การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน: กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

สันต์หทัย บัญชานุรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน: กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

สันต์หทัย บัญชานุรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ESTABLISHMENT OF MATRIX RISK ASSESSMENT TOOL FOR COMBINED NOISE AND CHEMICAL EXPOSURE AFFECTING HEARING ABILITY AMONG WORKERS: A CASE STUDY IN THE BATTERY PRODUCTION FACTORY IN CENTRAL REGION

SANHATHAI BANCHANURAT

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
2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

..... คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่ 28 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)

วันที่ 4 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2567

65920115: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: เครื่องมือประเมินความเสี่ยง/ เมตริกซ์/ เสียงดัง/ สารเคมี/ สมรรถภาพการได้ยิ

สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ : การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดัง และสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน: กรณีศึกษา ในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง. (ESTABLISHMENT OF MATRIX RISK ASSESSMENT TOOL FOR COMBINED NOISE AND CHEMICAL EXPOSURE AFFECTING HEARING ABILITY AMONG WORKERS: A CASE STUDY IN THE BATTERY PRODUCTION FACTORY IN CENTRAL REGION) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นันทพร ภัทรพุทธ, Ph.D., ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D. ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 2) เพื่อนำเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินใช้กับกรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง วิธีการศึกษาแบบภาคตัดขวางโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์จำนวน 21 คน โดยมีอัตราคลาดเคลื่อนอยู่ที่ร้อยละ 0.02 แสดงความคิดเห็นเพื่อตรวจคุณภาพและความตรง ตามเทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงและส่งแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ขั้นตอนที่ 2 นำแบบสอบถามที่ผู้เชี่ยวชาญตอบกลับมาประเมินคะแนนและแก้ไขเครื่องมือประเมินความเสี่ยง ขั้นตอนที่ 3 ส่งแบบสอบถามและเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่ปรับแก้ไขแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอีกครั้ง ขั้นตอนที่ 4 โดยพบว่าระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (*Certain Level of Agreement*) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบแรก อยู่ระหว่างร้อยละ 33.33- 85.71 รอบสอง อยู่ระหว่างร้อยละ 83.33-94.44 และ ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (*Certain Level of Agreement*) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบแรก อยู่ระหว่างร้อยละ 61.90-90.47 รอบสอง อยู่ระหว่างร้อยละ 83.33-100 สรุปว่าเครื่องมือผ่านการประเมินในรอบที่สอง และได้นำเครื่องมือมาทดลองใช้เพื่อประเมินความเสี่ยงผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังร่วมและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง จากการศึกษากรณีศึกษาพนักงานในแผนกที่ทำงานสัมผัสร่วมเสียงดังและตะกั่วจำนวน

ทั้งหมด 24 คน โดยแต่ละแผนกจะมีการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมแต่ละพื้นที่ต่างกัน โดยในแผนก b, c1 พบว่าประเมินระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง สูง และในแผนก c2 พบว่าประเมินระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำและสูง ในอนาคตอาจมีการพัฒนาเครื่องมือให้มีความละเอียดมากขึ้นมีการแบ่งชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อหูเป็นการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) และการเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) เพื่อมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการจัดการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น

65920115: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: RISK ASSESSMENT TOOL/ MATRIX/ NOISE/ CHEMICAL/ HEARING ABILITY

SANHATHAI BANCHANURAT : ESTABLISHMENT OF MATRIX RISK ASSESSMENT TOOL FOR COMBINED NOISE AND CHEMICAL EXPOSURE AFFECTING HEARING ABILITY AMONG WORKERS: A CASE STUDY IN THE BATTERY PRODUCTION FACTORY IN CENTRAL REGION. ADVISORY COMMITTEE: NANTAPORN PHATRABUDDSA, Ph.D. SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D. 2024.

This research aimed to develop a matrix-based risk assessment tool for evaluating the combined effects of noise exposure and chemical substances on hearing performance, and to apply this tool in a case study at a battery manufacturing plant in central Region. A cross-sectional study was conducted with 21 experts, including certified physicians specializing in preventive and occupational medicine, who participated in a Modified Delphi technique to evaluate the tool's quality and validity. The process involved four main steps: (1) developing the risk assessment tool and distributing a questionnaire to the experts for their evaluation, (2) analyzing the experts' responses, scoring them, and refining the tool based on their feedback, (3) sending the revised questionnaire and tool back to the experts for a second round of evaluation, and (4) determining the level of agreement (Certain Level of Agreement, CLA) between the experts on the tool’s effectiveness. The results showed that, in the first round, the CLA for the noise exposure tool ranged from 33.33% to 85.71%, and in the second round, it ranged from 83.33% to 94.44%. For the combined risk assessment tool (noise and chemical exposure), the CLA in the first round ranged from 61.90% to 90.47%, and in the second round, it ranged from 83.33% to 100%. In conclusion, the risk assessment tool was successfully refined through expert feedback and was subsequently tested in the field to assess the combined impact of noise and chemical exposure on hearing ability at the battery production factory. The study examines a case study of 24 employees working in

departments exposed to noise and lead. Each department conducted environmental assessments of their respective areas, which varied across different departments. In departments B and C1, risk levels were assessed as low, moderate, and high, while in department C2, risk levels were assessed as low and high. In the future, there may be further development of tools to enhance the accuracy of risk assessments, including the categorization of chemicals affecting hearing into additive effects and synergistic effects, in order to improve risk management strategies and health surveillance measures.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสมที่มีคุณค่าในการศึกษาวิจัยจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามท่าน อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์ อาจารย์ ดร.กมลวรรณ พรมเทศ และอาจารย์ ดร.ธีรานันท์ นาคใหญ่ สำหรับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งเป็นหนึ่งในเครื่องมืออันสำคัญยิ่งในการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญแพทย์ สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 21 คน และโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่ให้ความอนุเคราะห์แก่การศึกษาวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงครอบครัวของข้าพเจ้าตลอดจนผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สันต์หทัย บัญชานุรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 6

ข้อจำกัดงานวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

อันตรายของเสียง วิธีการป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

ค่ามาตรฐานของเสียงในบรรยากาศการทำงาน 16

อันตรายของสารเคมีที่มีผลต่อหู วิธีป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

หลักการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพแบบเมตริกซ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 42

เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) 42
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 45
รูปแบบงานวิจัย 45
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 45
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 46
การตรวจคุณภาพและความตรงของเครื่องมือ 48
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 49
แผนงานดำเนินการวิจัย 50
การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง 50
การวิเคราะห์ข้อมูล 51
บทที่ 4 ผลการวิจัย 52
ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ 52
ส่วนที่ 2 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 1 53
ส่วนที่ 3 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 2 64
ส่วนที่ 4 กรณีศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง 73
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
สรุปผลการวิจัย 82
อภิปรายผลการวิจัย 86
ข้อเสนอแนะ 92
บรรณานุกรม 94
ภาคผนวก 99
ภาคผนวก ก 100
ภาคผนวก ข 102
ภาคผนวก ค 116

ภาคผนวก ง 135

ภาคผนวก จ 152

ประวัติย่อของผู้วิจัย 156

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างความเข้มข้นของเสียงกับผลกระทบต่อสุขภาพ 14

ตารางที่ 2 ค่าประมาณการความเสี่ยงของการสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อการได้ยินเมื่อสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 40 ปี ในการทำงาน..... 15

ตารางที่ 3 ค่า Exchange rate ของแต่ละองค์กร 16

ตารางที่ 4 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน 17

ตารางที่ 5 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน 18

ตารางที่ 6 สารเคมีที่มีผลต่อหู..... 21

ตารางที่ 7 สารเคมีที่มีผลต่อหู..... 23

ตารางที่ 8 สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 26

ตารางที่ 9 ข้อแนะนำการทำงานสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับเสียงดัง 32

ตารางที่ 10 การประเมินการสัมผัสเสียงแปดชั่วโมงการทำงานและมาตรการจัดการความเสี่ยง..... 36

ตารางที่ 11 มาตรการควบคุมความเสี่ยงจากเสียงดังและเฝ้าระวังทางสุขภาพ 39

ตารางที่ 12 จำนวนผู้เชี่ยวชาญและช่วงความคลาดเคลื่อน..... 44

ตารางที่ 13 กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 50

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล 52

ตารางที่ 15 จำนวน (ร้อยละ) ของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1..... 54

ตารางที่ 16 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1..... 56

ตารางที่ 17 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1 59

ตารางที่ 18 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1 62

ตารางที่ 19 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 65

ตารางที่ 20 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 66

ตารางที่ 21 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 69

ตารางที่ 22 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 71

ตารางที่ 23 ข้อมูลส่วนบุคคล 73

ตารางที่ 24 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก B 77

ตารางที่ 25 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก C1 79

ตารางที่ 26 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก C2 81

ตารางที่ 27 ระดับความดังของเสียง 103

ตารางที่ 28 ความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง 103

ตารางที่ 29 โอกาสการรับสัมผัสเสียง 105

ตารางที่ 30 ระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Risk Rating) 106

ตารางที่ 31 ระดับความเสี่ยง 107

ตารางที่ 32 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ 108

ตารางที่ 33 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง 118
ตารางที่ 34 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพจากเสียงดัง 119
ตารางที่ 35 สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 123
ตารางที่ 36 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง 125
ตารางที่ 37 ระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 126
ตารางที่ 38 ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสสารเคมี 127
ตารางที่ 39 ระดับความเสี่ยงของสารเคมี 128
ตารางที่ 40 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 129
ตารางที่ 41 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพจากผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 130

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5
ภาพที่ 2 ผลร่วมของสารเคมีที่มีผลต่อหูกับเสียงแบบ Synergistic effect 25
ภาพที่ 3 การสัมผัสเสียงรายวันของ 37

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการนำเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีเสียงดังมาใช้ประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมทั่วโลก องค์การอนามัยโลกพบว่าประมาณ 1.1 พันล้านคน (อายุระหว่าง 12-35 ปี) มีความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อหูเนื่องจากการสัมผัสกับเสียงดังในสถานที่ต่าง ๆ และอาจมีปัจจัยอื่นร่วมด้วย องค์การอนามัยโลกยังระบุว่าทั่วโลกมีประชากร 466 ล้านคนที่มีการสูญเสียการได้ยินซึ่งทำให้มีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (World Health Organization, 2019) ในสหรัฐอเมริกา ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรค ระบุว่าประมาณ 22 ล้านคนในแรงงานมีการรับสัมผัสกับเสียงดังที่อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อหูในแต่ละปี (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH, 2023) จากกิจกรรมต่าง ๆ หรือจากงานอดิเรกทำให้เกิดเสียงที่ไม่พึงประสงค์หรือระดับเสียงที่อันตรายในสิ่งแวดล้อม เช่น กีฬา นวัตกรรม เครื่องดนตรี ยานพาหนะ และอื่น ๆ การสัมผัสเสียงดังมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินของคนทั่วโลก โดยเฉพาะการสัมผัสเสียงดังในที่ทำงาน (Center for Disease Control and Prevention, 2021) ทำให้ผู้ประกอบอาชีพ มีโอกาสรับสัมผัสเสียงดังส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินได้ เช่น สูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว หรือโรคหูตึงจากเสียง เป็นต้น สำหรับประเทศไทย จากสถิติกองทุนเงินทดแทน ปี พ.ศ. 2561-2565 มีผู้เจ็บป่วยจากโรคหูตึงจากเสียงดัง จำนวน 62 คน (กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2565) และสำหรับในหลายอุตสาหกรรมมีผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสเสียงดังและเริ่มมีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน เช่น ในบริษัทแปรรูปแห่งหนึ่ง ในอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พบว่า พนักงานจำนวน 130 คน มีการสัมผัสเสียงดังมากกว่าวันละ 6 ชั่วโมง เริ่มเสื่อมสมรรถภาพในการได้ยินร้อยละ 52.35 หรือ การตรวจสมรรถภาพการได้ยินของเรือนาวิกโยธินไทยจำนวน 149 คน ชายที่อายุ 20-59 ปี พบความชุกของการความผิดปกติของการตรวจสมรรถภาพหูของนาวิกโยธินไทยในเรือนาวิกโยธินที่ชายฝั่ง ร้อยละ 39.66 พนักงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดังอย่างต่อเนื่องทุกวันตลอดปี ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินไม่มากก็น้อย นอกจากนี้ผลกระทบของโรคหูตึงจากเสียงดัง อาจทำให้เกิดผลกระทบอื่น ๆ ตามมาได้ เช่น ปัญหาด้านสังคม ปัญหาการสื่อสารกับที่ทำงานหรือครอบครัว เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บจากความสามารถในการสื่อสารที่ลดลง ส่งผลให้มีความกังวล หงุดหงิด ผลการทำงานที่มีประสิทธิภาพลดลง เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการสัมผัสเสียงดังยังส่งผลต่อสุขภาพอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ความผิดปกติของระบบการรักษาสมดุล เนื่องจากระบบประสาททรงตัวส่วนปลาย (Vestibular labyrinth) ใกล้และเชื่อมต่อกับระบบการได้ยิน (Cochlea) และเซลล์ขน

