น ๆ ซึ่งก็จะพบว่า วัสดุดูดซับเสียงจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงสะท้อนที่บริเวณพื้นผิวภายในห้อง แต่ไม่มีความสามารถหรือประสิทธิภาพในกำรควบคุมเสียงที่ผ่าน (Transmission) แผ่นกั้นเสียง

ดังนั้น การนำวัสดุดูดซับเสียงไปใช้งานได้จริงในสถานประกอบกิจกำร จึงต้องมีการนำวัสดุดูดซับเสียงนี้ไปติดตามผนังและเพดานในห้องที่มีเสียงดัง ทั้งนี้เพื่อเป็นการดูดซับเสียง แต่ถ้าในกรณีเกิดเป็นเอคโค (Echoes) และกรณีเกิดการสะท้อน (Reverberation) แต่จะไม่มีการทำเป็นแผ่นกั้นเสียงเพราะจะไม่เกิดประสิทธิผลที่ดีเลย

หลักการของสัมประสิทธิ์การดูดซับ โดยที่สัมประสิทธิ์การดูดซับ จะมีการซับดูดซับเสียงว่าจะดีหรือไม่ดีนั้น โดยทั่วไปจะหมายถึงสัมประสิทธิ์การดูดซับ (Absorption coefficient) และใช้สัญลักษณ์ตามอักษรกรีก ที่เรียกว่า α (แอลฟา) มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์การดูดซับ} = \frac{\text{พลังงานเสียงที่ถูกดูดซับ}}{\text{พลังงานเสียงที่ตกกระทบวัสดุดูดซับ}}$$

โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และจะมีความแตกต่างตามความถี่ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยพบว่า ถ้าวัสดุดูดซับเสียงที่ไม่สามารถดูดซับเสียงได้เลยและเกิดมีเสียงสะท้อนกลับไปหมดนั้น จะค่า α ที่เท่ากับ 0 นั่นแสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับเสียงประเภทนี้ไม่เหมาะสมกับการที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุดูดซับเสียง แต่จะเหมาะสมที่จะนำไปใช้ทำเป็นแผ่นกั้นเสียงจะดีกว่า ทั้งนี้เพื่อให้ทำการสะท้อนเสียงกลับไปให้หมด และในทางตรงกันข้าม คือ ถ้าวัสดุดูดซับเสียงนี้มีความสามารถดูดซับเสียงได้ทั้งหมดและไม่มีเสียงสะท้อนกลับเลย จะมีค่า α ที่เท่ากับ 1 แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่มีวัสดุใดที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เลย แต่กลับพบว่า วัสดุใดที่มีค่า α น้อยกว่า

0.15 จะถือว่าเป็นวัสดุสะท้อนเสียง และถ้าค่า α มากกว่า 0.4 ขึ้นไป จะแสดงให้เห็นว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง ดังนั้น เมื่อจะเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงในสถานประกอบกิจการที่ต้องการจะลดเสียงจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีเสียงดัง จึงควรเลือกวัสดุดูดซับเสียงที่มีค่า α สูง ๆ ในทุกช่วงของความถี่ที่สนใจจะทำการควบคุม ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 9 (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุดูดซับเสียงที่มีใช้ในโรงงาน

วัสดุ	ความถี่ (เฮิรตซ์)					
	125	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**
ไฟเบอร์กลาส (ชนิด 4 ปอนด์/ลบ.ฟุต และมีผนังแข็งรองรับ)						
- หนา 1 นิ้ว	0.07	0.23	0.48	0.83	0.88	0.80
- หนา 2 นิ้ว	0.20	0.55	0.89	0.97	0.83	0.79
- หนา 4 นิ้ว	0.39	0.91	0.99	0.97	0.94	0.89
โฟมโพลียูรีเทน (ชนิด Open Cell)						
- หนา 1/4 นิ้ว	0.05	0.07	0.10	0.20	0.45	0.81
- หนา 1/2 นิ้ว	0.05	0.12	0.25	0.57	0.89	0.98
- หนา 1 นิ้ว	0.14	0.30	0.63	0.91	0.98	0.91
- หนา 2 นิ้ว	0.35	0.51	0.82	0.98	0.97	0.95
Hairfelt						
- หนา 1/2 นิ้ว	0.05	0.07	0.29	0.63	0.83	0.87
- หนา 1 นิ้ว	0.06	0.31	0.80	0.88	0.87	0.87

ที่มา: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563)

กล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box)

หลักการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิดของโรงงาน กรณีศึกษาใช้หลักการควบคุมเสียงทางวิศวกรรม โดยต้องหาแหล่งกำเนิดเสียงว่าคืออะไร อยู่ตรงตำแหน่งไหน และจะต้องมีการเลือกใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ควบคุมเสียง ได้แก่ วัสดุดูดซับเสียง แผ่นกั้นเสียงและวัสดุหรืออุปกรณ์ลดหรือกันสะเทือน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อหลัก ๆ ได้แก่ (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)

1. การหาแหล่งกำเนิดเสียง

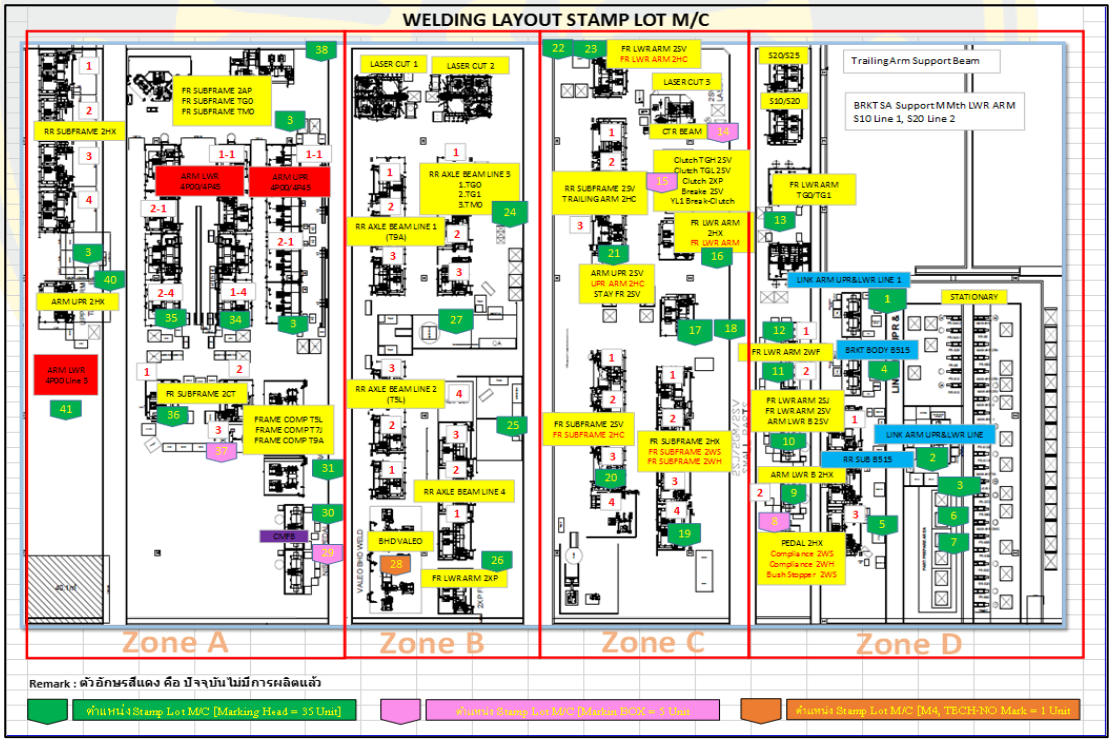
2. เทคนิคการควบคุมเสียงด้านวิศวกรรมและการเลือกวัสดุในการควบคุมเสียง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยในกระบวนการ Stamp Lot แผนกเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งมีแหล่งกำเนิดของเสียง มาจากเครื่องจักร 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องเชื่อม (Arc welding robot) มีระดับความดังน้อย เพราะเป็นการเชื่อมไฟฟ้าโดยหุ่นยนต์ขณะเครื่องทำงานจะมีม่านกั้นเลื่อนลงมาปิดกั้นเสียง และกันสะเก็ดไฟที่จะเล็ดลอดออกมา

2. เครื่อง Stamp Lot มีระดับความดังเสียงสูง เพราะมีหลักการทำงานโดยใช้หัวเข็มเหล็กตอกลงไปบนชิ้นงานโลหะ จึงทำให้เกิดเสียงดัง

ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้สำรวจผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ที่ทำงานอยู่ในปัจจุบัน (ตามภาพที่ 31) รวมทั้งทำการตรวจวัดระดับเสียงของเครื่อง Stamp Lot ทั้งหมด 39 เครื่อง ได้ค่าระดับเสียงต่ำสุด 86.5 เดซิเบล (เอ) สูงสุด 103.3 เดซิเบล (เอ) (ตามตารางที่ 10)



ภาพที่ 31 ผังการติดตั้งเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 10 ผลการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณหน้าเครื่อง Stamp Lot

ข้อมูลการตรวจวัดเสียงเครื่อง Stamp Lot (ก่อนการปรับปรุง)								
ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	Zone	Line	หมายเลข	จำนวน Pin	ระยะเวลา/นาที	Min (dBA)	Max (dBA)
1	4-Jul-21	D	BRKT BODY B515	4	1	15	87.0	88.8
2	3-Jul-21	A	ARM UPR 4P00/4P45	32	4	15	86.5	89.5
3	18-Jul-21	D	STATIONARY	6	4	15	88.6	90.2
4	4-Jul-21	A	CMFB	30	1	15	87.3	90.9
5	17-Jul-21	D	STATIONARY	3	1	15	90.2	90.9
6	4-Jul-21	D	RR SUB B515	5	1	15	87.8	92.4
7	4-Jul-21	D	PEDAL 2HX	8	4	15	93.7	94.2
8	4-Jul-21	D	LINK ARM UPR&LWR LINE 1	1	1	15	92.6	94.8
9	14-Jul-21	C	FR LWR ARM 2SV	23	4	15	91.7	94.8
10	12-Jul-21	D	ARM LWR B 2HX	9	1	15	92.7	94.9
11	11-Jul-21	C	Clutch TGH 2SV	15	1	15	95.8	95.0
12	14-Jul-21	D	FR LWR ARM TG0/TG1	13	2	15	93.1	95.0
13	14-Jul-21	C	RR AXLE BEAM LINE 3	24	2	15	95.0	95.6
14	14-Jul-21	C	FR LWR ARM 2SV	22	2	15	82.8	95.9
15	3-Jul-21	A	ARM UPR 4P00/4P45	33	4	15	93.9	96.2
16	17-Jul-21	D	FR LWR ARM 2SJ	10	4	15	94.4	96.6
17	4-Jul-21	A	ARM LWR 4P00/4P45	34	4	15	95.7	96.8
18	11-Jul-21	B	FR LWR ARM 2XP	26	2	15	94.8	97.1
19	4-Jul-21	D	STATIONARY	7	1	15	91.9	97.3
20	11-Jul-21	C	CTR BEAM	14	1	15	96.5	97.4
21	3-Jul-21	A	FR SUBFRAME 2CT	36	4	15	95.5	97.6
22	3-Jul-21	A	ARM UPR 2HX	40	1	15	96.7	98.0
23	4-Jul-21	D	FR LWR ARM 2WF	12	2	15	97.3	98.4
24	11-Jul-21	B	BHD VALEO	28	1	15	97.6	98.9
25	11-Jul-21	C	FR SUBFRAME 2SV	20	2	15	95.1	98.9
26	4-Jul-21	D	FR LWR ARM 2WF	11	2	15	98.3	99.0
27	4-Jul-21	C	FR LWR ARM 2HX	16	2	15	98.1	99.1
28	12-Jul-21	A	FR SUBFRAME 2AP	38	4	15	97.8	99.9
29	3-Jul-21	A	RR SUBFRAME 2HX	39	4	15	99.6	100.4
30	3-Jul-21	A	ARM LWR 4P00/4P45	35	4	15	94.5	100.5
31	11-Jul-21	B	RR AXLE BEAM LINE 1,2	27	2	15	99.6	100.6
32	11-Jul-21	C	FR LWR ARM 2HX	19	2	15	99.8	101.0
33	3-Jul-21	A	FRAME COMP T5L	31	4	15	100.2	101.2
34	14-Jul-21	A	CMFB	29	1	15	97.7	101.2
35	12-Jul-21	C	RR SUBFRAME 2Sv	21	4	15	99.9	101.8
36	12-Jul-21	D	LINK ARM UPR&LWR LINE 2	2	1	15	99.8	102.2
37	4-Jul-21	A	ARM LWR 4P00 Line 3	41	1	15	101.8	103.0
38	11-Jul-21	C	ARM UPR 2SV	18	1	15	86.6	103.3
39	11-Jul-21	C	ARM UPR 2SV	17	2	15	97.6	103.3

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องจักรเพื่อลดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมการทำงาน จึงได้ศึกษากระบวนการทำงานของโรงงานกรณีศึกษา รวมทั้งวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านเสียงที่ดังเกินกว่ากฎหมายกำหนด แล้วจึงกำหนดรูปแบบการวิจัย การคัดเลือกประชากรที่ศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบของการวิจัย

เป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง 1 กลุ่ม (Experimental one group) เพื่อลดระดับความดังของเสียงจากเครื่องจักร โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างเดือน กันยายน 2565 ถึง เดือน ตุลาคม 2565

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ เครื่อง Stamp Lot จำนวน 6 เครื่อง ของโซน ดี ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D)

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot โซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า จำนวน 6 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้าดังนี้

1. เกณฑ์การคัดเข้า
   1.1 กลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตโดยตรงกับ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า
   1.2 อายุงาน 1 ปีขึ้นไป
   1.3 สัญชาติไทย
   1.4 เป็นผู้ยินดีหรือสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย
2. เกณฑ์การคัดออก
   2.1 ไม่เต็มใจที่เข้าร่วมงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถาม

ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย และวารสารที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แบบสอบถามครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยลักษณะข้อคำถามในแบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ อายุการทำงาน ระยะเวลาทำงาน, เวลาพัก ชั่วโมงการทำงานต่อวัน การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายปิดและปลายเปิด

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบสอบถามความพึงพอใจระดับเสียงที่ได้รับสัมผัสของผู้ที่รับรู้การทำงานกับเครื่อง Stamp Lot ก่อน และหลังการปรับปรุงระดับเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot โดยแบ่งคะแนนความพึงพอใจของแบบสอบถามโดยใช้มาตราวัดของลิเคิร์ท (Likert Rating Scales) เป็น 5 สเกล ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
5	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ดีมาก
4	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ มาก
3	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง
2	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ พอใช้
1	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ควรปรับปรุง

แล้วนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อที่สอบถาม และแบ่งระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ควรปรับปรุง

2. เครื่องวัดเสียง (Sound level meter)