ส่วนการทรงตัว (Vestibular hair cell) มีโครงสร้างย่อยที่คล้ายคลึงกัน โดยมีระบบหลอดเลือดแดงร่วมกัน ปัจจัยเหล่านี้เพิ่มโอกาสการบาดเจ็บของระบบการรักษาสมดุลของร่างกายพร้อมกับการสูญเสียการได้ยินพร้อมกับยังทำให้อาจเกิดโรคที่เกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือด การหายใจ และเมตาบอลิสม์ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน เช่น อะดรีนาลีน (Adrenaline) นอร์อะดรีนาลีน (Noradrenaline) และคอร์ติซอล (Cortisol) จากความเครียดทางจิตใจที่เกิดจากการสัมผัสเสียงดัง (Pretzsch, Seidler, & Hegewald, 2021) ดังนั้นควรที่จะมีมาตรการในการลดการสัมผัสเสียงของลูกจ้าง การประเมินความเสี่ยงของเสี่ยงเพื่อให้มีการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงาน รวมถึงมีความตระหนักในการทำงานกับเสียงดังได้อย่างปลอดภัย

การสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหู (Ototoxicants) คือ สารเคมีที่มีผลกระทบต่อหู เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด (สไตรีน โทลูอีน) โลหะหนักบางชนิด (ตะกั่ว ปรอท) เป็นต้น (Occupational Safety and Health Administration, 2018; TLV & BEI, 2024; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Campo, Gabriel, Möller, Nies, & Gómez, 2009) ซึ่งสามารถพบบ่อยในอุตสาหกรรมเครื่องหนังและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ปิโตรเลียม พลาสติก เป็นต้น (Occupational Safety and Heath Administration, 2018; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Campo, Gabriel, Möller, Nies, & Gómez, 2009) การสัมผัสกับสารเหล่านี้ในที่ทำงานหรือสิ่งแวดล้อมทั่วไป สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อการได้ยินและทำลายโครงสร้างของหูชั้นในซึ่งมีบทบาทสำคัญในการได้ยินและความสมดุลทางร่างกาย ยิ่งการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับการรับสัมผัสเสียงดังจะมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินและการทรงตัว อาจจะเกิดมากขึ้นเมื่อสัมผัสกับสารเคมีที่มีพิษต่อหูร่วมกับเสียงดัง มากกว่าการสัมผัสเพียงเสียงดังหรือสารเคมีที่มีผลต่อหูเพียงอย่างเดียว การศึกษาหลายเรื่องแนะนำว่าตัวทำละลายบางชนิดอาจทำให้การสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากเสียงดังรุนแรงขึ้น แม้ว่าระดับเสียงจะต่ำกว่าขีดจำกัดการสัมผัสที่อนุญาต (Sheikh & Williams, 2016) อย่างไรก็ตามผลกระทบขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารเคมีและเสียง ระยะเวลาการสัมผัส ชนิดของสารเคมี เป็นต้น มีหลายแผนกในโรงงานอุตสาหกรรมที่พนักงานต้องสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับการสัมผัสเสียงดัง ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อหูได้มาก ดังนั้นผู้ทำวิจัยมีความตระหนักในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพสำหรับการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Health risk assessment) หมายถึง การประเมินโอกาสของการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของการได้รับสัมผัสถูกสิ่งคุกคามต่อสุขภาพในสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสำคัญในการนำไปใช้การจัดการกับความเสี่ยง (Risk management) ต่อไป (จรัส โชคสุวรรณกิจ, จุฑาไล ตันฑเทดธรรม, ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล, ฉันทนา ผดุงทศ, ธัญจิรา จิรนันทการญจน์, ธนษวัฒน์ ชัยสกุล, และคณะ, 2561) ดังนั้นจึงมีความสำคัญในการประเมินความ

เสี่ยงต่อสุขภาพสำหรับพนักงานที่ทำงานสัมผัสสิ่งคุกคามชนิดต่าง ๆ เพื่อให้มีการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมทางด้านการตรวจสุขภาพของพนักงาน นอกจากนี้แล้ว ยังมีมาตรการที่เหมาะสมทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการควบคุมและจัดการความเสี่ยงให้พนักงานสัมผัสสิ่งคุกคามนั้นน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

ในปัจจุบันมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดังต่อสมรรถภาพการได้ยิน เช่น Health and Safety Executive เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังมีการสัมผัสสิ่งคุกคามอื่น ๆ ในที่ทำงานที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ดังที่กล่าวมา คือ สารเคมีที่มีต่อหู (Ototoxicant) เช่น สไตรีน โทลูอีน ตะกั่ว และอื่น ๆ อีกหลายชนิด (Occupational Safety and Heath Administration, 2018; TLV & BEI, 2024; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Campo, Gabriel, Möller, Nies, & Gómez, 2009) อย่างไรก็ตามยังไม่พบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการรับสัมผัสร่วมของเสียงดังกับสารเคมี งานวิจัยเกี่ยวกับการสัมผัสเสียงดังร่วมสารเคมีที่มีผลต่อหูยังมีจำกัด การสัมผัสร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อหูหลายชนิดร่วมกัน หรือการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหูกับเสียงดังได้แสดงถึงผลกระทบต่อการได้ยินอย่างร้ายแรง

ดังนั้นทางผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการประเมินความเสี่ยงต่อสมรรถภาพการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมี จึงสนใจศึกษาเพื่อสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน พร้อมทั้งคำแนะนำสำหรับมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพของพนักงานที่สัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
2. เพื่อตรวจคุณภาพและความตรงของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่ผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
3. เพื่อสามารถนำเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินใช้กับกรณีศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

สมมติฐานของการวิจัย

การสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินที่มีคุณภาพและความตรงสามารถนำมาใช้ประเมินความเสี่ยง ในพนักงานที่มีการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

1.1 แพทย์วิชาชีพเวชกรรม แขนงอาชีวเวชศาสตร์ (วุฒิบัตรหรืออนุมัติบัตร) จำนวน 21 คน

1.2 กรณีศึกษา : พนักงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง จำนวน 28 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 มีการสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

2.2 การนำเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินไปใช้กับกรณีศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

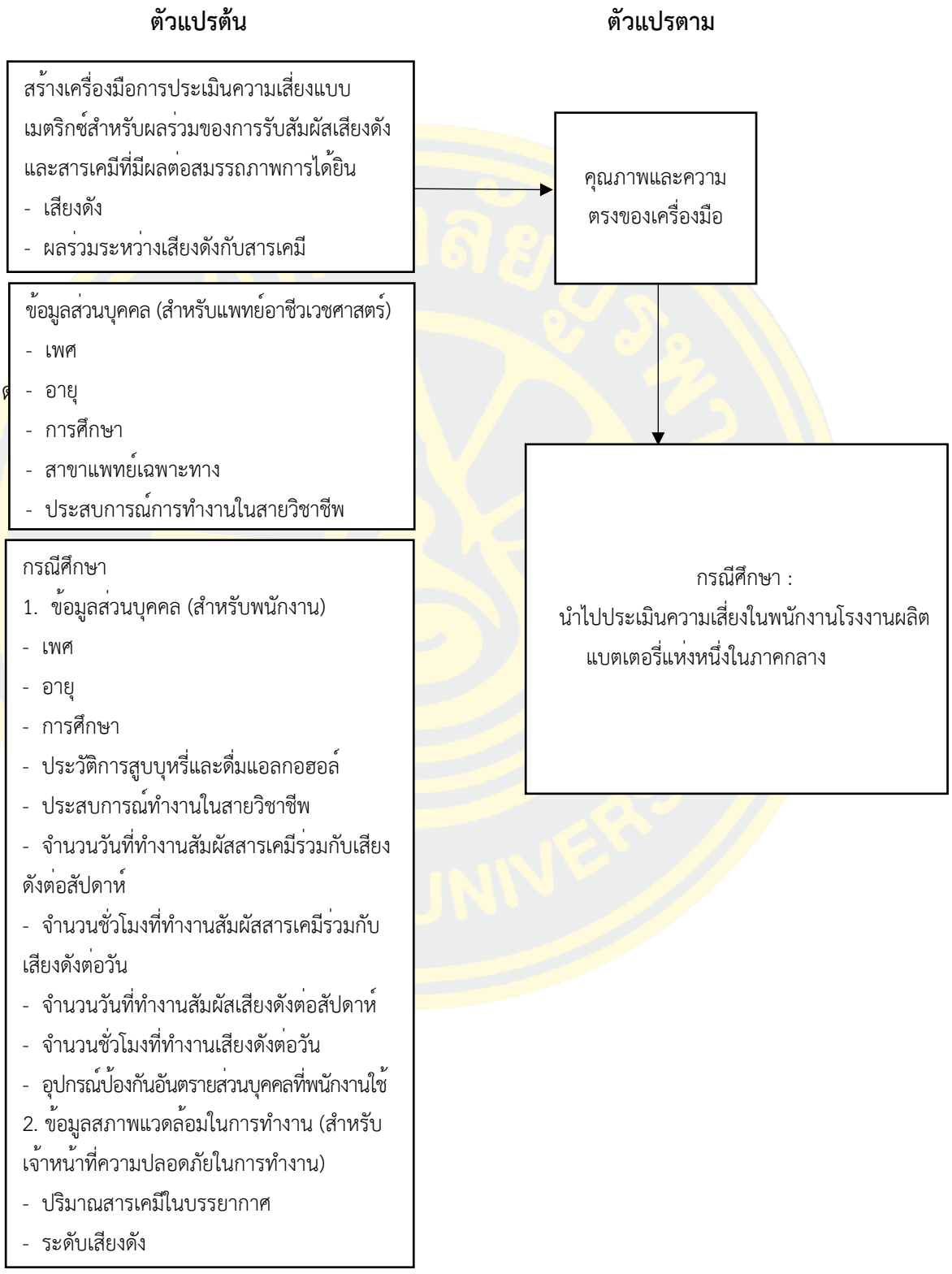
3. ขอบเขตด้านเวลา

เก็บข้อมูลช่วง มีนาคม ถึง สิงหาคม 2567 รวมระยะเวลา 6 เดือน

4. ขอบเขตด้านเครื่องมือ

ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน เพื่อวัดคุณภาพและความตรงของเนื้อหาของเครื่องมือที่สร้างขึ้น และมีการใช้วิธีเทคนิค Modified Delphi

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถนำเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินได้

2. สามารถให้คำแนะนำสำหรับมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพสำหรับพนักงานที่ทำงานรับสัมผัสเสียงดังและสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ข้อจำกัดงานวิจัย

1. เนื่องจากผลการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีเป็นการตรวจวัดแบบพื้นที่จึงทำให้ผลการประเมินความเสี่ยงด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

2. มีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูลและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแต่ละชนิด (Ototoxicant) ยังไม่ทราบข้อมูลแน่ชัดว่าต้องสัมผัสสารเคมีที่ความเข้มข้นเท่าใดและต้องสัมผัสนานเท่าไร รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสร่วมกับเสียงดัง ถึงจะมีผลกระทบต่อการสมรรถภาพการได้ยิน

3. สารเคมีที่มีผลต่อหู (Ototoxicant) มีทั้งแบบเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) และเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) ซึ่งงานวิจัยยังมีข้อมูลขัดแย้งว่าสารใดเป็นเสริมฤทธิ์ (หรือการเพิ่มฤทธิ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

คุณภาพและความตรงของเครื่องมือ หมายถึง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการในการวิจัยครั้งนี้ โดยการใช้เทคนิคเดลฟายโดยใช้วิธีการรวบรวมและสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดสอบกับโรงงานผลิตแบตแตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ หมายถึง เป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงโดยสร้างเป็นตารางโอกาสการรับสัมผัสสิ่งคุกคามและความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ หรือสามารถสร้างได้จากความน่าจะเป็นในการเกิดความเสี่ยงและระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ

สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู (Ototoxicants) หมายถึง สารเคมีที่ทำให้หูพิการ โดยสารเหล่านี้สามารถเข้าถึงหูชั้นในผ่านกระแสเลือดและก่อให้เกิดการทำลายต่อส่วนภายในของหูและระบบประสาทที่เกี่ยวกับการสมรรถภาพการได้ยินและ/หรือการรักษาสมดุลของร่างกาย ในงานวิจัยนี้สารเคมีที่มีพิษต่อหู เช่น ตัวทำละลาย กลุ่มก๊าซที่ทำให้ขาดอากาศหายใจ (Asphyxiant) กลุ่ม

ไนไตร (Nitrile) และกลุ่มโลหะและสารประกอบ (Metal and compounds)

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา สาขาแพทย์เฉพาะทาง ประสบการณ์การทำงานในสายวิชาชีพ

ข้อมูลส่วนบุคลลของกรณีศึกษา ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา ประวัติการสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอลประสบการณ์ทำงานในสายวิชาชีพ จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์ จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อวัน จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสเสียงดังต่อสัปดาห์ จำนวนชั่วโมงที่ทำงานเสียงดังต่อวัน อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่พนักงานใช้

1. เพศ หมายถึง เพศที่กำเนิดตามธรรมชาติที่เป็นลักษณะทางกายภาพที่ถูกกำหนดจากชีววิทยา ประกอบด้วยเพศชายและเพศหญิง

2. อายุ หมายถึง ช่วงเวลาที่บุคคลมีชีวิตอยู่โดยนับเป็นจำนวนปีเต็มบริบูรณ์นับตั้งแต่วันเกิดจนถึงวันที่ทำการเก็บข้อมูล

3. การศึกษา หมายถึง การศึกษาสูงสุดหรือสาขาวิชาชีพที่สำเร็จการศึกษา โดยการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก การศึกษาของกรณีศึกษาได้แก่ มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง ปริญญาตรี