ใช้สำหรับการตรวจวัดเสียงในบริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังต่อเนื่องและเสียงมีลักษณะคงที่ (Steady noise) ด้านข้างของเครื่อง Stamp Lot หน่วยวัดของเสียง คือ เดซิเบล (เอ) (dBA) สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล (เอ) อภิรดี (2558) เครื่องวัดเสียง (Sound level

meter) นี้ต้องได้มาตรฐาน IEC 61672 Electroacoustics Sound Level Meters Class 1 หรือ Class 2 หรือเทียบเท่า

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter) ยี่ห้อ Digigon รุ่น DS-357 ได้รับการสอบเทียบ (Calibration) เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2561

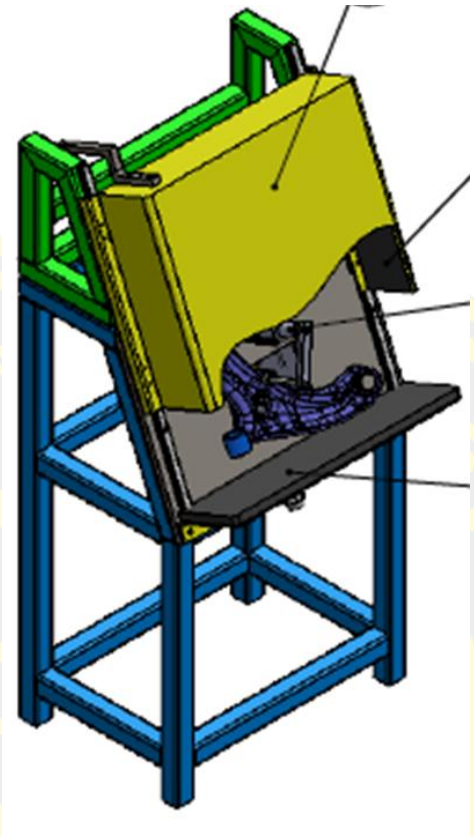
ภาพที่ 32 เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง
ที่มา: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. กล่องดูดซับสียง

การติดตั้งกล่องดูดซับสียง เป็นการปรับปรุงเครื่องจักร โดยการสร้างอุปกรณ์เพื่อครอบเครื่องจักรทั้งหมด เพื่อป้องกันให้เสียงจากเครื่องจักรออกมาให้น้อยที่สุด แต่เปิดเฉพาะด้านหน้าเพื่อใส่ชิ้นงาน และเป็นการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการ ปั๊มหรือตอก ชิ้นงาน นอกจากนี้เพื่อให้การควบคุมเสียงมีประสิทธิภาพมากขึ้นผู้วิจัยจึงได้นำวัสดุในการควบคุมเสียง ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่ลามไฟมาใส่ในกล่องดูดซับสียง อีกชั้นหนึ่ง

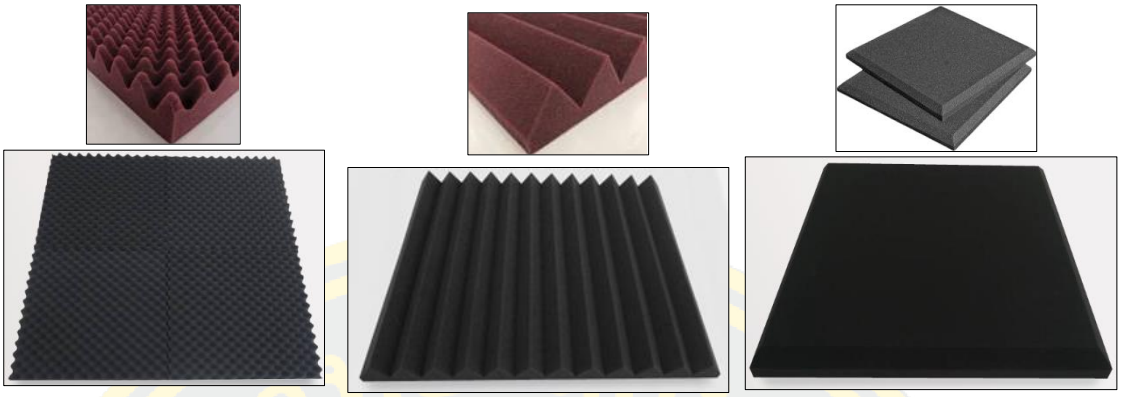
ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การควบคุมเสียงด้านวิศวกรรมและการเลือกวัสดุในการควบคุมเสียง ดังนี้

การควบคุมเสียงได้ใช้หลักควบคุมที่แหล่งกำเนิดที่เครื่องจักร โดยการออกแบบกล่องดูดซับเสียง เพื่อครอบเครื่องจักรทั้งหมด เปิดเฉพาะด้านหน้าเพื่อใส่ชิ้นงาน และเป็นการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการ Stamp Lot ชิ้นงาน ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุง (Modify) หนึ่งในวิธีการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)



ภาพที่ 33 กล่องดูดซับเสียง
ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)

เพื่อให้การควบคุมเสียงมีประสิทธิภาพมากขึ้นผู้วิจัยจึงได้นำวัสดุดูดซับเสียง มาใส่ในกล่องดูดซับเสียงอีกชั้นหนึ่ง และในการวิจัย ผู้วิจัยทดลองใช้วัสดุดูดซับเสียง ชนิดโพลียูรีเทน (Polyurethane) ขนาด 1 นิ้ว 3 แบบคือ (ภาพที่ 34) แบบรังไข่ (ก) แบบสามเหลี่ยม (ข) และแบบเรียบ (ค) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุดูดซับเสียงที่มีใช้ในโรงงาน มาใช้ทดลองเพื่อหาค่าการดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับการทำงานของเครื่อง Stamp Lot โดยทั่วไปเมื่อมีการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแล้ว จะสามารถลดเสียงได้ประมาณ 12-15 เดซิเบล (เอ) (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563)



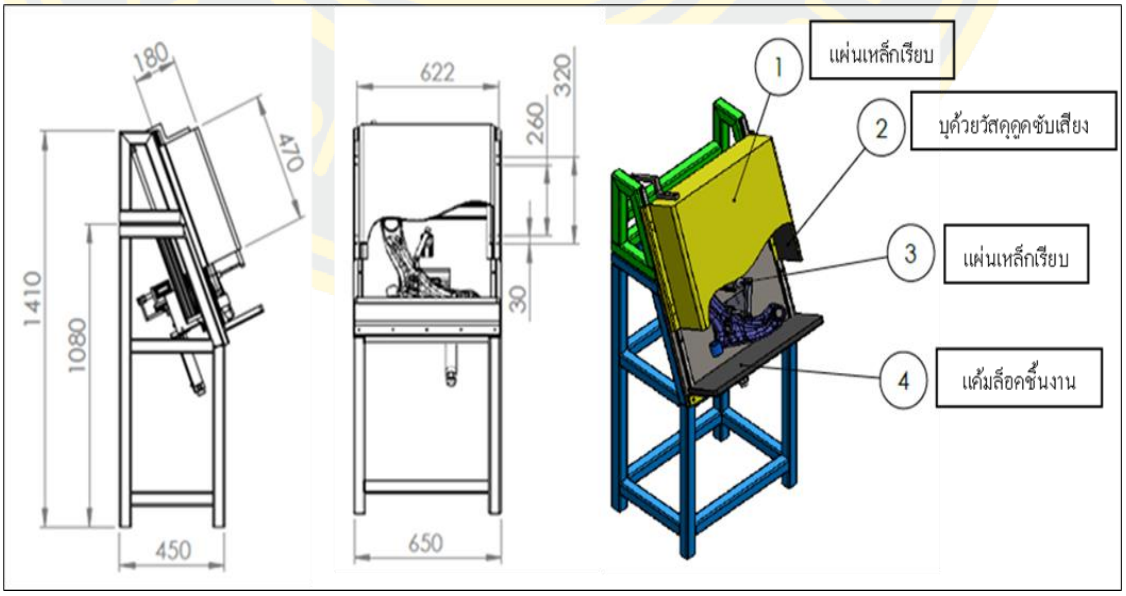
(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 34 วัสดุดูดซับเสียง ที่จะติดตั้งในกล่องดูดซับเสียง
ที่มา: บริษัท ออล โปร แมท จำกัด (2565)

กล่องดูดซับเสียง จะถูกออกแบบให้ยึดติดกับเครื่อง Stamp Lot เพื่อให้เกิดความมั่นคง เนื่องจากขณะเครื่องทำงานจะมีความสั่นสะเทือนเล็กน้อย และวัสดุที่เป็นโครงสร้างรวมทั้งตัวกล่องจะเป็นเหล็ก เนื่องจากชิ้นงานที่เข้าเครื่อง Stamp Lot เป็นโลหะ น้ำหนักประมาณ 1.5 ถึง 3 กิโลกรัม โดยขั้นตอนการทำงานของกล่องดูดซับเสียงเมื่อติดตั้งกับเครื่อง Stamp Lot เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน กล่องดูดซับเสียงจะทำงานไปด้วยกันเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของเครื่อง Stamp Lot โดยการใช้งานของ เครื่อง Stamp Lot จะเป็นการทำงานแบบกดสองมือ (Two hand switch) เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการหนีบมือของเครื่องจักร ซึ่งใช้ Solenoid vale สั่ง เปิด-ปิด ลม ผ่าน Regulator ควบคุมแรงดันลมที่ส่งผ่านไปยัง Cylinder และ Cylinder retune-advance เปิด-ปิด ฝากล่องด้านหน้า เมื่อปิดสนิทเครื่อง Stamp lot จะเริ่มทำงาน เมื่อจบสิ้นการทำงาน ฝากล่องจะเลื่อนเปิดออก เป็นอันจบสิ้นกระบวนการทำงาน โดยตัวกล่องดูดซับเสียงจะเป็นตัวครอบเครื่องจักรป้องกันเสียงดัง และวัสดุดูดซับเสียงจะช่วยลดความดังอีกชั้นหนึ่งจากเครื่อง Stamp Lot ซึ่งเป็นควบคุมเสียงดังที่ได้ผล (วิทูรย์ สิมะโชคดี, 2544)

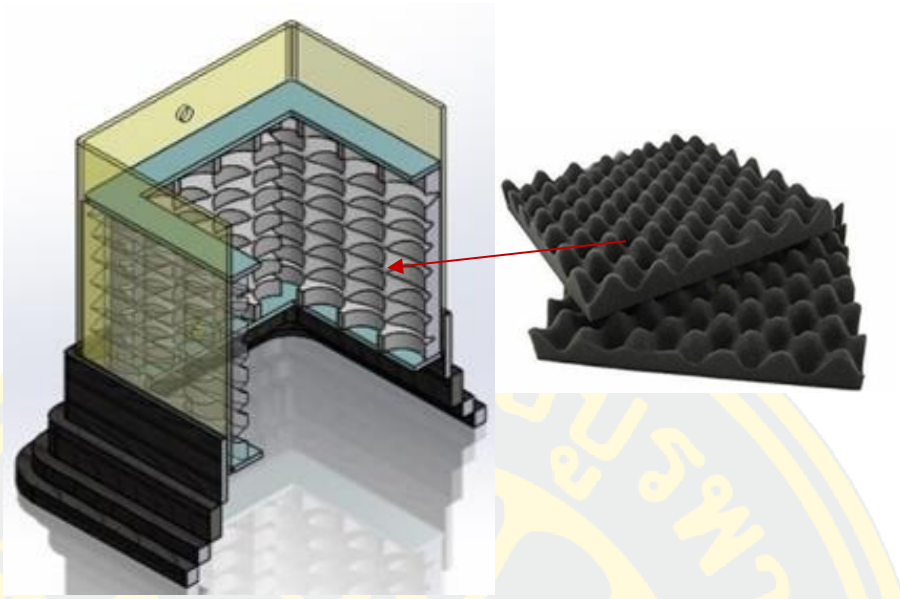
ภาพที่ 35 เครื่อง Stamp Lot

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา (1 ธันวาคม 2564)



ภาพที่ 36 แบบการสร้างกล่องดูดซับเสียง

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



ภาพที่ 37 การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในกล่องดูดซับสียง
ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. การหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เมื่อสร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดในภาคผนวก) ที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนเป็นรายข้อในประเด็นที่ใช้ถาม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item - Objective Congruence Index Index-IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวแปร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence)
Σ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคำถามแต่ละข้อ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

+1 หมายถึง คำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หรือนิยามศัพท์

-1 หมายถึง คำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หรือนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย หรือนิยามศัพท์

เกณฑ์การแปลความหมาย มีดังนี้

ค่า IOC $\geq$ .50 หมายความว่า คำถามนั้นตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ค่า IOC < .50 หมายความว่า คำถามนั้นไม่ตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบผลการทดสอบเครื่องมือได้ค่า IOC มากกว่า 0.5 ในแต่ละข้อของแบบสอบถาม ก่อนนำแบบสอบถามที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่าง คือพนักงานในแผนกเชื่อมไฟฟ้า จำนวน 20 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจต่อข้อคำถาม ความชัดเจนของภาษาและระยะเวลาในการตอบแบบสอบถาม จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้มีความเที่ยงตรงกับเนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถาม โดยใช้ค่า Cronbach Coefficient Alpha ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.7

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนของการวิจัยทั้งหมดให้แก่ผู้บังคับบัญชา และผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่ทำการวิจัย และมีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

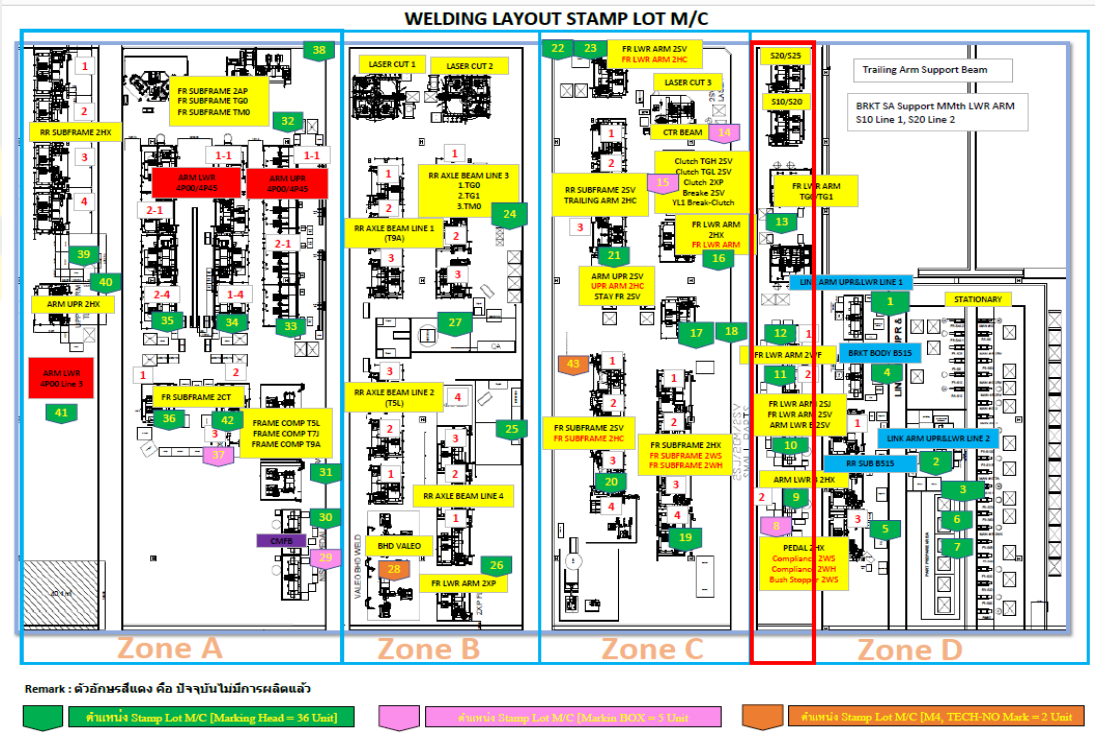
1. ผู้วิจัยขอการรับพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. จัดทำหนังสือขออนุญาตและขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล ถึงผู้จัดการโรงงานและกรรมการผู้จัดการ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์พร้อมทั้งลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

3. เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษากระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์กรณีศึกษา และตรวจวัดระดับเสียง ด้วยเครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) (ตามภาพที่ 32) โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงดังที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot จากการปฏิบัติงานจริง ในพื้นที่ปฏิบัติงานของแผนกเชื่อมไฟฟ้า พื้นที่โซนดี (Zone D) โดยตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที (กระบวนการทำงานของเครื่อง Stam Lot มีระยะเวลาครั้งละ 20-25 วินาที) ด้วยเครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) ในจุดปฏิบัติงานที่พนักงานยืน

อยู่ในจุดที่อยู่ใกล้ชิดโดยตั้งเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงที่ความสูงเท่ากับระยะความสูงของแหล่งกำเนิดเสียงห่างจากจุดกำเนิดเสียง 30 เซนติเมตร โดยในขณะวัดระดับความดังของเสียงจะไม่มีการปฏิบัติงานอื่นในแผนกเชื่อมไฟฟ้า แต่มีการทำงานตามปกติของเฉพาะ เครื่อง Stamp Lot ที่ศึกษาเท่านั้น คือเครื่อง Stamp Lot หมายเลขที่ 11 ซึ่งเป็นเครื่องที่มีระดับเสียงดังมากที่สุด โดยสามารถตั้งเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงในตำแหน่งที่ไม่ได้รับการกระทบกับการทำงานของเครื่อง Stamp Lot โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียงจากเครื่อง Stam Lot ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง ในพื้นที่ปฏิบัติงานของแผนกเชื่อมไฟฟ้า พื้นที่โซนดี (Zone D) โดยตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที (กระบวนการทำงานของเครื่อง Stam Lot มีระยะเวลาครั้งละ 20-25 วินาที)โดยเครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) แล้วบันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง



ภาพที่ 38 พื้นที่ติดตั้งเครื่อง Stamp Lot

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 11 ผลการตรวจวัดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot พื้นที่โซนดี (Zone D)

ข้อมูลการตรวจวัดเสียงเครื่อง Stamp Lot (ก่อนการปรับปรุง)								
ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	Zone	Line	หมายเลข	จำนวน Pin	ระยะเวลา/นาที	Min (dBA)	Max (dBA)
1	20-Dec-21	D	PEDAL 2HX	8	4	3	93.7	94.2
2	20-Dec-21	D	ARM LWR B 2HX	9	1	3	92.7	94.9
3	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2SJ	10	4	3	94.4	96.6
4	20-Dec-21	D	FR LWR ARM TG0 TG1	13	2	3	95.7	97.2
5	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2WF	12	2	3	97.3	98.4
6	20-Dec-21	D	FR LWR ARM 2WF	11	2	3	98.3	99.0

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและติดตั้ง กล่องดูดซับเสียง และวัสดุดูดซับเสียง ที่เครื่อง Stamp Lot หมายเลขที่ 11 พื้นที่โซนดี (Zone D) หลังจากนั้นทำการตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียงในขณะที่ทั้งแผนกเชื่อมไฟฟ้าไม่มีการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดการตรวจวัด ดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งกล่องดูดซับเสียง แต่ยังไม่บุด้านในกล่องดูดซับเสียงด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) โดยตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง โดยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) จำนวน 3 ครั้ง แล้วบันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง

2. ติดตั้งกล่องดูดซับเสียง บุด้านในกล่องดูดซับเสียงด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) แบบรังไข่ ความหนา 1 นิ้ว ตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง โดยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) จำนวน 3 ครั้ง แล้วบันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง

3. ติดตั้งกล่องดูดซับเสียง บุด้านในกล่องดูดซับเสียงด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) แบบสามเหลี่ยม ความหนา 1 นิ้ว โดยตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง โดยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) จำนวน 3 ครั้ง แล้วบันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง บันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง

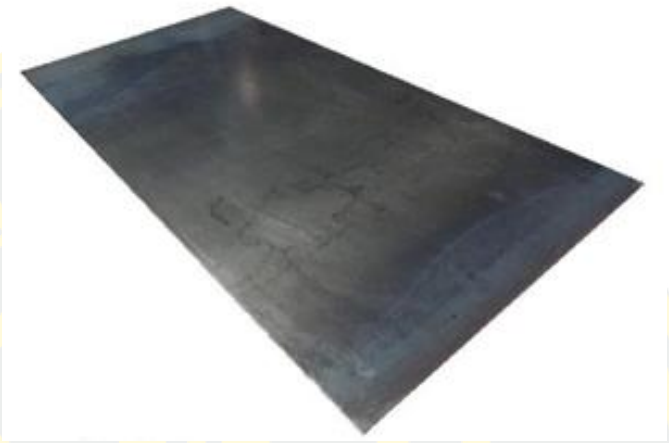
4. ติดตั้งกล่องดูดซับเสียง บุด้านในกล่องดูดซับเสียงด้วยวัสดุดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) แบบเรียบ ความหนา 1 นิ้ว โดยตรวจวัดระดับความดังและความถี่ของเสียง โดยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) จำนวน 3 ครั้ง แล้วบันทึกระดับความดัง และความถี่ของเสียง

5. ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

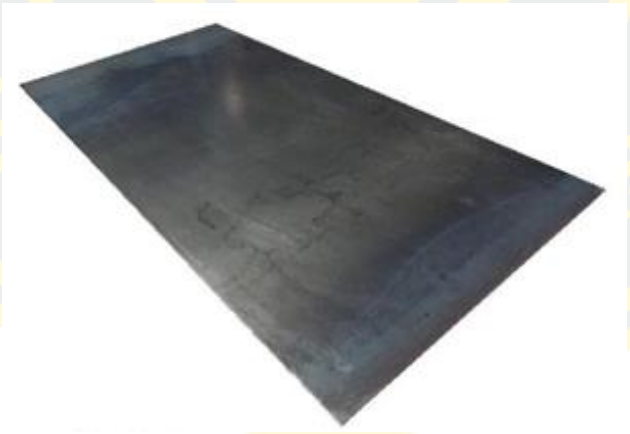
6. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบ และสร้างกล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box)

1. วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างกล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box)



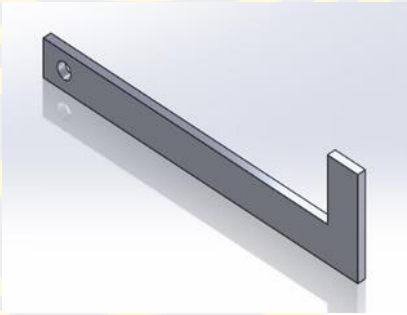
ภาพที่ 39 เหล็กแผ่น (Steel plate) ขนาด 80 CM. x 60CM. x 3 MM. (SS 400) จำนวน 4 แผ่น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน



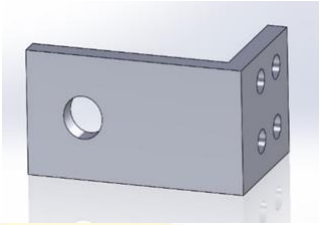
ภาพที่ 40 แผ่น (Steel plate) 60 CM. x 60 CM. x 3 MM. (SS 400) จำนวน 3 แผ่น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน

ภาพที่ 41 เหล็กฉาก (Steel angle) 1x1 นิ้ว ขนาด 60 CM. x 60 CM. x 3.2 MM (SS 400) จำนวน 8 ชิ้น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน

ภาพที่ 42 เหล็กฉาก (Steel angle) 1x1 นิ้ว ขนาด 80 CM. x 60 CM. x 3.2 MM (SS 400) จำนวน 6 ชิ้น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน



ภาพที่ 43 Plate ฉากก้านต่อ (ทำเองภายในบริษัท) จำนวน 1 ชิ้น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน



ภาพที่ 44 ขา Cylinder จำนวน 1 ชิ้น
ที่มา: ทำขึ้นเองภายใน

ภาพที่ 45 Bolt M8 ยึดขา Cylinder จำนวน 4 ตัว
ที่มา: วัสดุภายใน

ภาพที่ 46 แผ่นดูดซับเสียง ชนิด โพลียูรีเทน (Polyurethane) ขนาด 60 Cmx80 Cm. จำนวนแบบละ 2 แผ่น
ที่มา: บริษัท ออล โปร แมท จำกัด (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 47 กาวติดแผ่นดูดซับเสียง
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 48 Cylinder (Compact) ขนาด 60x60 mm
ที่มา: AliExpress.com. (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 49 Regulator AR-Pressure Regulator Valve ตัวปรับคุณภาพลม AR (Air Regulator) ขนาด 2 หุน-1 นิ้ว การระบายลมตั้งแต่ 550-8000 Min/L

ที่มา: AliExpress.com. (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 50 Solenoid Valve 'Baomain Pneumatic Solenoid Air Valve 4V310-10 AC110V 5 Way 2 Position PT3/8" Internally Piloted Acting Type Single Electrical Control

ที่มา: AliExpress.com (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 51 สายลม M8 (แบบหุ้มสาย) C-18 ของ Chiyoda

ที่มา: AliExpress.com (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 52 Fitting เกลียว 1/4" M8 รุ่น SPC
ที่มา: AliExpress.com (30 กันยายน 2565)

ภาพที่ 53 LM Guide (Linear Motion Guide / Slide Guide)
ที่มา: AliExpress.com (30 กันยายน 2565)

2. เครื่องมือในการสร้างกล่องดูดซับเสียง

ภาพที่ 54 เครื่องเจียร์ BOSCH รุ่น GWS060 BW1601 ขนาด 4 นิ้ว
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 55 ปากกาเคมี
ที่มา: อุปกรณ์ที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 56 ตลับเมตร
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 57 ประแจ 1ชุด ประกอบด้วยเบอร์ 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 19
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 58 สว่านไฟฟ้า 1/4 นิ้ว (6 มม.) MAKTEC รุ่น MT652 (230วัตต์) THA
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

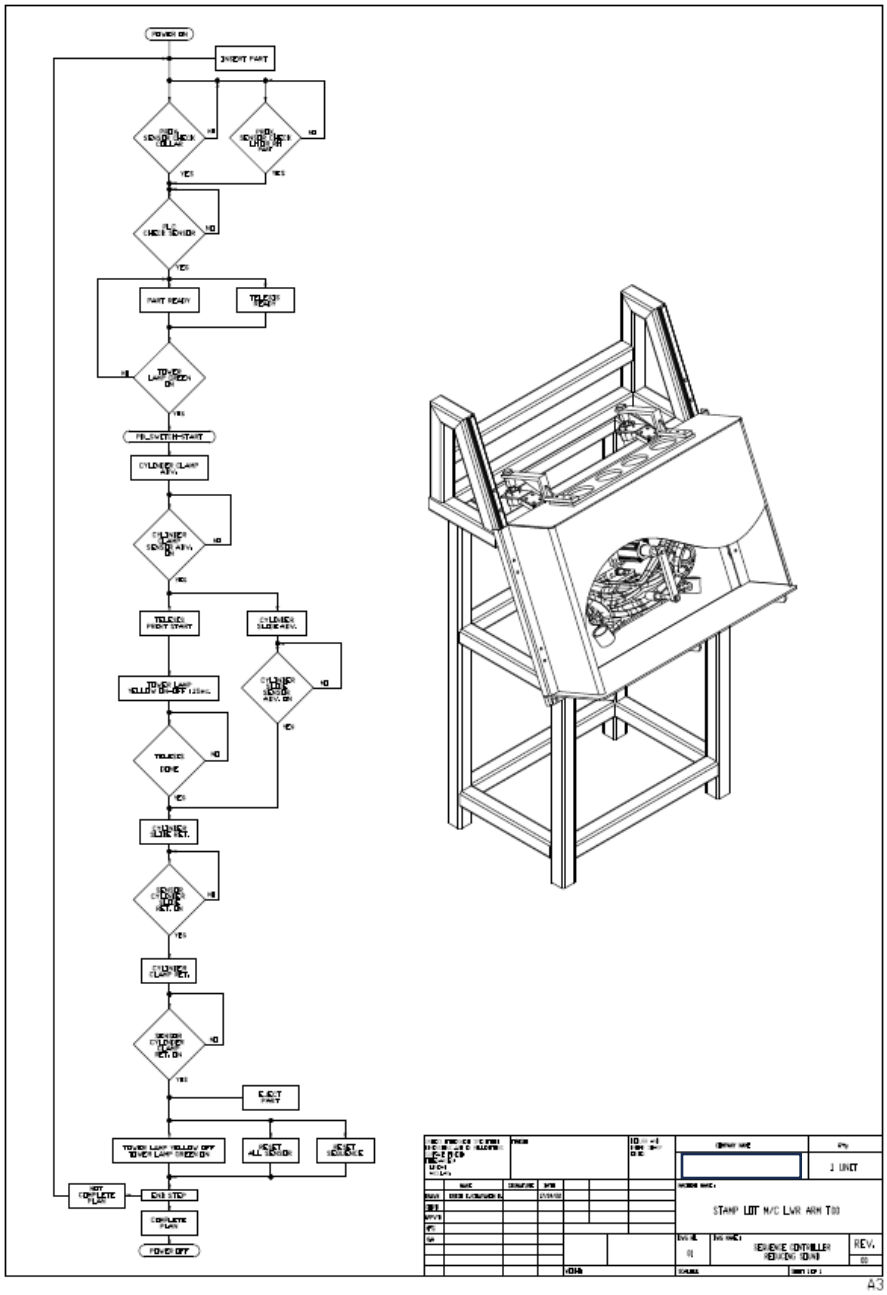
ภาพที่ 59 ตู้เชื่อม WELPRO อินเวอร์เตอร์หูหิ้ว 200 แอมป์ รุ่น WELARC200
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

ภาพที่ 60 Fiber ตัดเหล็ก 0601B373K0

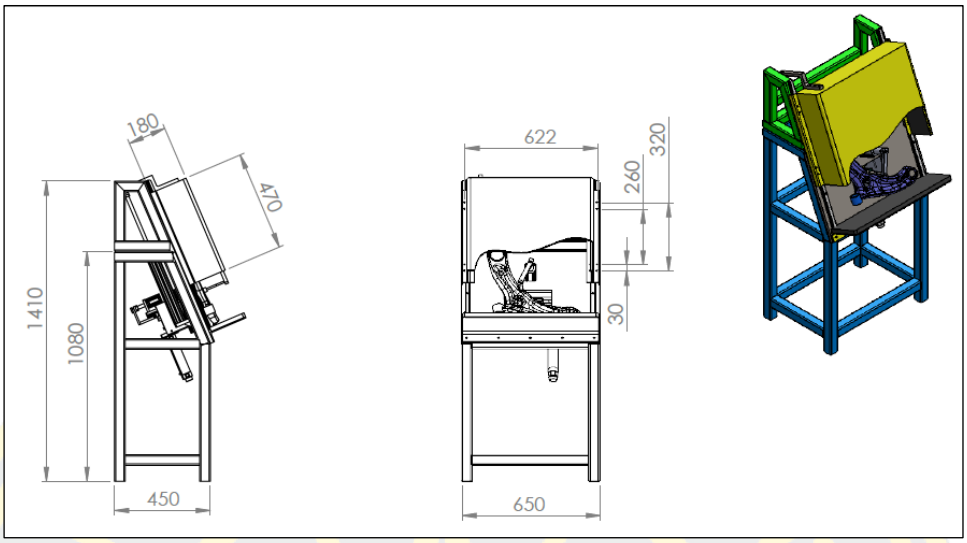
ที่มา: เครื่องมือที่ใช้ภายใน

3. การออกแบบกล่องดูดซับเสียง

ผู้วิจัยได้ร่วมกับทีมวิศวกรของโรงงานกรณีศึกษาออกแบบกล่องดูดซับเสียง โดยมีรูปแบบรายละเอียดตามภาพดังต่อไปนี้

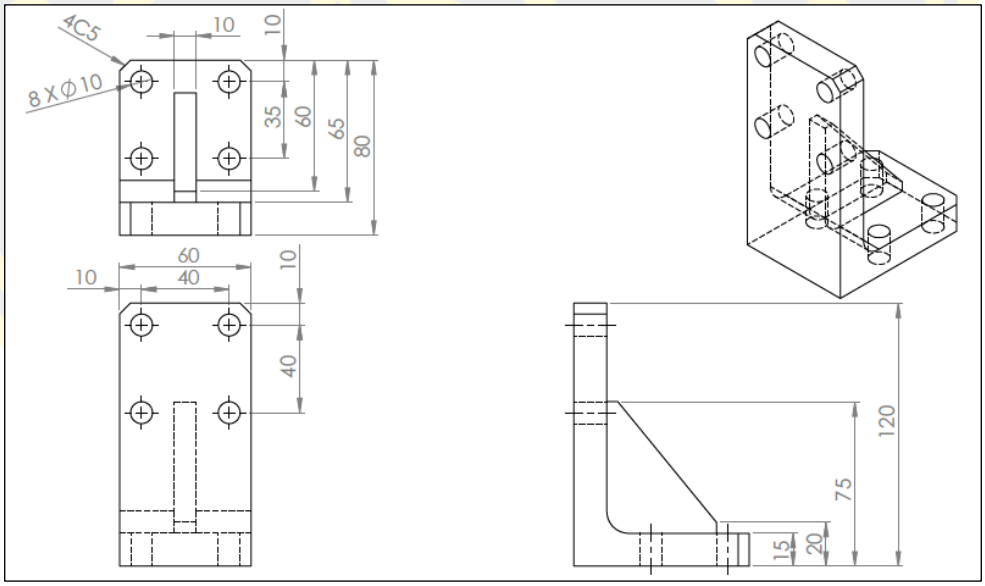


ภาพที่ 61 รูปแบบการทำงานของกล่องดูดซับเสียง (Absorber stamp lot LWR ARM T00)
ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



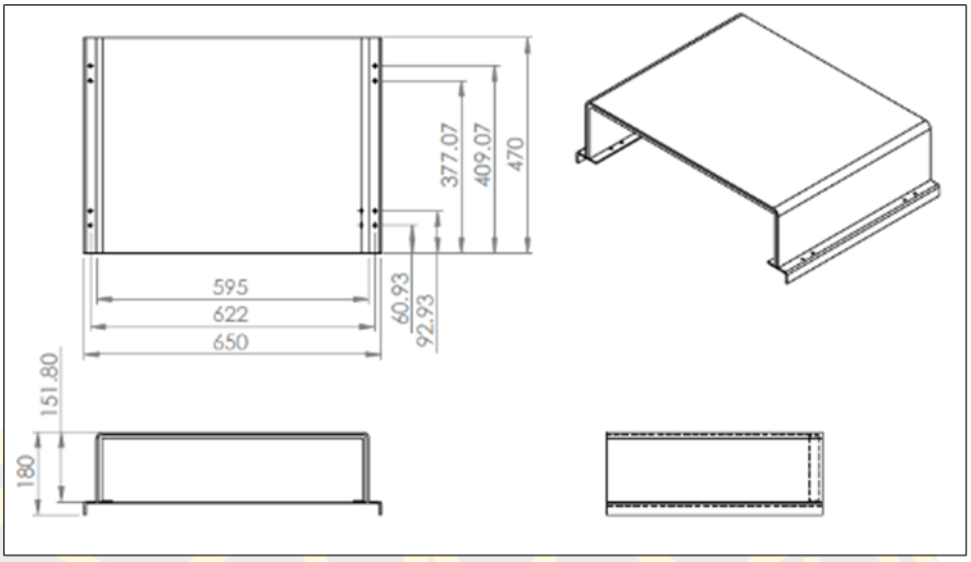
ภาพที่ 62 กล่องดูดซับเสียง (Absorber Stamp Lot LWR ARM T00)

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



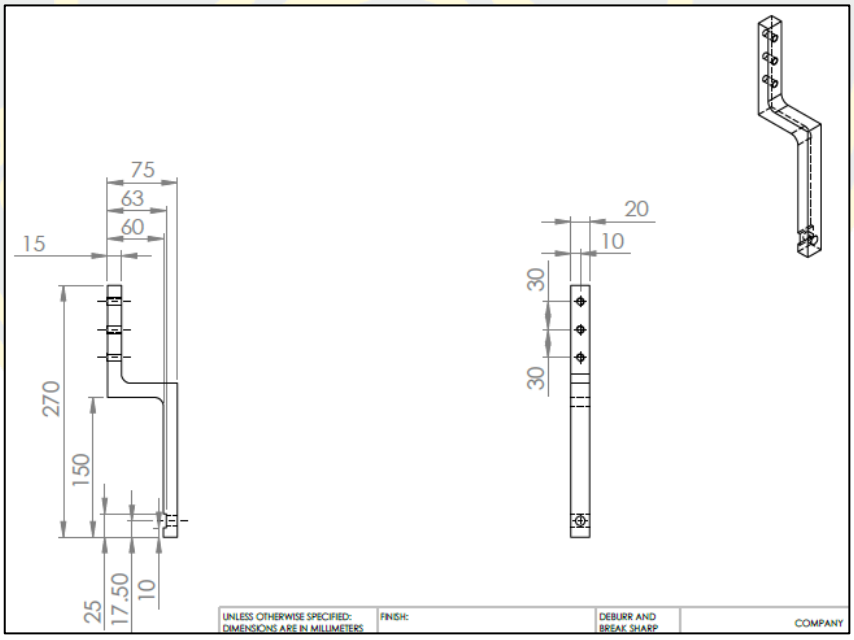
ภาพที่ 63 ด้านบนของกล่องดูดซับเสียง (Cover absorber)

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



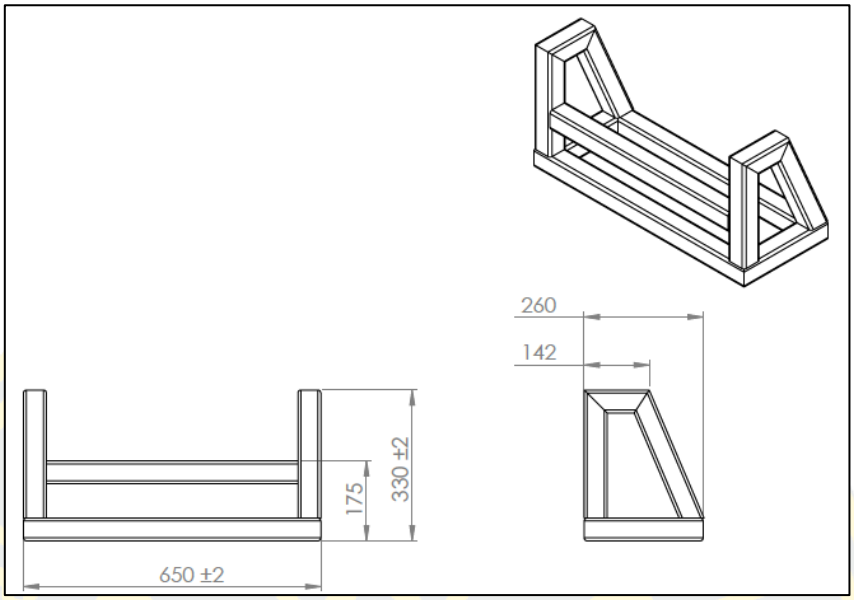
ภาพที่ 64 ฝาด้านหน้าของกล่องดูดซับเสียง (BRKT air cylinder cover absorber Stamp Lot M-C)

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



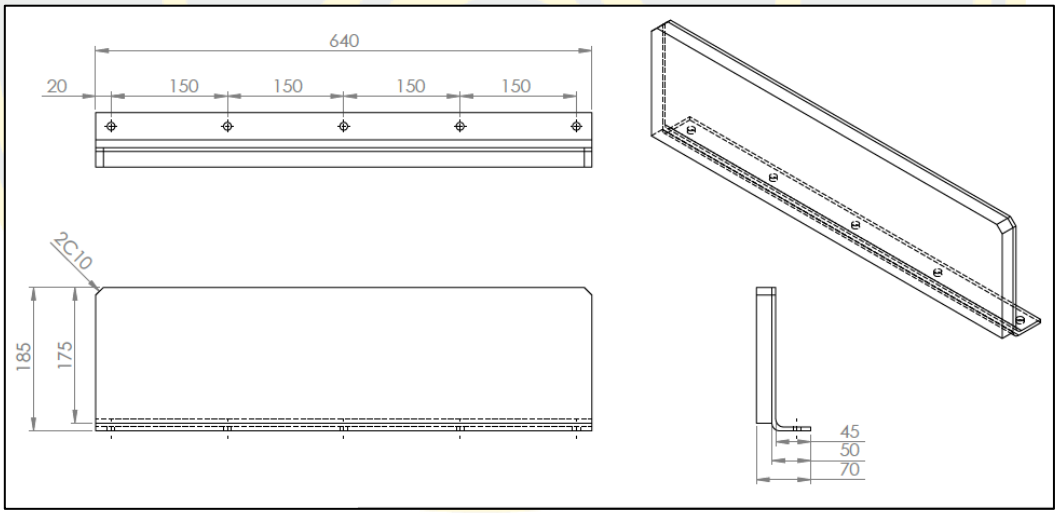
ภาพที่ 65 ขาสไลด์ของกล่องดูดซับเสียง (BRKT cover slide absorber)

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



ภาพที่ 66 คานด้านบนรองรับการสไลด์ของฝากล่องดูดซับเสียง

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)



ภาพที่ 67 ฝากล่องดูดซับเสียงด้านล่าง

ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)

4. รูปแบบการทำงานของ กล่องดูดซับเสียง

ขั้นตอนที่ 1 นำชิ้นงานออกจากเครื่อง Arc welding
ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงาน
หยิบชิ้นงานใส่ในกล่องดูดซับเสียง

ขั้นตอนที่ 2 กดปุ่มสีเขียว 2 ปุ่ม (Two hand switch) เพื่อเริ่มทำงาน

ขั้นตอนที่ 3 PLC รับคำสั่งจาก Two hand switch
เพื่อสั่ง เปิด-ปิด Solenoid vale

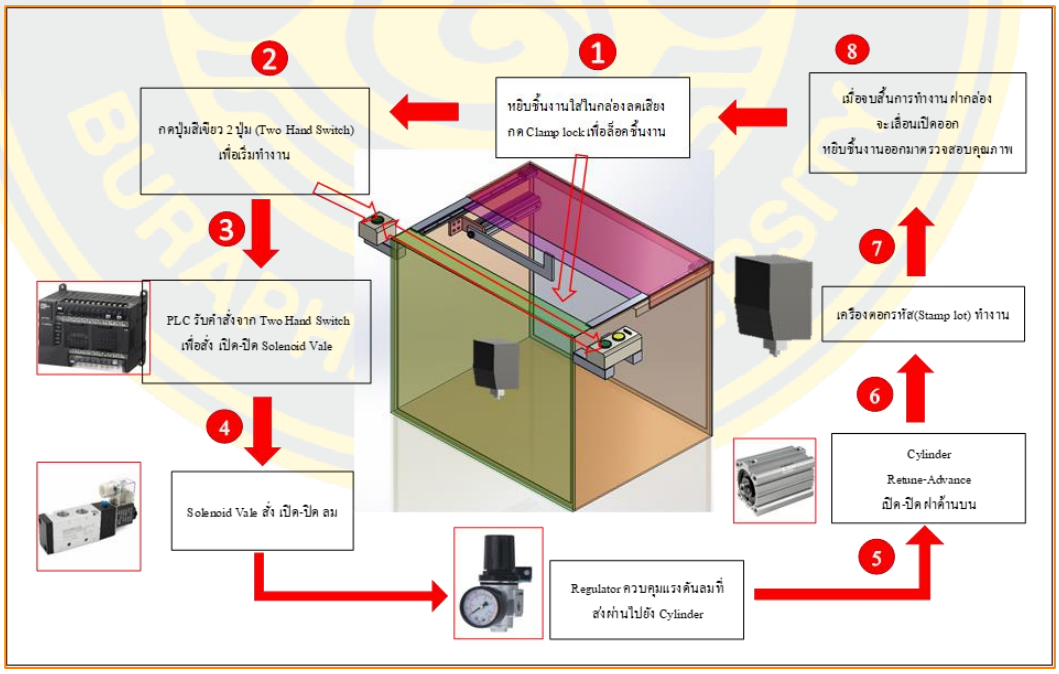
ขั้นตอนที่ 4 Solenoid vale สั่ง เปิด-ปิด ลม

ขั้นตอนที่ 5 Regulator ควบคุมแรงดันลมที่ส่งผ่านไปยัง Cylinder

ขั้นตอนที่ 6 Cylinder retune-advance เปิด-ปิด ฝาด้านหน้า

ขั้นตอนที่ 7 เครื่อง Stamp Lot ทำงาน

ขั้นตอนที่ 8 เมื่อจบสิ้นการทำงาน ฝากล่องจะเลื่อนเปิดออก
หยิบชิ้นงานออกมาตรวจสอบคุณภาพ