4. สาขาแพทย์เฉพาะทาง หมายถึง สาขาที่แพทย์เชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่ง จากการเรียนต่อแพทย์เฉพาะทาง หรือ การสอบเพื่อได้รับอนุมัติบัตร

5. แพทย์อาชีวเวชศาสตร์ หมายถึง แพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในศาสตร์ด้านอาชีวศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นการดูแลสุขภาพของคนทำงานโดยจะดำเนินการในด้านการป้องกันโรคเป็นหลัก โดยเป็นแพทย์ที่จบแพทย์เฉพาะทาง 3 ปี หรือแพทย์อาชีวเวชศาสตร์แบบอนุมัติบัตร

6. ประวัติการสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ หมายถึง ประวัติส่วนตัวในการสูบบุหรี่ เช่น เคยสูบ สูบอยู่ ไม่สูบ เป็นต้น และประวัติส่วนตัวในดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ดื่ม หรือ ไม่ดื่ม เป็นต้น

7. ประสบการณ์ทำงานในสายวิชาชีพ หมายถึง ระยะเวลาที่ได้ทำงานหรือมีประสบการณ์ในสายวิชาชีพ

8. จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์ หมายถึง จำนวนวันที่พนักงานทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์ เช่น จำนวนวันที่พนักงานสัมผัสโทลูอีนและเสียงดังในแผนกเดียวกัน 5 วันต่อสัปดาห์เป็นต้น

9. จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อวัน หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่พนักงานทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อวัน เช่น จำนวนวันที่พนักงานสัมผัสโทลูอีนและเสียงดังในแผนกเดียวกัน 8 วันต่อสัปดาห์เป็นต้น

10. จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสเสียงดังต่อสัปดาห์ หมายถึง จำนวนวันที่พนักงานทำงานสัมผัสเสียงดังต่อสัปดาห์ เช่น จำนวนวันที่พนักงานสัมผัสเสียงดัง 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นต้น

11. จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสเสียงดังต่อวัน หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่พนักงานทำงานสัมผัสเสียงดังต่อวัน เช่น จำนวนวันที่พนักงานสัมผัสเสียงดัง 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นต้น

12. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หมายถึง อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่พนักงานใช้ขณะทำงาน ได้แก่ แว่นตานิรภัย ถุงมือ อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ชุดป้องกันสารเคมี เป็นต้น

ข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพสิ่งแวดล้อมที่พนักงานสัมผัสในการทำงาน ประกอบด้วย ปริมาณสารเคมีในบรรยากาศ และ ปริมาณระดับเสียงดัง

1. ปริมาณสารเคมีในบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศที่พนักงานได้รับสัมผัสในการทำงาน

2. ระดับเสียงดัง หมายถึง ระดับความดังของเสียงบริเวณที่พนักงานทำงาน โดยวัดเป็นหน่วยเดซิเบลเอ

โรงงานผลิตแบตเตอรี่ หมายถึง สถานที่ที่มีการออกแบบ ผลิต และประกอบแบตเตอรี่โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าและจ่ายพลังงาน ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ โรงงานเหล่านี้มักประกอบด้วยการผลิตแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ เช่น แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด และแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ ตามมาตรฐานคุณภาพและความปลอดภัยที่กำหนด โดยมุ่งเน้นการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อันตรายของเสียง วิธีการป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   1.1 สถิติการเกิดโรคจากการสัมผัสเสียงดัง
   1.2 อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสเสียงและปริมาณความเข้มข้นของเสียงที่มีผลกับสุขภาพ
   1.3 ค่ามาตรฐานของเสียงในบรรยากาศการทำงาน
2. อันตรายของสารเคมีที่มีผลต่อหู วิธีป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. หลักการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพแบบเมตริกซ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เทคนิคเดลฟาย

อันตรายของเสียง วิธีการป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสียง เป็นพลังงานเชิงกลรูปหนึ่ง เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศที่อัดและขยายสลับกัน เรียกว่า คลื่นเสียง (จรัส โชคสุวรรณกิจ และคณะ, 2561)

เสียงดัง (Noise) เป็นสิ่งคุกคามที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งระยะสั้นและระยะยาว เช่น การรบกวนในการนอนหลับ โรคหลอดเลือดและหัวใจ ประสิทธิภาพการทำงานน้อยลง และผลต่อการได้ยิน เป็นต้น (World Health Organization, 2019)

เสียงดังเป็นสิ่งคุกคามทางกายภาพที่พบได้บ่อยในสถานประกอบการและทำให้สูญเสียการได้ยิน และจากงานวิจัยพบว่า มีผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ด้วย เช่น ระบบหลอดเลือดและหัวใจ เป็นต้น

ประเภทของเสียง (จรัส โชคสุวรรณกิจ และคณะ, 2561)

เสียงดังแบบต่อเนื่อง (Continuous noise) มี 2 ลักษณะ คือ

1. เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Steady-state noise) เป็นลักษณะเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบลเอ เช่น เสียงจาก เครื่องทอผ้า เครื่องปั่นด้าย เสียงพัดลม เป็นต้น

2. เสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ (Nonsteady-state noise) มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 เดซิเบลเอ เช่น เสียงจากเลื่อยวงเดือน เครื่องเจียร เป็นต้น

2.1 เสียงดังเป็นช่วง ๆ (Intermittent noise) เป็นเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีความดังหรือเบากว่าเป็นระยะ ๆ สลับไปมา เช่น เสียงเครื่องปั๊ม/อัดลม เสียงจราจร เสียงเครื่องบินที่บินผ่านไปมา เป็นต้น

2.2 เสียงกระทบหรือกระแทก (Impact หรือ Impulse noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบลเอ เช่น เสียงการตอกเสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบเคาะอย่างแรง เป็นต้น

สถิติการเกิดโรคจากการสัมผัสเสียงดัง

องค์การอนามัยโลก ประเมินว่าประมาณ 1.1 พันล้านคน (อายุระหว่าง 12-35 ปี) มีความเสี่ยงที่มีความเสียหายต่อสมรรถภาพการได้ยินเนื่องจากการสัมผัสกับเสียงดังในสถานที่ต่างและอาจมีปัจจัยอื่นร่วมด้วย องค์การอนามัยโลกยังระบุว่าทั่วโลกมีประชากร 466 ล้านคนที่มีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินซึ่งทำให้มีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (World Health Organization, 2019)

ในสหรัฐอเมริกา ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรค ระบุว่าประมาณ 22 ล้านคนในแรงงานสัมผัสกับเสียงดังที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละปี หน่วยงานสถิติแห่งชาติสำหรับความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงาน แนะนำว่าพนักงานไม่ควรถูกสัมผัสกับเสียงในระดับที่เท่ากับค่าเฉลี่ยของเกิน 85 เดซิเบลเอ ในระยะเวลา 8 ชั่วโมง แต่ยังมีหลายหลายอุตสาหกรรมที่ให้พนักงานทำงานเกินที่กำหนด (NIOSH, 2023)

ความเสี่ยงต่อสุขภาพทางอาชีพและสิ่งแวดล้อมที่พบบ่อยที่สุดคือ เสียงดัง มากกว่า 30 ล้านคนในสหรัฐอเมริกาประสบปัญหาการได้ยินในสถานที่ทำงานที่มีระดับเสียงดัง จากกิจกรรมต่าง ๆ หรืองานอดิเรกทำให้เกิดเสียงที่ไม่พึงประสงค์หรือระดับเสียงที่อันตรายสู่สิ่งแวดล้อมได้เช่น กีฬา นวัตกรรม เครื่องดนตรี ยานพาหนะ และอื่น ๆ การเสียงรบกวนหรือการสัมผัสเสียงดังมีผลกระทบต่อความสามารถในการได้ยินของคนทั่วโลก โดยเฉพาะการสัมผัสเสียงดังในที่ทำงาน (Liu, He, Shan, Zhang, Ge, Zhang, & Luo, 2024)

ปัญหาการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังจากการทำงานเป็นปัญหาทั่วโลก พบว่า ในช่วง ค.ศ. 2001-2008 ประชากรสหรัฐที่มีอายุมากกว่า 12 ปี พบว่า มีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินทั้งสองข้าง ประมาณ 48 ล้านคนประสบปัญหาการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินอย่างน้อยหนึ่งข้าง สำหรับประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2014 การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของเรือนาวิกโยธินไทยจำนวน 149 คน ชายที่อายุ 20-59 ปี พบความชุกของการความผิดปกติของการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของนาวิกโยธินไทยในเรือนาวิกโยธินที่ชายฝั่งร้อยละ 39.66 (Kaewboonchoo, 2014)

การสัมผัสกับเสียงดังที่เป็นความเสี่ยงในการทำงานที่พบบ่อยที่สุด ทั้งในสหรัฐฯ และทั่วโลก การศึกษาเรื่องนี้ในปัจจุบันระบุว่ามีพนักงานในสหรัฐฯ จำนวน 22 ล้านคนที่ต้องสัมผัสกับระดับ

เสียงสูงในการทำงาน และร้อยละ 25 ของพนักงานในสหรัฐฯ มีประวัติการสัมผัสเสียงดังในการทำงานในช่วงใดช่วงหนึ่งของการทำงานของพนักงาน (การสัมผัสเสียงดังในการทำงานในแคนาดาคือประมาณร้อยละ 15 ในสหภาพยุโรปร้อยละ 20 และในออสเตรเลียร้อยละ 20) การสัมผัสเสียงดังในสถานที่ทำงานอาจลดลงอย่างช้า ๆ บางส่วนของประเทศที่พัฒนาแล้ว การสัมผัสเสียงดังในสถานที่ทำงานเพิ่มขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนาจำนวนมาก เมื่อเศรษฐกิจเปลี่ยนไปจากการเกษตรสู่ฐานการผลิตในอุตสาหกรรม (Themann & Masterson, 2019)

เสียงดังเป็นหนึ่งในอันตรายจากการทำงานที่พบบ่อยที่สุด ตามการสำรวจ European Survey on Working Conditions (ECWS) ปี ค.ศ. 2015 ร้อยละ 28 ของแรงงานยุโรปรายงานว่าต้องสัมผัสกับเสียงดังอย่างน้อยหนึ่งในสี่ ของเวลาการทำงาน ในสหรัฐร้อยละ 25 ของแรงงานรายงานประวัติการสัมผัสเสียงจากการทำงาน พบว่า มีอุบัติการณ์ร้อยละ 14 จากประมาณ 22 ล้านแรงงานในสหรัฐที่สัมผัสเสียงดังในที่ทำงานร้อยละ 34.3 รายงานว่าไม่เคยใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยิน (Pretzsch, Seidler, & Hegewald, 2021)

โรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง (Noise-induced hearing loss) เป็นโรคที่เกี่ยวกับการทำงานที่พบได้มากที่สุดในหลายประเทศ และเป็นโรคที่เกี่ยวกับการทำงานที่ได้รับการยืนยันมากที่สุดในฟินแลนด์ระหว่างปี ค.ศ. 2012 ถึง 2016 ในเยอรมนี ยังคงเป็นโรคที่เกี่ยวกับการทำงานที่ได้รับการพบมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38.3 (n = 6951) ของโรคที่เกี่ยวกับการทำงานทั้งหมดในปี ค.ศ. 2019 การเปรียบเทียบของห้าประเทศ ฝรั่งเศส สเปน อิตาลี เยอรมนี และเดนมาร์ก พบว่า การยอมรับว่า โรคหูตึงจากเสียงในการทำงาน 6 รายต่อ 100,000 คนในฝรั่งเศสถึง 33 รายต่อ 100,000 คนในเดนมาร์ก การเข้าใจและรับรู้ผลกระทบทางสุขภาพจากการสัมผัสเสียงเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อส่งเสริมสถานที่ทำงานที่ปลอดภัย (Neitzel, 2017)

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสเสียงและปริมาณความเข้มข้นของเสียงที่มีผลกับสุขภาพ (Health effect and Dose- response assessment)

อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสเสียงดัง

เสียงสามารถมีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างย่อดังนี้ (Berglund, 1995)

1. สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง: ผลกระทบทางสุขภาพที่ชัดเจนที่สุด คือการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง ซึ่งสามารถเป็นไปได้ทั้งชั่วคราวและถาวร การสัมผัสกับระดับเสียงสูงอย่างต่อเนื่อง หรือแม้แต่การสัมผัสครั้งเดียวกับเสียงที่ดังมาก สามารถทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวร
2. หูอื้อ: เสียงดัง หวีด หรือเสียงหวิวในหูที่เรียกว่าหูอื้อ สามารถเกิดขึ้นจากการสัมผัสกับเสียงดัง
3. การรบกวนการนอนหลับ: การสัมผัสกับระดับเสียงสูงสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการนอนหลับ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่

4. ความเครียดและปัญหาทางหัวใจ: การสัมผัสกับระดับเสียงสูงอย่างต่อเนื่องสามารถนำไปสู่ระดับความเครียดที่สูงขึ้น ความดันโลหิตสูง

5. ผลกระทบทางปัญญา: เด็กที่สัมผัสกับระดับเสียงสูงได้แสดงความสามารถทางปัญญาที่ลดลง รวมถึงความสามารถในการอ่านที่ลดลง

6. การรบกวนการสื่อสาร: ระดับเสียงที่สูงสามารถทำให้การสื่อสารยากขึ้น ซึ่งในสถานที่ทำงานสามารถนำไปสู่อุบัติเหตุและบาดเจ็บได้

เสียงสามารถแบ่งผลกระทบต่อสุขภาพได้เป็นสองส่วนใหญ่

1. มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยิน เกิดความเสียหายที่เกิดขึ้นที่เซลล์ผมในหูภายในจากการกระตุ้นคอเคลียอย่างมากและนานเกินไป การสั่นสะเทือนอย่างมากของโครงสร้างหูภายในจากการสัมผัสเสียงรบกวนดังไม่เพียงแต่ทำให้เซลล์ผมเสียหาย แต่ยังสามารถทำลายเซลล์คอเคลียโดยเฉพาะการสัมผัสเสียงที่เกิน 130 เดซิเบลเอ ถือว่าจะทำให้หูเสียหายโดยตรง สำหรับการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังเกิดขึ้นอย่างทีละน้อย การเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิสมหรือการขาดเลือด เช่น การหดตัวของหลอดเลือดจากการสัมผัสเสียงดังสามารถลดเลือดที่ไปเลี้ยงที่คอเคลียทำให้การทำงานของเซลล์ผมลดลง นอกจากนี้ การสัมผัสเสียงดังสามารถทำให้มีการสะสมของสารออกซิเจนปฏิกิริยา (Reactive oxygen species) ซึ่งสามารถกระตุ้นเส้นทางชีวเคมีหลายแห่งนำไปสู่การตายของเซลล์ เนื่องจากเซลล์ผมไม่สามารถเจริญใหม่ได้ การที่พวกเขาได้รับความเสียหายอย่างต่อเนื่องจะนำไปสู่การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังที่กล่าวมาแล้ว (Pretzsch et al., 2021)

เสียงมีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยเสียงดังจะทำลายเซลล์ขนที่อยู่ในคอเคลียซึ่งเป็นอวัยวะรับเสียงในหูชั้นใน เมื่อเซลล์ขนถูกทำลายมากขึ้นเรื่อย ๆ เซลล์ขนจะไม่สามารถซ่อมแซมตัวเองให้กลับเป็นปกติเพื่อทำหน้าที่รับเสียงเช่นเดิมได้ เซลล์ขนที่รับเสียงความถี่สูงซึ่งอยู่บริเวณฐานของคอเคลีย เสียงดังจะทำลายเซลล์ขนด้านนอกก่อนจะทำลายเซลล์ขนด้านใน ทำให้พบความผิดปกติที่ความถี่สูงก่อนในโรคหูตึงจากเสียงดัง (จรัส โชคสุวรรณกิจ และคณะ, 2562)

โรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง (Noise-induced hearing loss) เป็นโรคจากการประกอบอาชีพที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายที่สุดทั่วโลก ลักษณะเฉพาะคือการสูญเสียการได้ยินที่เป็นทั้งสองข้างและเป็นประเภทชนิดประสาทรับเสียงบกพร่อง (Sensorineural) โดยปกติจะไม่เกิน 40 เดซิเบลเอสำหรับความถี่ต่ำ และ 75 เดซิเบลเอสำหรับความถี่สูงเมื่อสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียว พนักงานที่มีโรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง (Noise-induced hearing loss) มีความเสี่ยงที่จะได้รับบาดเจ็บจากงานมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิต (Pretzsch et al., 2021) โรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง มักจะค่อย ๆ เกิดขึ้นเมื่อรับสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานหรือเกิดได้ทันที (จรัส โชคสุวรรณกิจ และคณะ, 2562)

การเปลี่ยนระดับความสามารถในการได้ยิน (Threshold shift) เป็นจุดเริ่มต้นของโรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง เป็นผลกระทบหลักของการสัมผัสเสียงดังจากการทำงาน โดยมีอาการเริ่มต้นคือเสียงอื้อในหู (Tinntus) การสูญเสียการได้ยินจะเกิดแบบค่อย ๆ เป็นค่อย ๆ ไป และการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังส่วนใหญ่เริ่มที่ความถี่ 3000-6000 Hz และมีผลมากสุดที่ความถี่ 4000 Hz (Themann & Masterson, 2019)

ผลกระทบของโรคหูสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง อาจทำให้เกิดผลกระทบอื่น ๆ ตามมาได้ เช่น ปัญหาด้านสังคม ปัญหาการสื่อสารกับที่ทำงานหรือครอบครัว เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บจากความสามารถในการสื่อสาร ความกังวล หงุดหงิด ผลการทำงานที่มีประสิทธิภาพลดลง เป็นต้น (Themann & Masterson, 2019)

มีหลักฐานทางระบาดวิทยาอย่างชัดเจนว่าจากสถิติการการเกิดโรคระดับนานาชาติ และดัชนีภาระทางสุขภาพ (WHO Burden of disease) โรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังเป็นหนึ่งในผลกระทบต่อสุขภาพ ผลกระทบอื่น ๆ ของการสัมผัสเสียงดังต่อหูชั้นใน (Other auditory/ vestibular effects of noise exposure)

1. เสียงอื้อในหู (Tinnitus)

เสียงอื้อในหู (Tinnitus) คือการรับรู้เสียงแม้ไม่มีแรงกระตุ้นเสียงจากภายนอก รู้สึกเหมือนมีเสียงดังหูหรือเสียงร้องงี่ เสียงอื้อในหูเป็นอาการที่ผู้ป่วยรู้สึกเอง การสัมผัสกับเสียงดังจากการทำงานหรือจากการทำงานอดิเรก มีโอกาสทำให้เสียงอื้อในหูและพบได้บ่อยมากขึ้น (Themann & Masterson, 2019)

การสูญเสียการได้ยินเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 60 ของคนที่มีเสียงอื้อในหู และการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินในผู้ที่สัมผัสกับเสียงดังขึ้นอยู่กับความอ่อนแอของคลอเคลียต่อระยะเวลาและความเข้มของการสัมผัสเสียง การศึกษาย้อนหลัง (Retrospective study) ของ 531 ผู้ป่วยที่มีเสียงอื้อในหู เรื้อรังพบว่าร้อยละ 83 มีการสูญเสียการสมรรถภาพการได้ยินที่ความถี่สูงซึ่งตรงกับโรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังและระดับการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของเสียงอื้อในหู (Themann & Masterson, 2019)

เสียงอื้อในหู (Tinnitus) ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีสาเหตุจากภายนอกเป็นผลกระทบจากการสัมผัสเสียงดัง เสียงอื้อในหูมีสาเหตุจากแหล่งอื่นนอกจากการสัมผัสเสียง แต่เมื่อพบการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน สาเหตุของเสียงอื้อในหูและการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ส่วนใหญ่ถือว่าเป็นสาเหตุเดียวกัน ยกเว้นกรณีที่มีหลักฐานชัดเจน (Pretzsch et al., 2021)

ความชุกของเสียงอื้อในหูพบในผู้ใหญ่ที่ทำงานสัมผัสเสียงจากการประกอบอาชีพ ข้อมูลจากการสำรวจประชากรในสหรัฐฯระบุว่าร้อยละ 10ของแรงงานในสหรัฐฯมีเสียงอื้อในหู ความชุกของเสียงอื้อในหู เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสเสียงดัง (Pretzsch et al., 2021)

ความผิดปกติของระบบการรักษาสมดุล (Vestibular dysfunction)

การรักษาสมดุลของร่างกาย (Vestibular system) ประกอบด้วย Utricle และ Saccule หน้าที่หลักของการรักษาสมดุลของร่างกายคือ ความสามารถในการทรงตัว ความมั่นคงของท่าทาง ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการรักษาสมดุล (Themann & Masterson, 2019)

Vestibular labyrinth ใกล้และเชื่อมต่อกับระบบการได้ยิน Cochlea และ Vestibular hair call มีโครงสร้างย่อยที่คล้ายคลึงกัน โดยมีเยื่อและระบบหลอดเลือดแดงร่วมกัน ปัจจัยเหล่านี้เพิ่มความเป็นไปได้ที่จะเกิดการบาดเจ็บที่ระบบเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของร่างกายพร้อมกับการสูญเสียการได้ยิน ดังนั้น การศึกษาหลายรายงานได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียการได้ยินและการทำงานผิดปกติของระบบเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของร่างกายหรือความผิดปกติในการรักษาสมดุล เช่น การเวียนศีรษะ การมองภาพสั่น ความไม่มั่นคงทางท่าทาง (Themann & Masterson, 2019)

ปริมาณความเข้มข้นของเสียงดังที่มีผลกับสุขภาพ

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างความเข้มข้นของเสียงกับผลกระทบต่อสุขภาพ

Outcome	Evidence	Observation threshold (dBA)
Performance	limited	
Biochemical effects	limited	
Immune effects	limited	
Birth weight	limited	
Annoyance	sufficient	<55 (office) <85 (Industry)
Hearing loss (adults)	sufficient	55-116
(unborn children)	sufficient	75

ที่มา: Barrientos et al. (2004)

มีหลักฐานเพียงพบว่า การสัมผัสเสียงดังตั้งแต่ 75 เดซิเบลเอ พบว่า มีหลักฐานเพียงพอว่าทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินในผู้ใหญ่ และทำให้เกิดความดันโลหิตสูงเมื่อสัมผัสเสียงดังตั้ง 55-116 เดซิเบลเอ อีกด้วย

ตารางที่ 2 ค่าประมาณการความเสี่ยงของการสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อการได้ยินเมื่อสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 40 ปี ในการทำงาน

Reporting organization	Average daily noise exposure (dBA)	Excess risk (%)*
ISO	90	21
	85	10
	80	0
EPA	90	22
	85	12
	80	5
NIOSH	90	
	85	
	80	

ที่มา: NIOSH (1972)

การประเมินความเสี่ยงของการสัมผัสเสียงดังและระยะเวลา (เช่น อายุการทำงาน 40 ปี) ของการสัมผัสเสียงในที่ทำงาน ดังนั้น สำหรับการสัมผัสตลอดชีวิต 40 ปี ในการทำงานกับระดับเสียงเฉลี่ยรายวันที่ 80 85 หรือ 90 เดซิเบล (เอ) ความเสี่ยงของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่ประเมินอยู่ที่ร้อยละ 3, 15 หรือ 29 ตามลำดับ ของการประเมินความเสี่ยงนี้ ตามมาตรฐานสถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH) ได้แนะนำขีดจำกัดการสัมผัส ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ($TWA_{(8)}$) ที่ 85 เดซิเบลเอ (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998)

ค่ามาตรฐานของเสียงในบรรยากาศการทำงาน

ตารางที่ 3 ค่า Exchange rate ของแต่ละองค์กร

ชื่อองค์กร	Exchange rate
OSHA	5 เดซิเบลเอ
NIOSH	3 เดซิเบลเอ
ไทย	3 เดซิเบลเอ

ที่มา: OSHA (2002); NIOSH (1998); ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2561)

ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน

1. มาตรฐานสถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา

1.1 เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน สูตรในการหาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ

$= D = 100(C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + ... C_n / T_n)$

D = ปริมาณเสียงสะสม

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง

T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ

TWA = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน

สูตรในการคำนวณ TWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน) ดังสูตรข้างล่าง

$TWA = 10.0x \log_{10} (D/100) + 85$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ หน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

$TWA_{(8)}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (หน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

1.2 การหาระยะเวลาการทำงานนี่ได้รับเสียงและระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงาน (TWA) ให้ใช้ตารางด้านล่างนี้ หากไม่มีค่ามาตรฐานที่กำหนดตามรูปภาพให้คำนวนจากสูตรดังนี้

$T(min) = 480/2^{(L-85)/3}$

ตารางที่ 4 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน

Exposure Level, L (DBA)	Duration, T			Exposure Level, L (DBA)	Duration, T		
	Hours	Minutes	Seconds		Hours	Minutes	Seconds
80	25	24	-	106	-	3	45
81	20	10	-	107	-	2	59
82	16	-	-	108	-	2	22
83	12	42	-	109	-	1	53
84	10	5	-	110	-	1	29
85	8	-	-	111	-	1	11
86	6	21	-	112	-	-	56
87	5	2	-	113	-	-	45
88	4	-	-	114	-	-	35
89	3	10	-	115	-	-	28
90	2	31	-	116	-	-	22
91	2	-	-	117	-	-	18
92	1	35	-	118	-	-	14
93	1	16	-	119	-	-	11
94	1	-	-	120	-	-	9
95	-	47	37	121	-	-	7
96	-	37	48	122	-	-	6
97	-	30	-	123	-	-	4
98	-	23	49	124	-	-	3
99	-	18	59	125	-	-	3
100	-	15	-	126	-	-	2
101	-	11	54	127	-	-	1
102	-	9	27	128	-	-	1
103	-	7	30	129	-	-	1
104	-	5	57	130-140	-	-	<1
105	-	4	43	-	-	-	-

ที่มา: NIOSH (1998)

2. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องหลักเกณฑ์วิธีการตรวจวัดและการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ หมวด 4 การตรวจวัดระดับเสียงและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ ตามข้อ 14 และตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะการทำงานในแต่ละวัน (กระทรวงแรงงาน, 2561) ดังนี้

2.1 เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน สูตรในการหาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ

$D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots + C_n / T_n)$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับหน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ (ตามตารางในประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน) (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

สูตรในการคำนวนTWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน) ดังสูตรด้านล่าง

$TWA_{(8)} = 10.0x \log_{10} (D/100) + 85$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ หน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