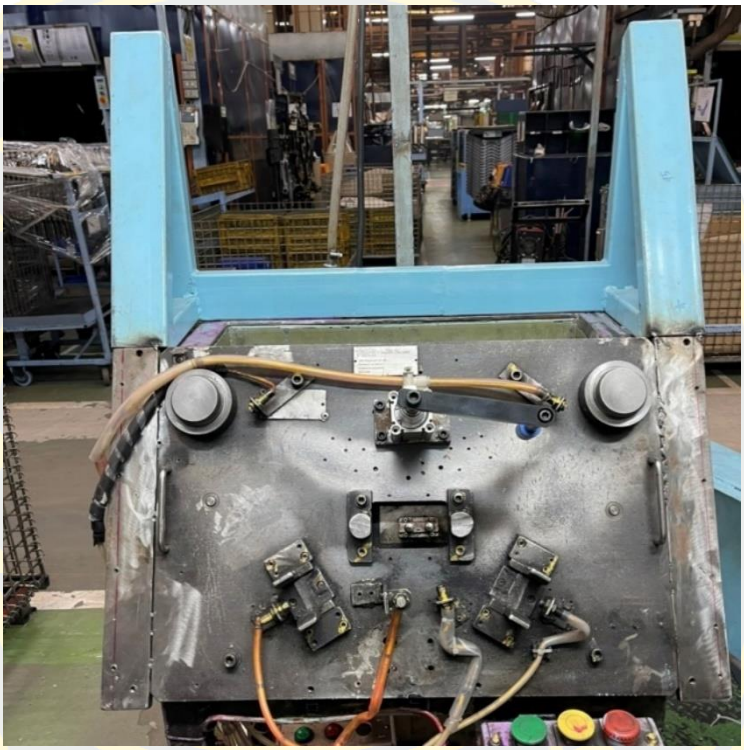


ภาพที่ 68 รูปแบบการทำงานของเครื่อง Stamp Lot หลังติดตั้ง กล่องดูดซับเสียง
ที่มา: เนติศาสตร์ ไชยบุตร (2565)

5. การติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ขั้นตอนที่ 1 ติดตั้งโครงสร้างและตัวกล่องดูดซับเสียง

ติดตั้งโครงสร้าง และกล่องดูดซับเสียงตามแบบที่ออกแบบไว้ แล้วเชื่อมตัวกล่องเข้าด้วยกัน พร้อมกับ เจาะรูขันน็อตกับตัวเครื่องเพื่อความแข็งแรง



ภาพที่ 69 ติดตั้งโครงสร้างโดยการเชื่อมกับฐานเครื่อง Stam Lot เพื่อความแข็งแรง
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

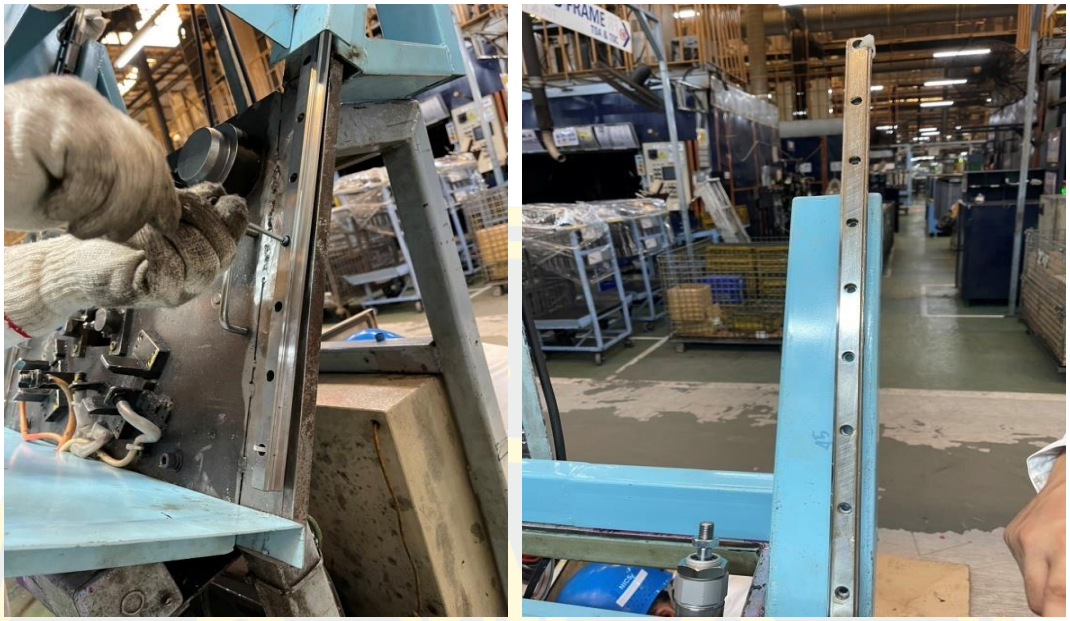
ภาพที่ 70 ติดตั้งกล่องดูดซับเสียงโดยการเชื่อม และยึดน็อตกับฐานเครื่อง Stam Lot เพื่อความแข็งแรง

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

BURAPHA UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 2 ติดตั้งระบบ เปิด-ปิด กล่องแบบอัตโนมัติ โดยใช้ Cylinder (Compact) และ LM Guide (Linear motion/ Slide guide)

ภาพที่ 71 ติดตั้งระบบ Cylinder (Compact) เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของฝากล่องดูดซับเสียง
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



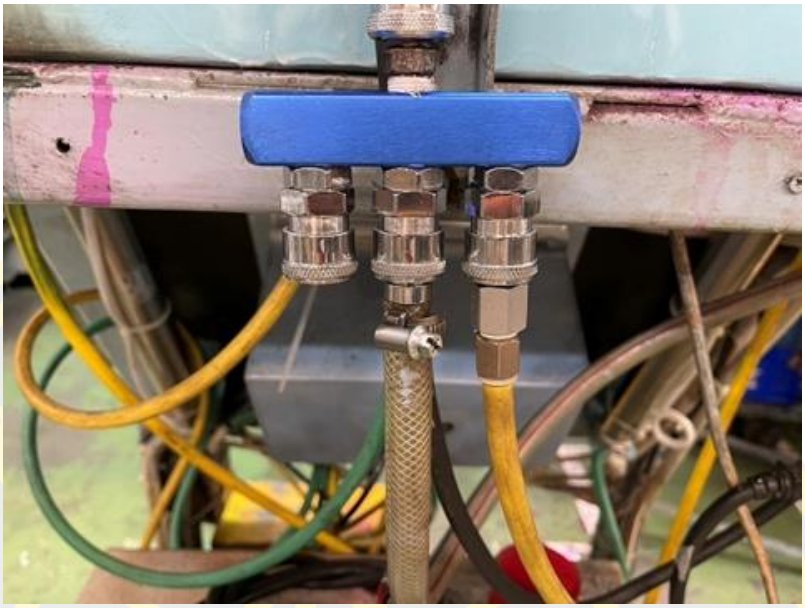
ภาพที่ 72 ติดตั้งรางสไลด์ เพื่อ เปิด-ปิด ฝากล่องดูดซับเสียง
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 73 ยึดฝากล่องดูดซับเสียงกับรางสไลด์
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 ติดตั้งระบบไฟ ระบบการทำงานด้วยลม

ภาพที่ 74 ติดตั้งสายไฟฟ้า และท่อลม
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 75 เชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับตู้ควบคุมไฟ
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



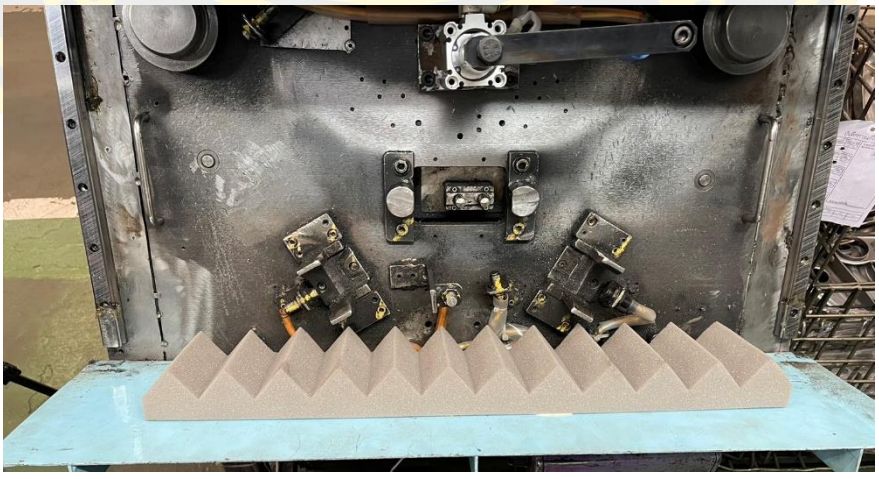
ภาพที่ 76 ติดตั้งระบบท่อลมเข้า-ออก
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 77 ติดตั้ง Regulator AR-Pressure regulator valve และ Solenoid valve เพื่อควบคุมปริมาณของลม ให้เหมาะสมกับการทำงาน
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 78 กล่องดูดซับเสียงหลังติดตั้งเสร็จเรียบร้อย
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

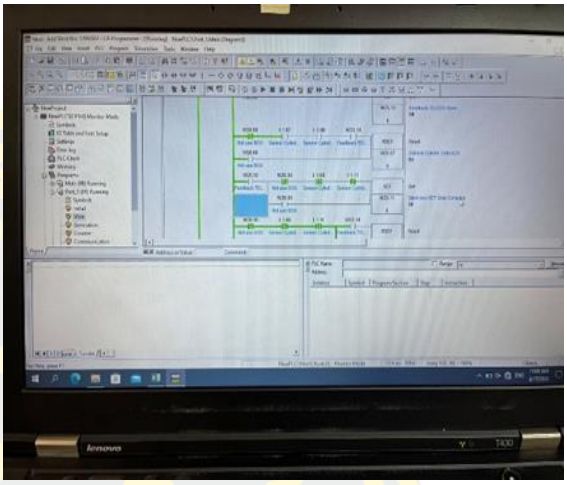
ขั้นตอนที่ 5 ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียง

ภาพที่ 79 ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียง ด้านในกล่องดูดซับเสียงทั้ง 5 ด้าน
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 80 ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียง ฝาปิดด้านล่างกล่องดูดซับเสียง
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

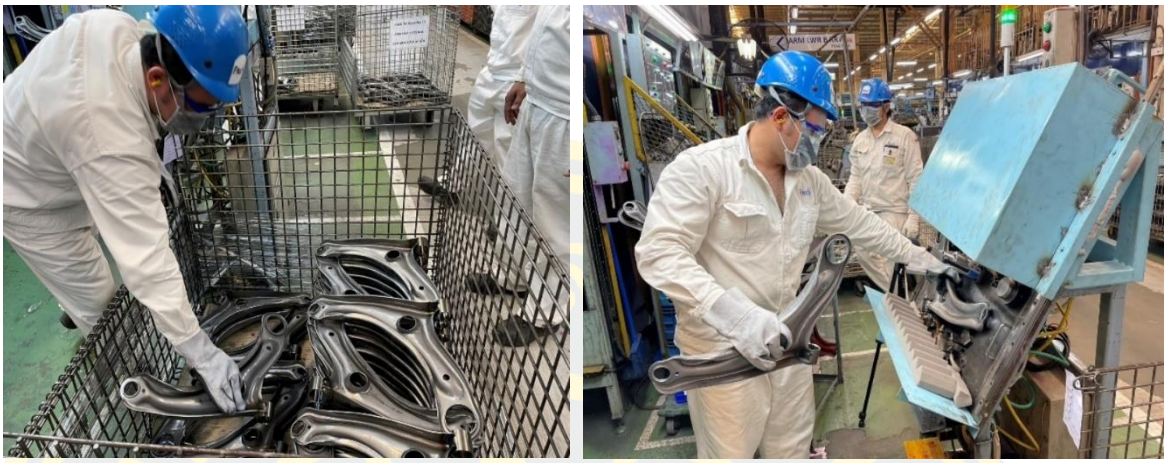
ขั้นตอนที่ 6 ติดตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของกล่องดูดซับเสียง (PLC)



ภาพที่ 81 ติดตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของกล่องดูดซับเสียง (PLC)
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 7 ทดสอบระบบความปลอดภัย ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน

ภาพที่ 82 ทดสอบระบบทำงานของเครื่อง และทดสอบระบบความปลอดภัย
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 83 ทดลองใช้งานจริง และทดสอบคุณภาพชิ้นงาน
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 8 ตรวจวัดเสียงหลังติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ภาพที่ 84 ตรวจวัดความดังของเสียงหลังติดตั้งกล่องดูดซับเสียง
ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ภาพที่ 85 ตรวจวัดความดังของเสียงหลังติดตั้งกล่องดูดซับเสียง หลังเปลี่ยนชนิดของแผ่นดูดซับเสียง

ที่มา: โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนและระยะเวลาการศึกษาวิจัย

ตารางที่ 12 ขั้นตอนและระยะเวลาการศึกษาวิจัย

ลำดับที่	ขั้นตอนการดำเนินการ	2564			2565				2568	
		ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2
1.	ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	→	→							
2.	นำเสนอโครงร่างวิจัย			→						
3.	ศึกษากระบวนการผลิตโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์กรณีศึกษา			→						
4.	ศึกษากระบวนการ Stamp Lot			→						
5.	ศึกษาปัญหาระดับความดังเสียงจากกระบวนการ Stamp Lot				→					
6.	ศึกษาและหาวิธีการปรับปรุงเพื่อลดระดับความดังเสียงจากเครื่อง Stamp Lot				→	→				
7.	ออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง (Noise Absorbing Box)						→			
8.	ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล							→		
9	สรุปผลการวิจัย								→	
10.	พิมพ์รายงานวิจัย									→

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะยื่นขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างโดยเคารพ

สิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือถอนตัวระหว่างทำการวิจัยซึ่งจะไม่เกิดผลเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะนำเสนอในภาพรวม ไม่มีการระบุชื่อหน่วยงาน ชื่อ และนามสกุล ของกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

2. สถิติเชิงอนุมาน เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล ได้แก่ การเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับเสียง Wilcoxon Signed Ranks Test

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงเพื่อลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งเนื้อหาผลการวิจัยเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจวัดเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ส่วนที่ 3 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ส่วนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot โซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน ผลการสำรวจข้อมูลส่วนบุคคลเป็นเพศชายจำนวน 6 คน (ร้อยละ 100) โดยลักษณะส่วนบุคคล มีอายุอยู่ในช่วง 26-35 ปี จำนวน 3 คน (ร้อยละ 50) มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 33.3) มีอายุอยู่ในช่วง 45 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.7) อายุเฉลี่ย 34.33 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 คน ไม่มีโรคประจำตัว มีอายุงาน 0-5 ปี จำนวน 4 คน (ร้อยละ 66.6) มีอายุงาน 6-10 ปี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.6) มีอายุงาน 10 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.6) อายุงานเฉลี่ย 6.76 ปี และใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ชนิดปลั๊กอุดหูทั้ง 6 คน (ร้อยละ 100) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล N = 6	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	6 (100.0)
อายุ (ปี)	
26-35	3 (50.0)
36-45	2 (33.3)
>46	1 (16.7)
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 35+6.50	
โรคประจำตัว	
มี	
ไม่มี	6 (100.0)
ประสบการณ์ในการทำงานกับเครื่อง Stam lot (ปี)	
0-5	4 (66.6)
6-10	1(16.6)
>10	1 (16.6)
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.7+4.08	08
การใช้อุปกรณ์ป้องกันการใช้อุปกรณ์ป้องกัน	
อันตรายส่วนบุคคล	
ปลั๊กอุดหู (Ear plugs)	6 (100.0)