$TWA_{(8)}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (หน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

2.2 การหาระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงและระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงาน (TWA) ให้ใช้ตารางด้านล่างนี้ หากไม่มีค่ามาตรฐานที่กำหนดตามรูปภาพให้คำนวนจากสูตรดังนี้

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

ตารางที่ 5 มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน

ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ)	ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน	
	ชั่วโมง	นาที
82	16	-
83	12	42
84	10	5
85	8	-
86	6	21

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน (เดซิเบลเอ)	ระยะเวลาการทำงานที่ได้รับเสียงต่อวัน*	
	ชั่วโมง	นาที
87	5	2
88	4	-
89	3	11
90	2	31
91	1	-
92	1	35
93	1	16
94	-	-
95	-	48
96	-	38
97	-	30
98	-	24
99	-	19
100	-	15
101	-	12
102	-	9
103	-	7.5
104	-	6
105	-	5
106	-	4
107	-	3
108	-	2.5
109	-	2
110	-	1.5
111	-	1

ที่มา: ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2561)

อันตรายของสารเคมีที่มีผลต่อหู วิธีป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประมาณ 1,000 ปีที่แล้วนักปราชญ์และนักวิชาการด้านการแพทย์ชาวเปอร์เซีย เป็นคนแรกที่อธิบายผลกระทบจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน เมื่อใช้ไอปรอทรักษาเหาที่ศีรษะผู้เข้ารับการรักษาหูหนวกจากการรักษาเหาด้วยปรอท (Behar, 2018)

ACGIH (2023) ได้ให้ความหมายของ "Ototoxicant" และการเขียนย่อ "OTO" "Ototoxicant" หมายถึง สารที่สามารถทำให้เกิดสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน การใช้ย่อ "OTO" ในคอลัมน์ "Notations" เป็นเครื่องหมายที่บ่งบอกถึงความเสี่ยงทางการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากสารเคมีที่กำหนด

การใช้ย่อ OTO หมายความว่าสารเคมีที่กำลังพูดถึงสามารถทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ทั้งจากตัวสารเคมีเองหรือการสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดัง แม้กระทั่งระดับเสียงที่ต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

OSHA (2018a) ให้ความหมายว่า Ototoxicants คือ สารเคมีที่มีผลต่อหู โดยแบ่งตามส่วนประกอบของหูที่สารเคมีชนิดนั้นไปทำลาย สารเหล่านี้สามารถเข้าถึงหูชั้นในผ่านกระแสเลือดและก่อให้เกิดการทำลายต่อส่วนภายในของหูและระบบประสาท แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. Neurotoxicants (สารพิษต่อระบบประสาท) จะทำลายเส้นประสาทที่เกี่ยวกับการได้ยินและรักษาสมดุล
2. Cochleotoxicants (สารพิษต่อโคเคลียร์)ส่วนใหญ่จะกระทบต่อเซลล์ขนของโคเคลียร์ ซึ่งเป็นอวัยวะรับสัมผัสเสียง ทำให้ความสามารถในการได้ยินเสื่อม
3. Vestibulotoxicants (สารพิษต่อระบบสมดุล) จะกระทบต่อเซลล์ขนในอวัยวะที่มีฟังก์ชันในการกำหนดทิศทางและรักษาสมดุล

การวิจัยเกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อหู และการสัมผัสเสียงเสียงดังยังมีจำนวนน้อย ได้รับการยืนยันในการทดลองกับสัตว์สำหรับเพียงบางสารเท่านั้น

ผลกระทบต่อการได้ยินจากสารเคมีที่มีผลต่อหู (Administration, 2018)

การสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหู เกิดขึ้นผ่านการหายใจเข้า การกิน หรือการดูดซึมผ่านผิวหนัง ผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดจากสารที่เป็นพิษต่อหูจะแตกต่างตามความถี่ ความรุนแรง ระยะเวลาการสัมผัสของสถานที่ทำงานกับอันตรายอื่น ๆ และปัจจัยบุคคลเช่นอายุ ผลกระทบอาจเป็นชั่วคราวหรือถาวร (OSHA, 2018a)

ผลกระทบต่อการได้ยินจากการสัมผัสสารเคมีอาจไม่เท่ากันของหูทั้งสองข้าง ผลกระทบยังเกี่ยวข้องกับประวัติการสัมผัสของบุคคล เช่น การสัมผัสเป็นระยะเวลานานและระดับความเข้มข้นสูงผลกระทบยิ่งมากตามไปด้วย (Behar, 2018)

ผลกระทบจากสารเคมีที่มีผลต่อหูบางตัว ไม่ว่าจะเฉพาะสารเคมีหรือร่วมกับเสียงดัง เมื่อหยุดการสัมผัสสารเคมีแล้วผลกระทบของสารนั้นต่อหูยังดำเนินต่อไป กลไกที่เป็นไปได้มากที่สุดคือการที่มีผลต่อของ Cochlea และระบบประสาท (Neural) (Behar, 2018)

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยมีความตระหนักมากขึ้นว่า ว่าการจำแนกสาเหตุของการการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินว่าเกิดจากสาเหตุของสารเคมีที่มีผลต่อหู เนื่องจากการตรวจสมรรถภาพการได้ยินไม่แยกสาเหตุจากเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อหู (Behar, 2018)

การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินอาจจะเกิดมากขึ้นเมื่อสัมผัสกับสารเคมีที่มีผลต่อหู และเสียงดังร่วมกัน มากกว่าการสัมผัสเพียงเสียงรบกวนหรือสารเคมีที่มีผลต่อหูเดียว ในบางสารเคมีที่มีผลต่อหูกับการสัมผัสเสียงจะมีฤทธิ์แบบเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) โดยเฉพาะกับเสียงกระแทก มีการศึกษาหลายรายงานที่พบว่า มีบางสารเคมีที่มีผลต่อหู เช่น สารทำละลายบางประเภท อาจทำให้การสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังเพิ่มขึ้น แม้ว่าระดับเสียงจะต่ำกว่า "OSHA's Permissible Exposure Limit (PEL)" หรือ ค่าระดับการสัมผัสที่ยอมรับได้ของ OSHA (2018)

ชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อหู (Ototoxicants)

มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration: OSHA, 2018)

ตารางที่ 6 สารเคมีที่มีผลต่อหู

Substance Class	Chemicals
Pharmaceuticals	Aminoglycosidic antibiotics (e.g. streptomycin, gentamycin) and some other antibiotics (e.g. tetracyclines),
*Ototoxicity at therapeutic doses is limited	Loop diuretics* (e.g. furosemide, ethacrynic acid) Certain analgesics' and antipyretics* (salicylates, quinine, chloroquine) Certain antineoplastic agents (E.g. cisplatin, carboplatin, bleomycin).
Solvents	Carbon disulfide, n-hexane, toluene, p-xylene, ethylbenzene, n-propylbenzene, styrene and methylstyrene, trichloroethylene.

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Substance Class	Chemicals
Asphyxiants	Carbon monoxide, hydrogen cyanide and its salts, tobacco smoke
Nitriles	3-Butenenitrile, cis-2-pentenenitrile, acrylonitile, cis-crotononitrile, 3,3 -iminodipropionitile.
Metals and Compounds	Mercury compounds, germanium dioxide, organic tin compounds, lead.

ที่มา: OSHA (2018)

มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติยุโรป (European Occupational Safety and Health Administration: EU-OSHA)) (Campo, 2009)

น้ำหนักหลักฐานเกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อหู (Rating weight of evidence) (Campo, Gabriel, Möller, Nies, & Gómez, 2009).

การแบ่งหมวดหมู่ของสารเคมีที่มีผลต่อหูตามประเภทหลักฐานเชิงคุณภาพ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ต่อไปนี้สะท้อนถึงหลักฐานความสามารถในเชิงคุณภาพของสารเคมีในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อหู

- น้ำหนักรวมของหลักฐานถูกจัดอยู่ในหมวด “ดี” (Good) สารที่ได้รับการยืนยันว่าก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน (Confirmed) ได้รับจากอย่างน้อยสองการศึกษาที่ดีในสัตว์จากศูนย์หรือกลุ่มวิจัยที่แตกต่างกัน ซึ่งรายงานผลกระทบต่อหูอย่างชัดเจนในแบบที่เป็นระบบ
- น้ำหนักรวมของหลักฐานถูกจัดอยู่ในหมวด “ปานกลาง” (Fair) สารที่ถูกสงสัยว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อหู (Suspected) หนึ่งหรือสองการศึกษาที่ถูกต้องกับสปีชีส์สัตว์ทดสอบหนึ่งสปีชีส์ที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเดียวกัน รับรองโดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง/กิจกรรม หรือแบบจำลองกลไกที่เหมาะสม
- น้ำหนักรวมของหลักฐานถูกจัดอยู่ในหมวด “น้อย” (Poor) สารที่มีความน่าสงสัยในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อหู (Questionable) ถ้ามีการระบุจากการสังเกตุหรือการศึกษากรณีที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ซึ่งไม่สามารถถูกพิจารณาในเชิงคุณภาพที่เพียงพอ และ/หรือไม่สามารถแยกปัจจัยอื่นที่ส่งผลได้

ตารางที่ 7 สารเคมีที่มีผลต่อหู

ดี (Good)	ปานกลาง (Fair)	น้อย (Poor)
1. Soluant - Toluene, ethylbenzene n-propylbenzene - Styrene and methylstyrenes - Trichloroethylene - p-Xylene, - n-Hexane - Carbon disulfide	1. Metals and metalloids - Cadmium (cadmium chloride - Arsenic	1. Insecticides - Pyrethroids - Organophosphorous compounds
2. Asphyxiant - Carbon monoxide and - Hydrogen cyanide and its salts (cyanides)	**2. Bromates (Sodium bromate, potassium bromate)**	**2. Alkylic compounds** - n-Heptane - Butyl nitrite - 4-tert-Butyltoluene
3. Nitriles - Acrylonitrile, 3,3'-Iminodipropionitrile, 3-Butenenitrile, cis-2-Pentenenitrile, cis-Crotononitrile.	**3. Tobacco smoke**	**3. Manganese**
4. Metals and metal compounds - Lead and lead compounds, - Mercury (methyl mercury chloride, mercuric sulfide), - Tin, organic compounds, - Germanium (germanium dioxide)	**4. Halogenated hydrocarbons** - Polychlorinated biphenyls - Tetrabromobisphenol A - Hexabromocyclododecane - Hexachlorobenzene	

ที่มา: EU-OSHA (2009)

หน่วยงานมาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ยุโรป (European Occupational Safety and Health Administration: EU-OSHA) กำหนดสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับเสียงดัง ได้แก่ Styrene, Toluene, p-Xylene, Ethylbenzene, Solvent mixture Carbon monoxide, Hydrogen cyanide, Lead and lead compound (Campo et al., (2009)

ยาที่มีผลต่อหู (Campo et al., 2009)

การศึกษาบางชิ้นระบุว่าการให้ยาที่มีผลต่อหู เช่น อะมิโนไกลโคไซด์ทำให้เกิดความไวต่อความเสียหายที่เกิดจากเสียงเพิ่มขึ้น

Salicylate ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินชั่วคราวและถ้าร่วมกับสัมผัสเสียงดังทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินแบบถาวรได้

สำหรับยาต้านเนื้องอก พบว่า ทำให้พิษต่อหูจาก cisplatin มากขึ้นจากสัมผัสเสียงดังในหนูชินชิลล่าและหนูตะเภา

ยาที่มีผลต่อหู (Clinic, 2023)

- Aminoglycoside antibiotics เช่น Amikacin, Gentamycin, Neomycin
- Chemotherapy drugs เช่น Carboplatin, Cisplatin
- Loop diuretics เช่น Furosemide, Torsemide
- Quinine
- Salicylates เช่น aspirin

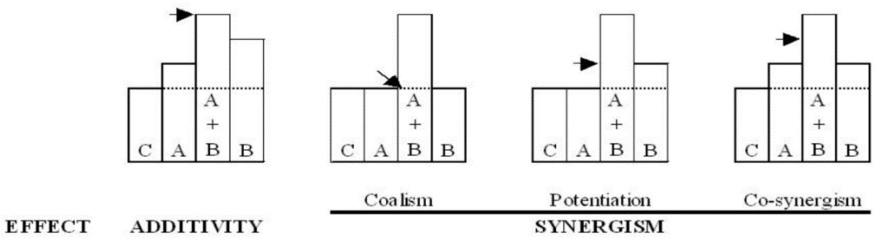
อาชีพเสี่ยงที่สามารถพบการสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อหูที่สามารถเสริมฤทธิ์กันแบบ synergistic (Administration, 2018) เช่น การพิมพ์ (Printing) การทาสี (Painting) การก่อสร้าง (Construction) การเติมเชื้อเพลิงให้ยานพาหนะและเครื่องบิน (Fueling vehicles and aircrafts) การดับเพลิง (Firefighting) การยิงอาวุธ (Weapons firing) การพ่นยาฆ่าแมลง (Pesticide spraying

ผลรวมของสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับการสัมผัสเสียงดัง Ototoxicants - Combined effect with noise) (Campo et al., 2009)

มีการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การสัมผัสร่วมกับสารเคมีที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อหูหลายชนิดร่วมกัน หรือการสัมผัสพร้อมกับสารเคมีกับเสียงดัง ส่งผลกระทบต่อการได้ยินอย่างร้ายแรง

การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) การสัมผัสเกิดของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดผลรวมกันของสารทั้งสองต่อสุขภาพ

การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) การสัมผัสเกิดของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดผลเสริมฤทธิ์กันของสารทั้งสองต่อสุขภาพซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่



ภาพที่ 2 ผลร่วมของสารเคมีที่มีผลต่อหูกับเสียงแบบ Synergistic effect
ที่มา: EU-OSHA (2009)

1. Coalism ไม่มีสารตัวใดตัวหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อใช้แยกกัน
2. Co-synergism สารทุกชนิดที่มีผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อใช้แยกกัน
3. Potentiation มีเพียงสารตัวหนึ่งที่ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อใช้แยกกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงและสารที่มีผลต่อหู เป็นสาเหตุใหม่ที่ทำให้สูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ถึงแม้ว่าหลายงานวิจัยจะระบุยาบางชนิดว่าเป็นสารที่มีผลต่อหู ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและการตอบสนองยังมีจำกัด ทำให้การประเมินการสูญเสียการได้ยินในกรณีที่การสัมผัสเสียงอยู่ในระดับ OELs ยังไม่แน่ชัด ดังนั้นการระบุความเข้มข้นเฉพาะที่เริ่มมีผลร้ายต่อระบบการได้ยินเป็นสิ่งใหม่ การรายงานความเข้มข้นของอากาศที่นำไปสู่ผลกระทบเป็นพิษต่อสมรรถภาพการได้ยินที่ยากและต้องการการพิจารณาการสัมผัสอื่น ๆ เช่นทางผิวหนังและการบริโภค

การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินอาจมากกว่าเมื่อสัมผัสสารเคมีที่ผลต่อหูและเสียงมากกว่าการสัมผัสเสียงหรือ สารเคมีที่มีผลต่อหูเพียงอย่างเดียว สารเคมีที่มีผลต่อหูหลายชนิดมีผลมากกว่าการเติม (เช่น เสริมฤทธิ์กัน) ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสกับเสียงดังและโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเสียงรบกวนจากแรงกระตุ้น (Impulse noise) การศึกษาหลายชิ้นแนะนำว่าสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูบางชนิด เช่น ตัวทำละลายบางชนิด อาจทำให้การสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากเสียงดังรุนแรงขึ้น แม้ว่าระดับเสียงจะต่ำกว่าขีดจำกัดการสัมผัสที่อนุญาต (PEL) ของ OSHA ก็ตาม (Sheikh & Connolly, 2016)

ตารางที่ 8 สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect)	การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect)
	โทลูอีน (Toluene)
	สไตรีน (Styrene)
	ไซลีน (Xylene)
เอทีลเบนซีน (Ethyl benzene)	เอทีลเบนซีน (Ethyl benzene)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
	ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide)
ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว (Lead and lead compounds)	ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว (Lead and lead compounds)
	ไตรคลอโรเอทีลีน (Trichloroethylene)
	แคดเมียม (Cadmium)
	อะคริโลไนไตรล์ (Acrylonitrile)
	แมงกานีส (Manganese)
	ปรอท (Mercury)
	สารหนู (Arsenic)

ที่มา: EU-OSHA (2009); Alvarado (2023); Golmohammadi and Darvishi (2019)

ผลรวมของสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับการสัมผัสเสียงดัง (Ototoxicants -Combined effect with noise) โดยแบ่งแยกตามประเภทสารได้ดังนี้

1. สารละลาย (Solvent)

การทดลองกับหนูแสดงการสัมผัสร่วมกับเสียงดังและสารละลาย ได้แก่ Toluene, Styrene, Ethylbenzene, Thricholoethylene

สารละลายรวมกับการสัมผัสเสียงส่งผลกับสมรรถภาพการได้ยิน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า มีผลจากการสัมผัสจากเสียงที่ระดับความเข้มข้นต่ำที่ 85 เดซิเบลเอ และความเข้มข้นของการสัมผัสสไตรีนที่ 400 ppm ก็ส่งผลกระทบต่อการได้ยินแม่สัมผัสเสียงในระดับที่ต่ำ

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินและการสัมผัสทั้งเสียงและโทลูอีน ไม่พบผลข้างเคียงทางการได้ยินในผู้ที่ได้รับโทลูเอนน้อยกว่า 50 ppm การสูญเสียการได้ยินดังกล่าวมีความสัมพันธ์เฉพาะกับความเข้มข้นของเสียงดัง

การสัมผัสร่วมกับเสียงและสารทำละลายอินทรีย์ ผลกระทบของสุขภาพขึ้นอยู่กับเสียง (ความเข้มข้น, ลักษณะ) และความเข้มข้นของการสัมผัสสารละลาย ในกรณีของการสัมผัสร่วมกัน สารละลายสามารถเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากเสียงแม้ว่าความเข้มข้นของเสียงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

การวิเคราะห์ระดับระบาดวิทยาเกี่ยวกับสารที่เป็นพิษต่อหูชนิดสารละลาย (Bowens, 2018) สรุปดังนี้

- การสัมผัสสารละลายเป็นปัจจัยเสี่ยงสำหรับการการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน
- การสัมผัสสารละลายในระดับที่ค่อนข้างต่ำเกี่ยวข้องกับการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินในสถานที่ทำงานที่ระดับการสัมผัสเสียงที่ต่ำ
- บางสารละลายเกี่ยวข้องกับการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินในระดับต่ำ (0.5, 1 และ 2 kHz สำหรับโทลูอีน) หรือระดับสูง (6-8 kHz สำหรับสไตรีน) ซึ่งปกติไม่เห็นอยู่ในคนวัยทำงานที่มีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน

2. Asphyxiants (Campo P, 2009)

การทดลองกับสัตว์ทดลองแสดงการสัมผัสร่วมกับเสียงดังและก๊าซที่ทำให้ขาดอากาศหายใจ ได้แก่ Carbon monoxide, Cyanides พบว่า สามารถทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงอย่างถาวร สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่เกิดจากเสียงดังจะค่อย ๆ ดีขึ้น (แค่บางส่วน) แต่สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่เกิดจากการสัมผัสของทั้งเสียงและสารเคมีไม่สามารถกลับมาเป็นแบบเดิม

รายงานผลของการศึกษาที่เปรียบเทียบค่าเกณฑ์การได้ยินของพนักงานในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงดังกับและโดยไม่มีการสัมผัสคาร์บอนมอนอกไซด์ร่วมกัน การวิเคราะห์มีการเก็บข้อมูลผลตรวจสมรรถภาพการได้ยิน 9396 คน โดยสถาบันสาธารณสุขแห่งชาติของควิเบกระหว่างปี ค.ศ. 1983 ถึง 1996 ผลที่ได้แสดงค่าเกณฑ์การได้ยินที่สูงขึ้นในความถี่สูง (3, 4 และ 6 kHz) สำหรับกลุ่มที่ได้รับการสัมผัสกับคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยมีผลกระทบที่เด่นชัดขึ้นกับระยะเวลาการสัมผัสที่ยาวนาน (15 ถึง 20 ปีของการสัมผัส) ผู้เขียนสรุปว่ามีผลของการเสริมสร้างการได้ยินจากเสียงโดยคาร์บอนมอนอกไซด์ในมนุษย์

3. Nitriles (Campo, 2009)

การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินอาจเกิดขึ้นในระดับเสียงที่ต่ำกว่าถ้ามีการสัมผัสกับ acrylonitrile ร่วมด้วย สมมติฐานว่า acrylonitrile เพิ่มความเสี่ยงของการเกิดความเสียหายทางออกซิเดชันจากเสียงในหูชั้นในโดยทำให้เกิดการเสียหายต่อกลไกป้องกันต่อการออกซิเดชันในระดับเซลล์

4. แมงกานีส (Campo, 2009)

ความเป็นพิษต่อหูจากแมงกานีสมีการเพิ่มขึ้นจากการสัมผัสกับเสียงดังและพนักงานที่ได้รับการสัมผัสทั้งแมงกานีสและเสียงดังจะมีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับผู้ที่ได้รับการสัมผัสแมงกานีสเพียงอย่างเดียว

ความสัมพันธ์ของสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับการสัมผัสเสียงดัง (Ototoxicants - Combined effect with noise)

จากการทบทวนวรรณกรรมจากการศึกษาเกี่ยวกับสารที่เป็นพิษต่อหูที่เป็นชนิดสารละลายมีความสัมพันธ์กับการสัมผัสเสียง (Mont'Alverne et al., 2016) ดังนี้

1. สไตรีน (Styrene) มีผลกระทบต่อหูเมื่อมีการสัมผัสดังนี้

1.1 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่สไตรีนเพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

1.2 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่สไตรีนเพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

1.3 มีผลกับเมื่อสัมผัสสไตรีนที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

1.4 มีผลกับเมื่อสัมผัสสไตรีนที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

2. โทลูอีน (Toluene) มีผลกระทบต่อหูเมื่อมีการสัมผัสดังนี้

2.1 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่โทลูอีนเพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

2.2 มีผลกับเมื่อสัมผัสโทลูอีนที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

3. คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon disulfide) มีผลกระทบต่อหูเมื่อมีการสัมผัสดังนี้

3.1 มีผลกับเมื่อสัมผัสคาร์บอนไดซัลไฟด์ที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

3.2 มีผลกับเมื่อสัมผัสคาร์บอนไดซัลไฟด์ที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

4. ไซลีน (Xylene) มีผลกระทบต่อหูเมื่อมีการสัมผัสดังนี้

4.1 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่ไซลีนเพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

4.2 มีผลกับเมื่อสัมผัสไซลีนที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

5. Solvent mixture มีผลกระทบต่อหูเมื่อมีการสัมผัสดังนี้

5.1 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่ Solvent mixture เพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

5.2 มีผลกับเมื่อสัมผัสเพียงแค่ Solvent mixture เพียงอย่างเดียวที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL หรือสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอ

5.3 มีผลกับเมื่อสัมผัส Solvent mixture ที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

5.4 มีผลกับเมื่อสัมผัส Solvent mixture ที่มีระดับความเข้มข้นสูงกว่า OEL ร่วมกับสัมผัสพร้อมเสียงที่มีระดับสูงกว่า 85 เดซิเบลเอ

สไตรีน (Styrene)

สไตรีนเป็นสารทำละลายที่มีลักษณะเป็นกลิ่นหอม ซึ่งใช้เป็นสารเริ่มต้นในการผลิตพลาสติกประเภทโพลิสไตรีน สไตรีนในสภาพบริสุทธิ์เป็นของเหลวสีใส ระเหยง่ายและมีกลิ่นหวานเฉพาะตัว สามารถละลายได้บางส่วนในน้ำ ภายในอุตสาหกรรมการผลิต สไตรีนใช้สำหรับการผลิตแผ่นโพลิเอสเตอร์ พลาสติก ยางสังเคราะห์ และวัสดุฉนวน (เช่น โฟมโพลิยูรีเทน) และในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกที่เสริมด้วยเส้นใยแก้ว สไตรีนสามารถดูดซึมผ่านทางเดินหายใจและผิวหนัง (Sliwinska-Kowalska, Fuente, & Zamyslowska-Szmytke, 2020)

การศึกษานี้ประเมินผลของการสัมผัสอาชีพต่อสไตรีนและการสัมผัสร่วมกับสไตรีนและเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยิน กลุ่มศึกษามีจำนวน 290 คน ที่ทำงานในยอชท์และโรงงานพลาสติก ได้รับสัมผัสกับสารผสมของสารทำละลายอินทรีย์ที่มีสไตรีนเป็นส่วนประกอบหลัก กลุ่มอ้างอิงทั้งหมด 223 คน ประกอบด้วย 1) พนักงานสำนักงานที่ไม่ได้รับสัมผัสกับสารทำละลายหรือเสียงและ 2) พนักงานโรงงานโลหะที่ได้รับสัมผัสเฉพาะกับเสียง ทุกคนได้รับการประเมินด้วยแบบสอบถามที่ละเอียดและได้รับการตรวจเช็คสุขภาพหูและการได้ยิน การวิเคราะห์การถดถอยตามลำดับเปิดเผยว่ามีโอกาสเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า (หรือ 3.9; 95% CI 2.4–6.2) ในการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสไตรีน โดยปรับปัจจัยด้าน อายุ เพศ การสัมผัสเสียงปัจจุบันและการสัมผัสเสียงในอดีต ในกรณีของการสัมผัสร่วมกับสไตรีนและเสียง อัตราส่วนของโอกาสเพิ่มขึ้น 2-3 เท่าเมื่อเทียบกับการสัมผัสแค่สไตรีนหรือเสียงเท่านั้น การได้ยินเฉลี่ยที่ได้รับการปรับปัจจัย ตามอายุ เพศ และการสัมผัสเสียง มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ได้รับสารทำละลายเมื่อเทียบกับกลุ่มอ้างอิงที่ไม่ได้รับการสัมผัส ที่ทุกความถี่ที่ได้รับการทดสอบ (Ska-Kowalska, Szymczak, Kotylo, Fiszer, & Wesolowski, 2003)

ผลจากเสียงดังที่ระดับความดังเสียงที่ค่อนข้างต่ำที่ 85 เดซิเบลเอ และความเข้มข้นของการสัมผัสสไตรีนที่ 400 ppm จะส่งผลกระทบต่อการได้ คนงานที่สัมผัสกับสไตรีนพบว่า การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ความถี่สูงเกิดขึ้นจากทั้งกลุ่มที่สัมผัสกับเสียงและไม่ได้รับเสียงดัง ดังนั้นแม้ว่าคนงานจะสัมผัสกับสไตรีนเพียงลำพัง ขีดจำกัดสูงสุดของการได้ยินก็ลดลง (Sheikh & Connolly, 2016)

โทลูอีน (Toluene)

มีการศึกษาการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ในพนักงานที่สัมผัสทั้งโทลูอีนและเสียงดัง พนักงานจำนวน 58 คนจากโรงงานผลิตวัตถุที่มีกาวและสัมผัสต่อทั้งโทลูอีนและเสียงดังที่ระดับ 78.6–87.1 เดซิเบลเอ พนักงาน 58 คนสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียวที่ระดับ 83.5–90.1 เดซิเบลเอ และพนักงานทางด้านการบริหารสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียว 58 คน ที่ระดับ 67.9–72.6 เดซิเบลเอ ในบริษัทเดียวกัน มีการตรวจร่างกาย รวมถึงการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Pure-tone audiometry) ระหว่าง 0.5 และ 6 kHz พบความชุกของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ≥ 25 เดซิเบลเอ ในกลุ่มโทลูอีนและเสียงดังร้อยละ 86.2% สูงกว่ากลุ่มที่สัมผัสแค่เสียงมีความชุกร้อยละ 44.8 และพนักงานทางด้านการบริหารร้อยละ 5.0 ($p < 0.001$) การวิเคราะห์การถดถอย logistic แบบหลายตัวแปรแสดงว่ากลุ่มโทลูอีนและเสียงดังมีความเสี่ยงของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ≥ 25 เดซิเบลเอ สูงกว่า 10.9 เท่าของกลุ่มที่สัมผัสเสียงดัง (Chang et al., 2006)

การศึกษาภาคตัดขวางของคนงานในโรงงานจากสวีเดน ฟินแลนด์ และโปแลนด์ที่มีการสัมผัสกับโทลูอีนพร้อมกัน (100 ถึง 365 ppm (ส่วนในล้านส่วน)) และเสียงดังที่ระดับ 88-98 เดซิเบลเอ พบว่า ความน่าจะเป็นของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มคนงานที่สัมผัสกับเสียงดังเพียงอย่างเดียว เพิ่มขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญ (Sheikh, 2016)

ไซลีน (Xylene)

การศึกษาทางคลินิกและระบาดวิทยายืนยันความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสตัวทำละลาย (สไตรีน โทลูอีน ไซลีน ส่วนผสมของตัวทำละลาย และเชื้อเพลิงเครื่องบิน) ในที่ทำงาน และความชุกของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่เพิ่มขึ้น (Sheikh, 2016)

จากการศึกษาด้านจุลพยาธิวิทยาได้ประเมินผลกระทบของการสัมผัสกับสารผสมของไซลีนไอโซเมอร์ พบความแตกต่างในค่าเกณฑ์ PTA สำหรับช่วงความถี่หลากหลายระหว่างพนักงานที่ได้รับการสัมผัสและพนักงานที่ไม่ได้รับการสัมผัส ความสัมพันธ์ระหว่างกรดเมทิลฮิปพูริกแอซิดระดับปานกลางและค่าเกณฑ์เฉลี่ยของการได้ยิน (2-8 kHz) เพิ่มขึ้น 0.034 เดซิเบลเอ สำหรับแต่ละการเพิ่มขึ้น 1 g/g ของ creatinine พบว่า ความเข้มข้นของไซลีนยิ่งมาก ทำให้ผลของการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแย่ลง (Sheikh, 2016)

ตะกั่ว (Lead)

การศึกษาพบว่า คนงานในโรงงานเหล็ก 412 คนในไต้หวัน พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของตะกั่วในเลือดที่ระดับ (ประมาณ 7μg/dL หรือสูงกว่า) และการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินที่เกิดจากเสียงดังที่ความถี่เสียงต่าง ๆ พบผลกระทบต่อเสียงที่ความถี่สูงของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน โดยเฉพาะ 6 kHz การสัมผัสสารตะกั่วอาจส่งผลให้สูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน โดยทำให้การนำกระแสประสาทที่เกี่ยวกับการได้ยินลดลง และ/หรือการทำงานของการป้องกันเซลล์ขนด้านนอก ซึ่งจะทำให้เซลล์ขนด้านในสัมผัสกับระดับเสียงดังโดยตรง (Sheikh, 2016)

ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารตะกั่วในเลือด (BLL) และการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ในคนงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่ตะกั่วกรดในกรุงเตหะราน ประเทศอิหร่าน การศึกษาแบบภาคตัดขวาง พบว่า พนักงานเพศชาย 609 คน ที่มีการสัมผัสระดับเสียงเฉลี่ยที่ 80 (75–85) เดซิเบลเอ ได้รับการประเมิน BLL ถูกแบ่งออกเป็นสี่ควอร์ไทล์ และการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละควอไทล์จะถูกเปรียบเทียบกับควอไทล์แรก ในแบบจำลองการถดถอยของเรา BLL มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการสูญเสียการได้ยินความถี่สูง โดยปรับอัตราส่วนอัตราต่อรองสำหรับการเปรียบเทียบควอร์ไทล์ที่สี่ สาม และสองกับควอไทล์แรกคือ 3.98 (95% CI: 1.63–9.71, $p < 0.00$), 3.05 (95% CI: 1.28–7.26, $p < 0.01$) และ 2.89 (95% CI: 1.11–7.51, $p < 0.03$) ตามลำดับ (Ghiasvand et al., 2016)

ตารางที่ 9 ข้อแนะนำการทำงานสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับเสียงดัง

องค์กรที่ให้คำแนะนำ	สิ่งคุกคามที่สัมผัส	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ
1. องค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Hygienists, 2023)	- สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู Ethybenzene, Styrene, Toluene, Xylene (ทุกระดับความเข้มข้น)	- มาตรการความปลอดภัยด้านวิศวกรรมและบริหารจัดการเพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมี - การใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมี - มาตรการอนุรักษ์การได้ยิน	- เมื่อสัมผัสสารเคมีที่มีพิษต่อหูที่ทุกระดับความเข้มข้นร่วมกับการสัมผัสเสียงทุกระดับ มีการเฝ้าระวังทางการแพทย์ (Medical surveillance) และตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามระยะอย่างใกล้ชิดอย่างระวังระวัง (Periodic examination)
2. มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (OSHA, 2018)	- สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู (ความเข้มข้นระดับต่ำกว่า PEL) ร่วมกับเสียงดัง (ระดับเสียงที่ต่ำกว่า action level ที่ 85 เดซิเบลเอ)	- ให้นายจ้างแจ้งถึงข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีรวมถึงมีการอบรมการทำงานกับสารเคมีโดยเป็นภาษาที่พนักงานเข้าใจได้ - ใช้สารอื่นแทนที่ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ ให้ใช้วิศวกรรมควบคุมการสัมผัสสารที่เป็นพิษต่อหูและเสียงดัง	- ตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามระยะ (Periodic examination) เมื่อสัมผัสเสียงที่มีระดับต่ำกว่าaction level (85 เดซิเบลเอ) และ สัมผัสสารเคมีที่มีพิษต่อหูที่ระดับต่ำกว่า PEL

ตารางที่ 9 (ต่อ)

องค์กรที่ให้คำแนะนำ	สิ่งคุกคามที่สัมผัส	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ
		- การใช้ระบบระบายอากาศแนะนำสำหรับการควบคุมสารเคมีที่มีพิษต่อหู - จัดระบบบริหารจัดการ เช่น ลดงานที่ไม่จำเป็น เพื่อลดการสัมผัส - ใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม - สารเคมีที่มีพิษต่อหูหลายชนิดสัมผัสผ่านทางผิวหนัง แนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว เป็นต้นเพื่อลดการสัมผัสผ่านทางผิวหนัง	
3. Health Safety and Envelopment (Executive, 2005)	- สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู (ทุกระดับความเข้มข้น) ร่วมกับ เสียงดัง (ทุกระดับเสียงตั้งแต่ 80 เดซิเบลเอ)	- พิจารณายกเลิกการใช้สารที่เป็นพิษต่อหูหรือใช้สารอื่นที่มีความรุนแรงน้อยกว่าทดแทน - พิจารณาลดการสัมผัสของพนักงาน เช่น ลดเวลาในการสัมผัส เป็นต้น - เพิ่มการเฝ้าระวังทางการแพทย์ (Medical Surveillance) ให้บ่อยขึ้น	- ตรวจสมรรถภาพการได้ยินทุกปี (Annually) เมื่อสัมผัสสารเคมีที่มีพิษต่อหูที่ทุกระดับความเข้มข้นร่วมกับการสัมผัสเสียงตั้งแต่ 80 เดซิเบลเอขึ้นไป

ตารางที่ 9 (ต่อ)

องค์กรที่ให้คำแนะนำ	สิ่งคุกคามที่สัมผัส	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ
		- การใช้ระบบระบายอากาศแนะนำสำหรับการควบคุมสารเคมีที่มีพิษต่อหู - จัดระบบบริหารจัดการ เช่น ลดงานที่ไม่จำเป็น เพื่อลดการสัมผัส - ใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม - สารเคมีที่มีพิษต่อหูหลายชนิดสัมผัสผ่านทางผิวหนัง แนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว เป็นต้นเพื่อลดการสัมผัสผ่านทางผิวหนัง	
.4. Safe work Australia (2018)	1. สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู (ระดับความเข้มข้นมากกว่า 50% TLV-TWA) ร่วมกับเสียงดัง (ทุกระดับเสียง) 2. สารเคมีที่เป็นพิษต่อหู (ทุกระดับความเข้มข้น) ร่วมกับเสียงดัง (ระดับเสียงมากกว่า 80 เดซิเบลเอ)		1. ตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามระยะ (Periodic examination) อย่างน้อยทุก 2 ปี

ที่มา : ACGIH (2023); OSHA (2018); HSE (2005); Safe work Australia (2018)

หลักการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพแบบเมตริกซ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การประเมินสุขภาพตามความเสี่ยงของเสียงตามแนวทางการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของกลุ่มบริษัทปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน) (ปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2562)

ประเมินความเสี่ยงของสิ่งคุกคามต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Health Risk Assessment: HRA) คือ การวิเคราะห์ “โอกาส” ที่สิ่งคุกคาม (Hazard) ในสิ่งแวดล้อม จะก่อผลกระทบด้านสุขภาพให้แก่ประชากรที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น สำหรับสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน” และประชากรที่เราสนใจก็คือ “คนทำงาน” ในปี ค.ศ. 1983 องค์กร National Research Council แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพไว้เป็น 4 ขั้นตอน

การบ่งชี้สิ่งคุกคาม (Hazard identification)

คือ ขั้นตอนในการบ่งชี้ว่าสิ่งใดหรือสภาวะใดเป็นปัจจัยคุกคามต่อสุขภาพ นั่นคือ หากมนุษย์สัมผัสสิ่งนั้นหรือสภาวะนั้น แล้วจะก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพขึ้นได้

การประเมินขนาดการสัมผัสกับผลกระทบที่เกิดขึ้น (Dose-response assessment)

เป็นขั้นตอนการประเมินว่าในการสัมผัสสิ่งคุกคามนั้น ขนาดการสัมผัส ในแต่ละระดับจะทำให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพขึ้นมากน้อยเพียงใด ขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบว่าสิ่งคุกคามที่เราพิจารณานั้น มีความรุนแรงหรือมีความสามารถในการก่อผลกระทบต่อสุขภาพได้มากแค่ไหน

การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment)

คือ การประเมินระดับการสัมผัสที่แต่ละบุคคลว่ามากหรือน้อยเพียงใด โดยคำนึงถึงขนาดการสัมผัส (Dose) ระยะเวลาที่สัมผัส (Duration) ช่องทางการสัมผัส (Route of exposure) เช่น ทางการหายใจ ทางผิวหนัง ทางการกิน

การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization)

คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลจากทั้ง 3 ขั้นตอนก่อนหน้า นำมาประเมินว่าการสัมผัสสิ่งคุกคามในสภาวะที่พิจารณานั้น ถือเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพมากน้อยเพียงใด เมื่อมีการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพแล้ว สิ่งสำคัญต่อมาก็คือการจัดการความเสี่ยง (Risk management) กระบวนการจัดการความเสี่ยงที่ดีจะต้องเลือกวิธีการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม และดำเนินการในช่วงเวลาที่เหมาะสมด้วย อีกกระบวนการหนึ่งที่ต้องกระทำไปควบคู่กับการจัดการความเสี่ยง คือการสื่อสารความเสี่ยง (Risk communication) เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงนั้นมากขึ้น ต้องสื่อสารความเสี่ยงไปยังสาธารณะชน หรือบุคคลที่ได้รับความเสี่ยงนั้นด้วย ทำให้เกิดความตระหนักรู้ในอันตรายที่อาจเกิดจากความเสี่ยงนั้น แต่ก็ต้องไม่ทำให้เกิดความ

ตื่นตระหนกจนเกินไป และต้องทำให้ผู้ที่ได้รับความเสี่ยงนั้นมีความรู้ สามารถดูแลตัวเอง และรับมือกับความเสี่ยงนั้นได้

การประเมินสุขภาพตามความเสี่ยงของเสียง A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures (Steven D jahn, 2015)

การประเมินความเสี่ยงของเสียงโดยการประเมินการสัมผัสเสียง โดยประเมินระดับการรับสัมผัสเฉลี่ยแปดชั่วโมง (TWA) โดยรูปภาพข้างล่างจะใช้ exchange rate 5 เดซิเบลเอ และ 100%dose เท่ากับ 90 เดซิเบลเอ ถ้าใช้เกณฑ์หรือ exchange rate อื่น ค่า TWA จะเปลี่ยนไป

ตารางที่ 10 การประเมินการสัมผัสเสียงแปดชั่วโมงการทำงานและมาตรการจัดการความเสี่ยง

TWA8 and Noise Dose	*SEG Exposure Control Category***	*Applicable Management/ Controls*
<56.8 dBA <1%	**0** (<1% of OEL)	Hearing loss prevention awareness training optional
56.8–73.4dBA 11-10%	**1** (<10% of OEL)	Hearing loss prevention awareness training optional
73.4–85 dBA 10-50%	**2** (10–50% of OEL)	+ Hearing loss prevention awareness training, periodic exposure monitoring
85–90 dBA 50-100%	**3** (50–100% of OEL)	+Hearing Conservation Program inclusion, exposure monitoring, medical surveillance, PPE requirements begin, consider hierarchy of controls
90–101.6dBA 100-500%	**4** (>100% of OEL)	+Implement hierarchy of controls, implement engineering controls
>101.65dBA >500%	**5** (Multiples of OEL)	+ Implement hierarchy of controls, validation of hearing protection sufficiency, dual HPD, priority engineering control

Similar Exposure Group (SEG) หมายถึง กลุ่มผู้ปฏิบัติงานซึ่งสัมผัสอันตรายเหมือนกัน หรือได้รับปัจจัยเสี่ยงเหมือนกัน.