ผลการสำรวจจำนวนชั่วโมงทำงานต่อวันมีจำนวนชั่วโมงทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันต่อกะการทำงาน กะเช้าเริ่มงานเวลา 06.00-15.00 น. มีช่วงเวลาพัก 3 ช่วง เวลาพักช่วงที่ 1 ในเวลา 08.00-08.10 น. เป็นเวลา 10 นาที มีเวลาพักช่วงที่ 2 ในเวลา 10.20-11.00 น. เป็นเวลา 40 นาที เวลาพักช่วงที่ 3 ในเวลา 13.00-13.10 น. เป็นเวลา 10 นาที กะดึกเริ่มงานเวลา 18.00-03.00 น. มีช่วงเวลาพัก 3 ช่วง เวลาพักช่วงที่ 1 ในเวลา 20.00-20.10 น. เป็นเวลา 10 นาที มีเวลาพักช่วงที่ 2 ในเวลา 22.00-22.40 น. เป็นเวลา 40 นาที เวลาพักช่วงที่ 3 ในเวลา 24.00-24.10 น. เป็นเวลา 10 นาทีซึ่งการทำงานกับเครื่อง Stam lot จะมีกะละ 3 คน สลับกันในแต่ละสถานีงาน สถานีงานที่ 1 ลำเลียงวัตถุดิบหน้า

เครื่อง 1 คน สถานีงานที่ 2 ทำงานกับเครื่อง Stam Lot 1 คน สถานีงานที่ 3 ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากทำการ Stam Lot 1 คน สลับกันทำงานสถานีละ 2 ชั่วโมง โดยเครื่อง Stam Lot จะทำงานกะละ 6 ชั่วโมง เมื่อครบ 6 ชั่วโมง พนักงานทั้ง 3 คน จะทำการตรวจสอบเครื่องจักรและเตรียมงานให้กับกะถัดไป (ตามตารางที่ 14) ทำให้พนักงานจะทำงานกับเครื่อง Stam Lot นาน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 14 ข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน และช่วงเวลาพัก

คนที่	จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	เวลาพักช่วงที่ 1	เวลาพักช่วงที่ 2	เวลาพักช่วงที่ 3
		08.00-08.10 20.00-20.10	10.20-11.00 22.00-22.10	13.00-13.10 24.00-24.10
1	8	1	1	1
2	8	1	1	1
3	8	1	1	1
4	8	1	1	1
5	8	1	1	1
6	8	1	1	1

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงจากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ครั้งที่	ระยะ เวลา (นาที)	ค่า LAeq (หน่วยวัด dB(A))		ผล	
		ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 91 dB(A) ต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	3	100.6	> 91	-	/
2	3	100.7	> 91	-	/
3	3	100.4	> 91	-	/

หมายเหตุ

1. LAeq หมายถึง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล

2. ค่ามาตรฐาน LAeq อ้างอิงจาก ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

จากตารางที่ 15 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับความดังเสียงจำนวน 3 ครั้ง วัดระดับความดังเสียงนานครั้งละ 3 นาที พบว่า ค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 100.4 - 100.7 dB(A) ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่ก่อนติดตั้งกล่องดูดซับเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่ก่อนติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ครั้งที่	ความถี่ (Hz)						
	250	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**16000**
1	74.6	78.2	82.9	91.9	96.8	95.0	93.8
2	74.3	77.7	83.1	91.5	96.8	95.4	94.0
3	77.6	76.8	85.3	95.2	96.2	89.2	86.9

จากตารางที่ 16 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) ก่อนติดตั้งกล่องดูดซับเสียง พบว่าค่าระดับเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 74.3 - 77.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 76.8 – 78.2 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 82.9 – 85.3 dB(A ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 91.5 – 95.2 dB(A) ค่าระดับ

เสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 96.2 – 96.8 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 89.2 – 95.4 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 86.9 – 94.0 dB(A)

ส่วนที่ 3 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง

ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง จากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

ครั้งที่	ระยะ เวลา (นาที)	ค่า LAeq (หน่วยวัด dB(A))		ผล	
		ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 91 dB(A) ต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	3	100.2	> 91	-	/
2	3	100.4	> 91	-	/
3	3	100.3	> 91	-	/

จากตารางที่ 17 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับความดังเสียงจำนวน 3 ครั้ง วัดระดับความดังเสียงนานครั้งละ 3 นาที จากการผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง พบว่า ค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 100.2-100.4 dB(A) มากกว่าค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

ครั้งที่	ความถี่ (Hz)						
	250	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**16000**
1.	77.4	76.1	85.3	95.2	95.8	89.6	87.5
2.	77.6	76.8	85.3	95.2	96.2	89.2	86.9
3.	77.0	76.3	85.8	95.3	96.0	89.1	86.6

จากตารางที่ 18 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง พบว่าค่าระดับเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 77.0 - 77.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 76.1 – 76.8 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 85.3 – 85.8 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 95.2 – 95.3 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 95.8 – 96.2 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 89.1 – 89.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 86.6 – 87.5 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่จากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่

ครั้งที่	ระยะ เวลา (นาที)	ค่า LAeq (หน่วยวัด dB(A))		ผล	
		ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 91 dB(A) ต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	3	88.7	< 91	/	-
2	3	91.3	> 91	-	/
3	3	91.6	> 91	-	/

จากตารางที่ 19 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับความดังเสียงจำนวน 3 ครั้ง วัดระดับความดังเสียงนานครั้งละ 3 นาที ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A) ซึ่งค่าจากการตรวจวัดครั้งที่ 1 ต่ำกว่ามาตรฐาน แต่ค่าที่ได้จากการตรวจวัดครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 มากกว่าค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซนดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่

ครั้งที่	ความถี่ (Hz)						
	250	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**16000**
1	73.6	74.9	78.9	83.6	83.5	77.6	72.7
2	73.5	73.3	78.0	86.5	86.5	80.6	75.9
3	73.5	73.0	77.3	87.2	86.6	80.8	76.2

จากตารางที่ 20 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ พบว่าค่าระดับเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 73.5 - 73.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 73.0 – 74.9 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 77.3 – 78.9 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 83.6 – 87.2 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 83.5 – 86.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 77.6 – 80.8 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 72.7 – 76.2 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม จากเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม

ครั้งที่	ระยะ เวลา (นาที)	ค่า LAeq (หน่วยวัด dB(A))		ผล	
		ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 91 dB(A) ต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	3	90.6	< 91	/	-
2	3	88.9	< 91	/	-
3	3	87.5	< 91	/	-

จากตารางที่ 21 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับความดังเสียงจำนวน 3 ครั้ง วัดระดับความดังเสียงนานครั้งละ 3 นาที ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 87.5 – 90.6 dB(A) ซึ่งผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม

ครั้งที่	ความถี่ (Hz)						
	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
1	75.4	77.3	80.4	85.7	85.3	78.9	74.8
2	73.8	73.9	77.9	84.7	82.8	78.1	73.8
3	73.4	74.2	77.3	83.2	81.3	76.9	72.3

จากตารางที่ 22 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม พบว่าค่าระดับเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 73.4 - 75.4 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 73.9 – 77.3 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 77.3 – 80.4 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 83.2 – 85.7 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 83.5 – 86.6 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 81.3 – 85.3 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 72.3 – 74.8 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบจากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ

ครั้งที่	ระยะ เวลา (นาที)	ค่า LAeq หน่วยวัด dB(A)		ผล	
		ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 91 dB(A) ต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	3	86.3	< 91	/	-
2	3	88.9	< 91	/	-
3	3	89.0	< 91	/	-

จากตารางที่ 23 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับความดังเสียงจำนวน 3 ครั้ง วัดระดับความดังเสียงนานครั้งละ 3 นาที ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 86.3 – 89.0 dB(A) ซึ่งผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอด

ระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบจากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ

ครั้งที่	ความถี่ (Hz)						
	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
1	72.9	73.1	77.5	84.5	83.5	78.1	72.5
2	72.4	72.4	76.8	84.4	83.5	78.2	72.4
3	71.4	72.9	75.9	81.0	81.3	75.7	68.5

จากตารางที่ 24 แสดงค่าระดับความดังเสียง ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) ผลการตรวจวัดเสียง แบบแยกความถี่หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ พบว่าค่าระดับเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 71.4 – 72.9 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 72.4 – 73.1 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 75.9 – 77.5 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 81.0 – 84.5 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 81.3 – 83.5 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 75.7 – 878.2 dB(A) ค่าระดับเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าอยู่ระหว่าง 68.5 – 72.5 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

ครั้งที่	ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)			ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อการทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)		
	ก่อน	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หลัง	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	100.6	>91	-	/	100.2	>91	-	/
2	100.7	>91	-	/	100.4	>91	-	/
3	100.4	>91	-	/	100.3	>91	-	/

จากตารางที่ 25 แสดงผลการวัดเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง อยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 100.2 – 100.4 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่

ครั้งที่	ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)			ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)		
	ก่อน	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หลัง	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	100.6	>91	-	/	88.7	<91	/	-
2	100.7	>91	-	/	91.3	>91	-	/
3	100.4	>91	-	/	91.6	>91	-	/

จากตารางที่ 26 แสดงผลการวัดเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง อยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) ผลการวัดระดับเสียงซ้ำ 3 ครั้ง ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 1 ครั้ง และไม่ผ่านมาตรฐาน 2 ครั้ง ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม

ครั้งที่	ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)			ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)		
	ก่อน	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หลัง	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	100.6	>91	-	/	90.6	<91	/	-
2	100.7	>91	-	/	88.9	<91	/	-
3	100.4	>91	-	/	87.5	<91	/	-

จากตารางที่ 27 แสดงผลการวัดเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง อยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 87.5 – 90.6 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ

ครั้งที่	ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)			ค่า LAeq (dB(A))	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานต่อทำงาน 2 ชั่วโมง (dB(A)		
	ก่อน	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หลัง	< 91	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	100.6	>91	-	/	86.3	<91	/	-
2	100.7	>91	-	/	88.9	<91	/	-
3	100.4	>91	-	/	89.0	<91	/	-

จากตารางที่ 28 แสดงผลการวัดเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง อยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 86.3 – 89.0 dB(A) ซึ่งผลการวัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ครั้ง ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ

ครั้งที่	ค่า LAeq [dB (A)]		
	แบบรังไข่	แบบสามเหลี่ยม	แบบเรียบ
1	88.7	90.6	86.3
2	91.3	88.9	88.9
3	91.6	87.5	89.0

จากตารางที่ 29 แสดงผลการวัดระดับเสียงเปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ แบบสามเหลี่ยม และแบบเรียบ วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq)

ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ อยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A) ค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 87.5 – 90.6 dB(A) และค่าระดับเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ พบว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 86.3 – 89.0 dB(A)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเปรียบเทียบ ผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและหลังติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบแยกความถี่ จากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (ดังตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง และหลังติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ แยกความถี่

ครั้งที่	ชนิด	ความถี่ (Hz)						
		250	500	1000	2000	4000	8000	16000
1	แบบรังไข่	73.6	74.9	78.9	83.6	83.5	77.6	72.7
2	แบบรังไข่	73.5	73.3	78.0	86.5	86.5	80.6	75.9
3	แบบรังไข่	73.5	73.0	77.3	87.2	86.6	80.8	76.2
1	แบบสามเหลี่ยม	75.4	77.3	80.4	85.7	85.3	78.9	74.8
2	แบบสามเหลี่ยม	73.8	73.9	77.9	84.7	82.8	78.1	73.8
3	แบบสามเหลี่ยม	73.4	74.2	77.3	83.2	81.3	76.9	72.3
1	แบบเรียบ	72.9	73.1	77.5	84.5	83.5	78.1	72.5
2	แบบเรียบ	72.4	72.4	76.8	84.4	83.5	78.2	72.4
3	แบบเรียบ	71.4	72.9	75.9	81.0	81.3	75.7	68.5

จากตารางที่ 30 แสดงค่าระดับความดังเสียงจากการวัดเสียงที่เกิดจากเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 วัดระดับเสียงซ้ำจำนวน 3 ครั้ง แยกตามความถี่ (Hz) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง หลังติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ ดังนี้

ค่าระดับความดังเสียงที่ความถี่ 250 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 73.4 - 75.4 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าอยู่ระหว่าง 73.5 - 73.6 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 71.4 – 72.9 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 73.9 – 77.3 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าอยู่ระหว่าง 73.0 – 74.9 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ย

จากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 72.4 – 73.1 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 1000 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 77.3 – 80.4 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าอยู่ระหว่าง 77.3 – 78.9 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 75.9 – 77.5 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 2000 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 83.6 – 87.2 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าอยู่ระหว่าง 83.2 – 85.7 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 81.0 – 84.5 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 4000 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 83.5 – 86.6 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าอยู่ระหว่าง 83.5 – 86.6 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 81.3 – 83.5 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 77.6 – 80.8 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าอยู่ระหว่าง 81.3 – 85.3 dB(A) และค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 75.7 – 878.2 dB(A)

ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงที่ความถี่ 16000 เฮิรตซ์ (Hz) พบว่าค่าระดับความดังเสียงจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าระดับเสียงมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 72.7 – 76.2 dB(A) รองลงมาคือ ระดับความดังเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าอยู่ระหว่าง 72.3 – 74.8 dB(A) และค่าระดับความดังเสียง

เฉลี่ยจากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงน้อยที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 68.5 – 72.5 dB(A)

ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot โซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน ผลการสำรวจความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot ของกลุ่มตัวอย่างพนักงานผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot ในโซน D ในแผนกเชื่อมไฟฟ้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังตารางที่ 31 แสดงคะแนนของความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot ของพนักงานผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot ในโซน D ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน จากการสำรวจพบว่ากลุ่มตัวอย่างพนักงานผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot ในโซน D ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความพึงพอใจในด้านความมีประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 2 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 4 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความคล่องตัวในการทำงานเมื่อติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 4 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 2 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านคุณภาพของชิ้นงานหลังจากใช้กล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 1 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 5 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านระบบความปลอดภัยของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 2 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 4 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความแข็งแรงของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน3 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 3 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความเหมาะสมของการออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 2 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 4 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึง

พอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด และด้านความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจมาก จำนวน 1 คน และความพึงพอใจมากที่สุด 5 คน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 31 ผลการสำรวจความพึงพอใจหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot

ความพึงพอใจ	คะแนนความพึงพอใจ (n=6)					คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด		
1. ประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot				2 (8)	4 (20)	4.67	มากที่สุด
2. ความคล่องตัวในการทำงานเมื่อติดตั้งกล่องดูดซับเสียง				4 (16)	2 (10)	4.33	มาก
3. คุณภาพของชิ้นงานหลังจากใช้กล่องดูดซับเสียง				1 (4)	5 (25)	4.83	มากที่สุด
4. ระบบความปลอดภัยของกล่องดูดซับเสียง				2 (8)	4 (20)	4.67	มากที่สุด
5. ความแข็งแรงของกล่องดูดซับเสียง				3 (12)	3 (15)	4.50	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของการออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง				2 (8)	4 (20)	4.67	มากที่สุด
7. ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานกล่องดูดซับเสียง				1 (4)	5 (25)	4.83	มากที่สุด

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง 1 กลุ่ม (Experimental one group) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ออกแบบและสร้างกล่องดูดซับสียง ในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ระหว่าง ก่อนและหลัง การใช้กล่องดูดซับสียง และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างเดือน กันยายน 2565 ถึง เดือน ตุลาคม 2566 ผู้วิจัยได้แยกประเด็นสำคัญในการอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 สรุปผลการวิจัย

ส่วนที่ 2 อภิปรายผลการวิจัย

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot โซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน ผลการสำรวจข้อมูลส่วนบุคคลเป็นเพศชายจำนวน 6 คน (ร้อยละ 100) โดยลักษณะส่วนบุคคล มีอายุอยู่ในช่วง 26-35 ปี จำนวน 3 คน (ร้อยละ 50) มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 33.3) มีอายุอยู่ในช่วง 45 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.7) อายุเฉลี่ย 34.33 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 คน ไม่มีโรคประจำตัว มีอายุงาน 0-5 ปี จำนวน 4 คน (ร้อยละ 66.6) มีอายุงาน 6-10 ปี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.6) มีอายุงาน 10 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.6) อายุงานเฉลี่ย 6.76 ปี และใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ชนิดปลั๊กอุดหูทั้ง 6 คน (ร้อยละ 100) ผลการสำรวจจำนวนชั่วโมงทำงานต่อวันมีจำนวนชั่วโมงทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันต่อกะการทำงาน กะเช้าเริ่มงานเวลา 06.00-15.00 น. มีช่วงเวลาพัก 3 ช่วง เวลาพักช่วงที่ 1 ในเวลา 08.00-08.10 น. เป็นเวลา 10 นาที มีเวลาพักช่วงที่ 2 ในเวลา 10.20-11.00 น. เป็นเวลา 40 นาที เวลาพักช่วงที่ 3 ในเวลา 13.00-13.10 น.

เป็นเวลา 10 นาที กะดึกเริ่มงานเวลา 18.00-03.00 น. มีช่วงเวลาพัก 3 ช่วง เวลาพักช่วงที่ 1 ในเวลา 20.00-20.10 น. เป็นเวลา 10 นาที มีเวลาพักช่วงที่ 2 ในเวลา 22.00-22.40 น. เป็นเวลา 40 นาที เวลาพักช่วงที่ 3 ในเวลา 24.00-24.10 น. เป็นเวลา 10 นาทีซึ่งการทำงานกับเครื่อง Stam lot จะมีกะละ 3 คน สลับกันในแต่ละสถานีงาน สถานีงานที่ 1ลำเลียงวัตถุดิบหน้าเครื่อง 1 คน สถานีงานที่ 2 ทำงานกับเครื่อง Stam lot 1 คน สถานีงานที่ 3 ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากทำการ Stam Lot 1 คน โดยสลับกันทำงานสถานีละ 2 ชั่วโมง โดยเครื่อง Stam Lot จะทำงานกะละ 6 ชั่วโมง เมื่อครบ 6 ชั่วโมง พนักงานทั้ง 3 คน จะทำการตรวจสอบเครื่องจักรและเตรียมงานให้กับกะถัดไป

2. สรุปผลการศึกษาผลการตรวจวัดเสียงก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง จากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) มากกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 100.4 - 100.7 dB(A) มากกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ในการปฏิบัติงาน 2 ชั่วโมง ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

3. ผลการเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ระหว่างก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับสียง

3.1 สรุปผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง จากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 มีค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) มากกว่าค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ โดยมีค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 100.2 - 100.4 dB(A) มากกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ในการปฏิบัติงาน 2 ชั่วโมง ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา,2560)

3.2 สรุปผลการตรวจวัดเสียงเปรียบเทียบระหว่างก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงกับหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง พบว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) ก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีค่าอยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) และมีค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงแต่ยังไม่ได้ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง มีค่าอยู่ระหว่าง 100.2 – 100.4 dB(A) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามกฎหมายกำหนดไว้ไม่เกินกว่า 91 dB(A) ในการปฏิบัติงาน

2 ชั่วโมง ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

3.3 สรุปผลการตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ พบว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ สามารถลดค่าระดับเสียงได้ที่สุด รองลงมาคือการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม และการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ ตามลำดับ โดยค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง แบบรังไข่ มีค่าอยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A) ค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง แบบสามเหลี่ยม มีค่าอยู่ระหว่าง 87.5 – 90.6 dB(A) ค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง แบบเรียบ มีค่าอยู่ระหว่าง 86.3 – 89.0 dB(A)

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร พบว่าหลังการใช้กล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stamp Lot ในโซน D ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พนักงานผู้ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot มีความพึงพอใจในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความมีประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.2 ด้านความคล่องตัวในการทำงานเมื่อติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3 ด้านคุณภาพของชิ้นงานหลังจากใช้กล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.4 ด้านระบบความปลอดภัยของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.5 ด้านความแข็งแรงของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.6 ด้านความเหมาะสมของการออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.7 ด้านความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน คิดเป็นระดับความพึงพอใจที่ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ไม่พบความพึงพอใจในระดับปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุดจากทุกด้านที่สำรวจ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาวิจัยเพื่อลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ที่ทำงานในแผนกเชื่อมไฟฟ้า ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot
2. การออกแบบและสร้างกล่องดูดซับสียงที่นำไปใช้ในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot
3. การศึกษาเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ระหว่างก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับสียง
4. การศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. จากการศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ซึ่งปัญหาที่เกิดจากเสียงดังของเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้าเกิดเนื่องจากลักษณะการทำงานของเครื่อง Stamp Lot เป็นการปั๊มสัญลักษณ์โดยใช้หัวเข็มที่เป็นโลหะ ปั๊มถี่ ๆ ลงบนชิ้นงานที่เป็นโลหะจึงทำให้เกิดเสียงดัง จากการแบ่งเสียงตามประเภทของระยะเวลาที่สัมผัสอ้างอิงจากแนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 เรื่องการตรวจวัดเสียงดัง (Noise measurement) ของกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, ม.ป.ป) เสียงจากเครื่อง Stamp Lot จัดอยู่ในประเภทเสียงกระทบหรือกระแทก (Impact or impulse noise) ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบล เช่น เสียงการตอก เสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบเคาะอย่างแรง และจากการตรวจวัดพบว่ามีค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) โดยค่าระดับเสียงที่ความถี่ 1000, 2000, 4000, 8000 และ เฮิรตซ์ (Hz) มีค่าระดับเสียงมากกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ เมื่อพิจารณาช่วงความถี่ดังกล่าวจะเห็นว่าเป็นช่วงความถี่ที่เกิดการสูญเสียการได้ยินที่สอดคล้องกับลักษณะกราฟการได้ยิน (Air-bone audiogram, Speech discrimination) ที่ระบุไว้ว่าลักษณะสูญเสียการได้ยินเฉพาะจุด 4,000 เฮิรตซ์ (4,000-Hz Dip) หรือช่วงความถี่ 3,000-6,000 เฮิรตซ์หรือ

ช่วงความถี่สูง และจากการตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุดจริง ๆ ของสัญญาณเสียงที่เข้ามายังไมโครโฟน (LZpeak (max)) ระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot พบว่ามีค่าเกินกว่าค่าที่กฎหมายกำหนดไว้

เมื่อพิจารณาประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา, 2561) กำหนดให้นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงเฉลี่ยที่ลูกจ้างได้รับตลอดการทำงานแต่ละวัน (Time Weighted Average-TWA) ซึ่งพนักงานแต่ละคนปฏิบัติงานโดยตรงกับเครื่อง Stam Lot วันละ 2 ชั่วโมง นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงเฉลี่ยจากเครื่อง Stamp Lot ไม่ให้เกิน 91 เดซิเบลเอ (dBA)

2. การออกแบบและสร้างกล่องดูดซับสียงที่นำไปใช้ในการลดระดับความดังจากเครื่อง Stamp Lot เนื่องจากมีค่าระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot มีค่าระดับเสียงเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) มีค่าเกินกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด โดยกฎหมายได้กำหนดไว้ว่าภายในสถานประกอบกิจการที่สภาวะการทำงานมีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในกรณีนี้คือระดับเสียงเฉลี่ยที่ลูกจ้างได้รับตลอดการทำงานแต่ละวัน (Time Weighted Average-TWA-8 -hours) หรือ LAeq กำหนดให้นายจ้างให้ลูกจ้างหยุดทำงานจนกว่าจะได้รับการปรับปรุงหรือแก้ไขทางด้านวิศวกรรม โดยการควบคุมที่ต้นกำเนิดเสียงหรือทางผ่านของเสียง หรือบริหารจัดการเพื่อควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับให้ไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งควรพิจารณาใช้หากแก้ไขทางวิศวกรรมไม่ได้ และจัดให้มีการปิดประกาศและเอกสารหรือหลักฐานในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขดังกล่าวไว้

ในการแก้ไขปัญหาเสียงดังในครั้งในได้ออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง (Noise absorbing box) เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามหลักการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด (Control at source) ซึ่งการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิดเป็นเทคนิคการควบคุมเสียงตามหลักวิศวกรรมที่เป็นการควบคุมที่ดีที่สุด (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2563) และสอดคล้องกับที่กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง ประกาศ ณ วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2559) กำหนดไว้ว่าให้ควบคุมที่ต้นกำเนิดเสียงหรือทางผ่านของเสียง หรือบริหารจัดการเพื่อควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับให้ไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนด

3. การศึกษาเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ระหว่างก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับสียง พิจารณาข้อมูลเปรียบเทียบแยกประเภท ได้ดังนี้

3.1 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่ มีค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 88.7 – 91.6 dB(A)

3.2 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม มีค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 87.5 – 90.6 dB(A)

3.3 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยก่อนการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100.4 – 100.7 dB(A) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) อยู่ระหว่าง 86.3 – 89.0 dB(A)

3.4 จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) เปรียบเทียบผลการตรวจวัดเสียงหลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 3 แบบ พบว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ยเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล (LAeq) หลังการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบ มีค่าน้อยที่สุด (86.3 – 89.0 dB(A)) รองลงมาคือค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยม (87.5 – 90.6 dB(A)) และค่าระดับเสียงเฉลี่ย จากการติดตั้งกล่องดูดซับเสียงและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง แบบรังไข่ (88.7 – 91.6) ตามลำดับ

3.5 ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ลดลงเนื่องจากกล่องดูดซับเสียงที่ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงซึ่งวัสดุดูดซับเสียงนี้มีลักษณะเป็นรูพรุน (Porous) ทำให้มีความสามารถในการดูดซับเสียง โดยกล่องดูดซับเสียงที่ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงจะเปลี่ยนจากพลังงานเสียงที่มาตกกระทบให้เป็นความร้อนและการดูดซับเสียงจะเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับเทคนิคการลดเสียงในโรงงานโดยการใช้ใช้กล่องดูดซับเสียงและวัสดุดูดซับเสียงของวิทูรย์ สิมะโชคดี (2544) และสอดคล้องกับวิธีการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงร่วมกับการติดตั้งแผ่นยางดำ รอบตัวหนีบท่อโลหะที่สามารถลดระดับเสียงได้ดียิ่งขึ้นของสุวจี ก่ออ้อ (2562) และวิธีการเลือกจุดที่จะลดเสียงจากเครื่องปั๊มโลหะของ ภาณุวิชญ์ สุภพิชญานันท์ (2562) และสอดคล้องกับหลักการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิดซึ่งจะต้องมีการเลือกใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ควบคุมเสียงของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2563) จากผลการวิจัยในครั้งนี้วัสดุดูดซับเสียงแบบเรียบมีประสิทธิภาพในการลดเสียงมากกว่าวัสดุดูดซับเสียงแบบสามเหลี่ยมและวัสดุดูดซับเสียงแบบรังไข่

4. การศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร จากการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักรพบว่า มีความพึงพอใจ

อยู่ในระดับดีมากและระดับมากทุกหัวข้อคำถามและไม่พบความพึงพอใจในระดับปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจและระดับความพึงพอใจในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 2 คน และมากที่สุด 4 คน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกล่องดูดซับเสียงสามารถลดระดับเสียงดังลดลงอย่างเห็นได้ชัด

4.2 ด้านความคล่องตัวในการทำงานเมื่อติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก แต่เป็นด้านที่ผู้ปฏิบัติงานพึงพอใจน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ โดยมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 4 คน และมากที่สุด 2 คน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากขนาดของกล่องดูดซับเสียงทำให้เครื่อง Stamp Lot มีขนาดใหญ่มากขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่ได้เพิ่มขั้นตอนการทำงานแต่อย่างใด

4.3 ด้านคุณภาพของชิ้นงานหลังจากใช้กล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 1 คน และมากที่สุด 5 คน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากไม่มีชิ้นงานเสียเลยในกระบวนการผลิต

4.4 ด้านระบบความปลอดภัยของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 2 คน และมากที่สุด 4 คน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากตัวเครื่องมีระบบเปิด-ปิด การเริ่มทำงานของเครื่องแบบต้องใช้สองมือกด (two hand switch)

4.5 ด้านความแข็งแรงของกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 3 คน และมากที่สุด 3 คน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากมีการยึดติดชิ้นส่วนกล่องดูดซับเสียงกับตัวเครื่อง Stam Lot อย่างมั่นคงไม่มีความโยกคลอนในระหว่างเครื่องทำงาน

4.6 ด้านความเหมาะสมของการออกแบบและติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก โดยมีความพึงพอใจระดับมากจำนวน 2 คน และมากที่สุด 4 คน โดยมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากมีการออกแบบที่เข้ากับตัวเครื่องพอดี ไม่ใหญ่มากจนเกินไป

4.7 ด้านความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานกล่องดูดซับเสียง มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 คะแนน ค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมี

ความพึงพอใจระดับมากจำนวน 1 คน และมากที่สุด 5 คน โดยมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากระบบของเครื่องมีการทำงานอย่างเป็นระบบ ใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากและเครื่องทำงานด้วยความราบรื่นไม่ติดขัด

5. งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการทดลองใช้งาน เนื่องจากมีข้อกำหนดของลูกค้าที่กำหนดไว้ว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงาน หรือเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ หรือวัตถุดิบ หรือวิธีการผลิต ต้องแจ้งให้ลูกค้าตรวจสอบและอนุมัติก่อน และการวิจัยนี้ไม่สามารถนำชิ้นงานที่มีขนาดและน้ำหนักขนาดใหญ่มากกว่าเครื่อง Stamp Lot ที่ได้ติดตั้งกล่องดูดซับเสียงเข้าไปทดลองได้

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการลดเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ แต่จะต้องปรับการออกแบบโครงสร้างกล่องดูดซับเสียงให้เหมาะสมกับเครื่อง Stamp Lot แต่ละเครื่อง

2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในจุดปฏิบัติงานอื่น ๆ แต่จะต้องปรับการออกแบบโครงสร้างกล่องดูดซับเสียง และเลือกชนิดแผ่นดูดซับเสียงให้เหมาะสมกับประเภทของเสียง

3. การออกแบบและสร้างกล่องดูดซับเสียงในรุ่นถัดไปควรพิจารณาออกแบบให้มีรูปร่าง ขนาดที่ทำให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น มีรูปลักษณ์ที่มีลักษณะแข็งแรง เนื่องจากต้องใช้กับงานปั๊มที่เป็นงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน

4. การติดตั้งแผ่นดูดซับเสียงไม่ให้มีช่องว่างจะสามารถลดเสียงดังลงได้อีก

บรรณานุกรม

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (ม.ป.ป.). *กฎหมายแรงงาน กฎหมายแรงงานกฎหมายด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน.* https://www.labour.go.th/index.php/labor-law/category/6-laws-labor-4

กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.). *โรคจากการประกอบอาชีพภาคอุตสาหกรรม ความเสี่ยงต่อสุขภาพและโรคการประกอบอาชีพภาคอุตสาหกรรม.* http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/108

จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2558). เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. *วารสารบัณฑิตศึกษา, 12*(58), 12-24.

จิราพร ประกายรุ้งทอง และคณะ. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการทำงาน ในกลุ่มคนงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, 35*(3), 98-108

น้ำฝน ศรีรมย์ และคณะ. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดชลบุรี. *วารสาร มฉก.วิชาการ, 24*(1).

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน. (2561, 26 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่มที่ 135.

พระราชบัญญัติ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554. (2554, 17 มกราคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 128

ภาณุวิชญ์ สุภพิชญานันท์. (2562). *การลดเสียงดังจากเครื่องปั๊มโลหะเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย, คณะวิศกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี สิมะโรจน์. (2554). *54114 สุขศาสตร์อุตสาหกรรม: การควบคุม* (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วิทูรย์ สิมะโชคดี. (2544). *คู่มือการลดและควบคุมเสียงดังในโรงงาน.* สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2563). *เอกสารคำสอนเรื่องเทคนิคการควบคุมเสียง.* (Noise Control Technice). คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรปราการ. (2563). *แนวทางการเฝ้าระวัง*

ป้องกันภาวะสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังจากการประกอบอาชีพ. https://ddc.moph.go.th/oehdc/journal_detail.php?publish=10308

สมชาย พรชัยวิวัฒน์. (2558). กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดเสียงจากโรงงานอุตสาหกรรม. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ, 8*(30), 69-73.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคมกระทรวงแรงงาน. (2564). *รายงานสถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2559-2563.* https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/5ebe42693bf27ca624d2a14a89f99223.pdf

สุวจี ก่ออ้อ. (2562). *การลดเสียงดังจากเครื่องตัดท่อโลหะเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย, คณะวิศกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิรดี ศรีโอภาส. (2558). การตรวจวัดระดับเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรม. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ, 8*(27), 57-61.

อุษาภร ประไพสิทธิ์. (ม.ป.ป.). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2563-65: อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์.* https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries/Auto-Parts/IO/Industry-Outlook-Auto-Parts

Konrad, W., Friedrich, B., Uwe, H., Hans-Werner, H., & Hans-Christian, M. (2021). Noise And Vibrations In Machine Tools. *CIRP Annals-Manufacturing Technology, 70*(2), 611-633.

Sanghyeon, L., & Youngjin, P. (2021). Compact hybrid noise control system: ANC System equipped with circular noise barrier using the oretically calculated control filter. *Applied Acoustics, 188,* 1-10.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

1. ศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก อาจารย์
   สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ อาจารย์
   สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข อาจารย์
   สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

คำชี้แจง : แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจหลังจากการใช้ กล่องดูดซับเสียง ในการลดเสียงดังจากเครื่อง Stam Lot

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

คาชี้แจง: โปรดกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับท่าน และเติมข้อความลงในช่องว่าง (.....) ที่ตรงกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

คำถาม	คำตอบ
1.อายุ	.....ปี
2.เพศ	◯ ชาย ◯ หญิง
3.ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่(ถ้ามีให้ระบุ)	◯ ไม่มี ◯ มี (ระบุ) .....
4. อายุการทำงานโดยตรงกับกระบวนการ Stamp Lot แผนกเชื่อมไฟฟ้า	ปี .....เดือน.....
5.เวลาพักระหว่างวัน	ช่วงที่ 1.....นาที ช่วงที่ 2.....นาที ช่วงที่ 3.....นาที ช่วงพักก่อนทำงานล่วงเวลา.....นาที
6.ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	.....ชั่วโมง
7.การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)	◯ ไม่ใช้ ◯ ใช้ (ถ้าใช้ ให้ระบุประเภทของอุปกรณ์) .....

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจหลังจากการปรับปรุงเครื่อง Stam Lot โดยการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง มีข้อคำถาม 7 ข้อ ที่ประยุกต์จาก นัฐวุฒิ อุดานนท์ และคณะ (นัฐวุฒิ อุดานนท์ และคณะ , 2564)

คำชี้แจง: โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงใน [.....] ที่ตรงกับความพึงพอใจหลังการปรับปรุงปรับปรุงเครื่อง Stam Lot โดยการติดตั้งกล่องดูดซับเสียง (โปรดตอบทุกข้อคำถาม)

ข้อคำถาม	ความรู้สึกพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.ประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงดังจากการทำงานของเครื่อง Stamp Lot					
2.ความคล่องตัวในการใช้งานกล่องลดเสียง					
3.คุณภาพของชิ้นงานหลังจากใช้กล่องลดเสียง					
4.ระบบความปลอดภัยของกล่องลดเสียง					
5.ความแข็งแรงของกล่องลดเสียง					
6.ความเหมาะสมของการออกแบบและติดตั้งกล่องลดเสียง					
7.ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานกล่องลดเสียง					

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

ภาคผนวก ค

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เลขที่ IRB3-085/2565

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HS 046/2565
โครงการวิจัยเรื่อง : ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
หัวหน้าโครงการวิจัย : นายเนติศาสตร์ ไชยบุตร
หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	ฉบับที่ 2 วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
2. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย	ฉบับที่ 1 วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
5. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ฉบับที่ 1 วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)	ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ 31 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565
วันที่หมดอายุ : วันที่ 31 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2566

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงรมร แย้มประทุม)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สำหรับโครงการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา และระดับปริญญาตรี
ชุดที่ 3 (กลุ่มคลินิก/ วิทยาศาสตร์สุขภาพ/ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

AF 06-02

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

(Participant Information Sheet)

รหัสโครงการวิจัย : .....

(สำนักงานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง : ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ข้าพเจ้า นายเนติศาสตร์ ไชยบุตร นิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ หลักสูตร วทม.อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (EFFECTIVENESS OF THE NOISE ABSORBING BOX IN REDUCING STAMP LOT NOISE IN ELECTRICAL WELDING PROCESSES: CASE STUDY IN AN AUTOMOTIVE PARTS MANUFACTURING FACTORY, PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE) ก่อนที่ท่านจะตกลงเข้าร่วมการวิจัย ขอเรียนให้ท่านทราบรายละเอียดของโครงการวิจัย ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย :</u>

1. เพื่อศึกษาระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้าใน โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. เพื่อออกแบบและสร้าง กล่องดูดซับสียง ในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot ของแผนกเชื่อมไฟฟ้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Stamp Lot โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ระหว่าง ก่อนและหลังการใช้กล่องดูดซับสียง

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเครื่องจักร

<u>แบบของงานวิจัย</u>

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเป็นการศึกษาวิจัยแบบกึ่งทดลอง 1 กลุ่ม (Quasi-experimental one group) เพื่อลดระดับความดังของเสียงจากเครื่องจักร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเครื่อง Stamp Lot ในแผนกเชื่อมไฟฟ้า โซน ดี (Zone D) เครื่องหมายเลขที่ 11 (FR LWR ARM 2SJ/ FR LWR ARM 2SV/ARM LWR 25 V) ที่มีเสียงดังมากที่สุดใน ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการควบคุมเสียงที่ได้ผลที่สุด จึงได้ใช้หลักควบคุมที่แหล่งกำเนิดที่เครื่องจักร โดยการออกแบบกล่องดูดซับเสียง เพื่อครอบเครื่องจักรทั้งหมด เปิดเฉพาะด้านหน้าเพื่อใส่ชิ้นงาน โดยกล่องดูดซับเสียงจะถูกออกแบบให้ยึดติดกับเครื่อง Stamp กล่องดูดซับเสียงเมื่อติดตั้งกับเครื่อง Stamp Lot เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน กล่องดูดซับเสียงจะทำงานไปด้วยกันเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของเครื่อง Stamp Lot

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

การใช้งานของ เครื่อง Stamp Lot

1. เป็นการทำงานแบบกดสองมือ (Two Hand Switch) และเพื่อเป็นป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการหนีบมือของฝากล่องดูดซับเสียง ซึ่งใช้ Solenoid Vale สั่ง เปิด-ปิด ลม ที่ควบคุมฝาปิดกล่องดูดซับเสียง ผ่าน Regulator ควบคุมแรงดันลมที่ส่งผ่านไปยัง Cylinder และ Cylinder Retune-Advance เปิด-ปิด ฝากล่องด้านหน้า เมื่อปิดสนิทเครื่อง Stamp lot จะเริ่มทำงาน

2. เมื่อจบสิ้นการทำงาน ฝากล่องจะเลื่อนเปิดออก เป็นอันจบสิ้นกระบวนการทำงาน โดยตัวกล่องดูดซับเสียงจะเป็นตัวครอบเครื่องจักร นอกจากนี้ภายในตัวกล่องดูดซับเสียงจะบุด้วยวัสดุดูดซับเสียง ซึ่งจะช่วยลดความดังเสียงอีกชั้นหนึ่งจากเครื่อง Stamp Lot

โดยผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นหลักฐานยืนยันถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในการ ลดเสียงที่เกิดจากการผลิตในปัจจุบัน นอกจากนี้จะได้นำรูปแบบและหลักการลดเสียง ไปสร้างอุปกรณ์ลดระดับเสียงในพื้นที่อื่นที่ประสบปัญหาเสียงดังจากกระบวนการผลิต และนำไป ประยุกต์ใช้ขยายผลกับเครื่องจักรอื่นที่มีลักษณะการเกิดเสียงดังในลักษณะเดียวกันซึ่งมีอยู่ เป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมยานยนต์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพสภาพแวดล้อมในการทำงาน กระบวนการผลิต และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

การเก็บรักษาข้อมูลเพื่อให้เป็นความลับ

ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยนำใช้ตามวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น ไม่เผยแพร่ไปยังผู้ใด หรือหน่วยงานใดหากไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร รวมทั้งป้องกันการละเมิดข้อมูลดังกล่าวเก็บรักษาข้อมูลส่วนตัวของลูกค้าทั้งหมดเป็นความลับ

โดยที่ผู้ทำการวิจัยสามารถเข้าถึงได้เพียงคนเดียว และเมื่อสิ้นสุดการวิจัย จะเก็บรักษาต่ออีก 3 เดือน หลังจากนั้นข้อมูลที่เป็นเอกสารจะทำการทำลายโดยเครื่องย่อยเอกสาร และข้อมูลที่เป็นอิเลคทรอนิคส์ จะลบทิ้งทั้งระบบ

หน้าที่ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน ที่ปฏิบัติงานกับเครื่อง Stamp Lot โซน D แผนกเชื่อมไฟฟ้า มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลการสัมภาษณ์ เพื่อวัดผลความพึงพอใจก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องจักร

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะถูกเก็บรักษาไว้เป็นความลับจะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม เว้นแต่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะยินยอมให้เปิดเผยดังกล่าวโดยได้อนุญาตไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

เมื่อกลุ่มตัวอย่างปฏิเสธ ถอนตัว หรือถูกคัดออกจากโครงการวิจัย และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลและจะไม่มีผลกระทบต่อสวัสดิการหรือสิ่งที่สมควรจะได้รับตามมาตรฐานแต่ประการใด รวมทั้งไม่ผลต่อการประเมินการทำงาน หรือริดรอนสิทธิประโยชน์อื่นใดต่อการทำงานทั้งสิ้น

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

เอกสารจากระบบการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

หากท่านได้รับการปฏิบัติที่ไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงนี้ ท่านสามารถร้องเรียนไปยังคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้ที่สำนักงานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์: 038-102620 อีเมล: Research@buu.ac.th

หากท่านมีข้อสงสัยหรือคำถามประการใด สามารถติดต่อข้าพเจ้า นายเนติศาสตร์ ไชยบุตร นิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ หลักสูตร วทม.อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์: 083 0445112 หรืออีเมล์: 63920347@go.buu.ac.th

เมื่อท่านพิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้ กรุณาลงนามในใบยินยอมร่วมโครงการที่แนบมาด้วย และขอขอบพระคุณท่าน ในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

เอกสารจากระบบการขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา

AF 06-03.1

เอกสารแสดงความยินยอม

ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)

รหัสโครงการวิจัย : .....

(สำนักงานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิผลของกล่องดูดซับเสียงในการลดเสียงดังจากเครื่อง STAMP LOT ของแผนกเชื่อมไฟฟ้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ให้คำยินยอม วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ เมื่อต้องการปฏิเสธ ถอนตัว หรือถูกคัดออกจากโครงการวิจัย และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลและจะไม่มีผลกระทบต่อสวัสดิการหรือสิ่งที่สมควรจะได้รับตามมาตรฐานแต่ประการใด รวมทั้งไม่ผลต่อการประเมินการทำงาน หรือริดรอนสิทธิประโยชน์อื่นใดต่อการทำงานที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะถูกเก็บรักษาไว้เป็นความลับจะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม เว้นแต่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะยินยอมให้เปิดเผยดังกล่าวโดยได้อนุญาตไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอมให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม .....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม .....พยาน

(.....)

<u>หมายเหตุ</u> กรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้มีพยานลงลายมือชื่อรับรองด้วย

BUU-IRB Approved
31 Aug 2022

ชื่อ-สกุล	นายเนติศาสตร์ ไชยบุตร	
วัน เดือน ปี เกิด		
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	919/ 433 ตำบลปลวกแดง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง	
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2565	Senior Manager Administration บริษัท เอฟเทค เอ็มเอฟจี (ไทยแลนด์) จำกัด
ประวัติการศึกษา		