ที่มา: AIHA (2015)

ตารางที่ 10 พบว่า แบ่งอันดับการสัมผัสเสียงที่สัมผัสใน 8 ชั่วโมงเป็น 5 ระดับ ตามระดับ %dose ของเสียงซึ่งระดับที่น้อยที่สุดคือระดับ 0 โดย สัมผัสเสียงที่ 8 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นเสียงคือ <1%เทียบเท่ากับ TWA8 <56.8 เดซิเบลเอ และระดับที่มากที่สุดคือระดับ 5 โดย สัมผัสเสียงที่ 8 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นเสียงคือ > 500% เทียบเท่ากับ TWA8 > 101.65 เดซิเบลเอ ในระดับนี้ในบางบริษัทพบว่า แนะนำให้ใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม และแนะนำให้ใส่ Dual HPD คือใส่ Ear muff ทับกับ Ear plug

การประเมินสุขภาพตามความเสี่ยงของเสียง

Table 10 Daily noise exposure ready-reckoner

Sound pressure level, L_{Aeq} (dB(A))	Duration of exposure										Total exposure points (sum of points from individual exposure components)	Daily noise exposure $L_{EP,d}$ (dB(A))
	2 min	5 min	15 min	30 min	1 h	2 h	4 h	8 h	10 h	12 h		
120	1300										320000	120
110	130	330	1000	2000							32000	110
105	42	105	315	625	1250						10000	105
100	13	34	100	200	395	790	1600				3200	100
98	8	22	60	125	250	500	1000	2000			2000	98
97	7	17	50	100	200	395	790	1600	2000		1600	97
95	4	10	32	65	125	250	500	1000	1250	1500	1000	95
94		8	26	50	100	200	395	790	1000	1200	790	94
93		7	20	40	80	160	315	630	790	950	630	93
92		5	16	32	65	125	250	500	625	750	500	92
91		4	12	26	50	100	200	400	500	595	400	91
90			10	20	40	80	160	315	395	475	315	90
89			8	16	32	65	125	250	315	375	250	89
88			6	12	26	50	100	200	250	300	200	88
87			5	10	20	40	80	160	200	240	160	87
86			4	8	16	32	65	125	155	190	125	86
85				6	13	26	50	100	125	150	100	85
84				5	10	20	40	80	100	120	80	84
83				4	8	16	32	65	80	95	65	83
82					6	13	26	50	65	75	50	82
81					5	10	20	40	50	60	40	81
80					4	8	16	32	40	48	32	80
79						6	13	26	32	38	26	79
78						5	10	20	26	30	20	78
75							5	10	13	15	10	75

Above upper exposure action value ($L_{EP,d}$ 85 dB(A))
Above lower exposure action value ($L_{EP,d}$ 80 dB(A))
Below lower exposure action value ($L_{EP,d}$ 80 dB(A))

ภาพที่ 3 การสัมผัสเสียงรายวันของ

ที่มา: Health Safety and Environment (2005)

Lower exposure action values คือ ค่าปฏิบัติการขั้นต่ำกำหนดเท่ากับ สัมผัสรายวันหรือรายสัปดาห์ เท่ากับ 80 เดซิเบลเอ หรือ เท่ากับระดับเสียงสูงสุด 135 เดซิเบลซี

Upper exposure action values คือ ค่าปฏิบัติการขั้นสูงกำหนดเท่ากับ สัมผัสรายวันหรือรายสัปดาห์ เท่ากับ 85 เดซิเบลเอ หรือ เท่ากับระดับเสียงสูงสุด 137 เดซิเบลซี

Exposure limit values คือ คือ ค่าขีดจำกัดเสียงกำหนดเท่ากับ สัมผัสรายวันหรือรายสัปดาห์ เท่ากับ 87 เดซิเบลเอ หรือ เท่ากับระดับเสียงสูงสุด 140 เดซิเบลซี

ตารางที่ 11 มาตรการควบคุมความเสี่ยงจากเสียงดังและเฝ้าระวังทางสุขภาพ

ระดับ	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
1. At or Above upper exposure action level (Upper EAV) ตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป	- ลดการสัมผัสเสียงให้สัมผัสระดับเสียงที่ต่ำกว่าระดับค่าขีดจำกัดเสียง และหาสาเหตุของเสียงที่ดังพร้อมทั้งใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินให้มีระดับต่ำกว่า ELV - ต้องลดการสัมผัสเสียงดังให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยวิธีทางวิศวกรรมและโปรแกรมขององค์กรตัวอย่าง - การเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ผลิตเสียงที่ต่ำที่สุด - การออกแบบสถานที่ทำงานสถานีงานและที่พักของพนักงานที่เหมาะ - ระบบการอบรมพนักงานที่เหมาะสมและเพียงพอในการทำงานกับเสียงดัง เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังที่ถูกต้องและถูกวิธี - การลดเสียงดังด้วยวิธีวิศวกรรม - มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เหมาะสม - การจำกัดการสัมผัสความถี่และความเข้มข้นของเสียงที่เหมาะสม	- เมื่อพนักงานทำงานสัมผัสเสียงตั้งแต่ระดับมากกว่า EAV ขึ้นไปเป็นประจำ - เมื่อพนักงานทำงานสัมผัสเสียงตั้งแต่ระดับมากกว่า EAV ขึ้นไปเป็นเป็นบางครั้งแต่พิจารณาว่าการป้องกันต่าง ๆ ไม่เหมาะสม) - เมื่อพนักงานทำงานสัมผัสเสียงตั้งแต่ระดับมากกว่า EAV ขึ้นไปเป็นเป็นบางครั้งแต่พนักงานมีความเสี่ยงหรือมีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินมาก่อน เช่น ปัญหาการได้ยินก่อนหน้านี้ การทานยาหรือสัมผัสสารบางชนิดที่มีผลต่อหู เป็นต้น

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ระดับ	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
3. At or Above lower exposure action level (Lower EAV)	- การจัดตารางงานและเวลาพักที่เหมาะสม จัดให้เป็นพื้นที่ทำงานที่ต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์การได้ยิน (Hearing protection zones) โดยจำเป็นต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินตลอดเวลาการทำงานที่สัมผัสเสียง โดยจัดเป็นแบบถาวรหรือชั่วคราวได้ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน ไม่อนุญาตให้คนที่ไม่เกี่ยวข้องยกเว้นพนักงานที่ทำงานและต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินตลอดเวลาการทำงาน	- เมื่อพนักงานทำงานสัมผัสเสียงที่ระดับระหว่าง Lower and upper EAV แต่พนักงานมีความเสี่ยงหรือมีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินมาก่อน เช่น ปัญหาการได้ยินก่อนหน้านี้ การทานยาหรือสัมผัสสารบางชนิดที่มีผลต่อหู เป็นต้น
4. Below lower exposure action level	ไม่มี	ไม่มี

ที่มา: Health Safety and Environment (2005)

หมายเหตุ

1. ในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงเพื่อลดการสัมผัสเสียงของพนักงานเท่าที่จะทำได้ ระดับเสียงที่แนะนำให้พนักงานสัมผัสเสียงคือ 70-80 เดซิเบลเอ และหลีกเลี่ยงการลดระดับเสียงลงที่ต่ำกว่า 70 เดซิเบลเอ เพราะจะเป็นการป้องกันการได้ยินที่มากเกินไป (Over protection) และป้องกันอุบัติเหตุจากการไม่ได้ยินเสียงได้

2. การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) คือโปรแกรมการตรวจสุขภาพที่เหมาะสมเป็นประจำเพื่อตรวจอาการเริ่มต้นก่อนที่จะป่วยเพื่อป้องกันการดำเนินการของโรคโดยแพทย์

- ซักประวัติเกี่ยวกับสุขภาพในอดีต
- ผลสมรรถภาพการได้ยินจากงานก่อนหน้านี้ (ถ้ามี)
- ประวัติครอบครัวที่มีหูหนวกที่อายุน้อย
- จัดให้มีการตรวจการได้ยินก่อนเข้างานหรือเร็วที่สุดเมื่อได้รับสัมผัสเสียงแล้ว และตรวจการได้ยินทุกปีใน 2 ปีแรก และหลังจากนั้นตรวจทุก 3 ปี หรือจะตรวจบ่อยขึ้นถ้ามีความผิดปกติทางการได้ยินหรือมีความเสี่ยงสูงของทำลายการได้ยิน

3. การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) สำหรับพนักงานที่พบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินและได้รับการตรวจโดยแพทย์แล้ว พบว่า สาเหตุมาจากการสัมผัสเสียงดังให้ดำเนินการดังนี้

- แจ้งพนักงานให้ทราบ
- ทบทวนการประเมินความเสี่ยง
- ทบทวนการลดระดับสิ่งคุกคาม การใส่อุปกรณ์ป้องกัน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์
- เปลี่ยนหน้างานให้พนักงานลดหรืองดการสัมผัสสิ่งคุกคามเสียง
- การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) อย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชญานันท์ ภู่ศรี (2566) ศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสเสียงดังของผู้ปฏิบัติงานสร้างถนนในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสเสียงดังของผู้ปฏิบัติงานในงานก่อสร้างถนนที่จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพิจารณาจากระยะเวลาและค่าความเข้มเสียงที่เกิดจากเครื่องจักรใน 4 ลักษณะงาน ได้แก่ 1) งานเจาะเปิดผิวถนน 2) งานเกรดดินปรับผิวถนน 3) งานบดอัดดินปรับผิวถนน และ 4) งานตัดแผ่นคอนกรีต ผลการวิจัยพบว่า งานตัดแผ่นคอนกรีตมีระดับความดังเสียงสูงสุดถึง 102.20 dB(A) ซึ่งเกินมาตรฐานกำหนด ส่วนงานเจาะเปิดผิวถนน งานบดอัดดินปรับผิวถนน และงานเกรดดินปรับผิวถนนมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานกำหนดที่ 99.60, 88.80 และ 87.20 dB(A) ตามลำดับ พบว่า งานตัดแผ่นคอนกรีตและงานเจาะเปิดผิวถนนมีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับอันตรายจากเสียงดัง

Laal, Hormozi, Madvari, Noorizadeh, and Chahak (2017) งานวิจัยเรื่อง การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสสารเคมีในโรงงานการผลิตยาปราบศัตรูพืช การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางที่ดำเนินการในหน่วยต่าง ๆ ของโรงงานผลิตสารกำจัดศัตรูพืช สารเคมีได้แก่ เบนซีน, โทลูอีน, อีธิลเบนซีน, ไซลีน, CO, NO, NO_2 และ N_2S แล้ว จึงคำนวณระดับความเสี่ยงการสัมผัสของพนักงานต่อสารเคมีเหล่านั้น และระดับความเสี่ยงด้านสุขภาพ อัตราความเสี่ยง (HR) สูงสุดในทุกหน่วยงานเกี่ยวข้องกับเบนซีน และอัตราความเสี่ยงต่ำสุดเกี่ยวข้องกับ NO และ N_2S ในหน่วยผง (Powder unit)

เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique)

การประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายในการวิจัย

เทคนิคการทำนายที่มีต้นกำเนิดจากสมัยกรีกโบราณ ในยุคแรกของการใช้เทคนิคเดลฟายใช้ในการประเมินผลกระทบจากการทิ้งระเบิดนิวเคลียร์จำนวนมากในกองทัพ โดยการรวบรวมและรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เชื่อถือมากได้ที่สุดในขณะนั้น ในปัจจุบัน เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในสาขาสายสุขภาพ เศรษฐศาสตร์ และการเงิน เหมาะสำหรับปัญหาที่ไม่มีการจัดการที่ชัดเจนและต้องการความเห็นส่วนใหญ่จากผู้เชี่ยวชาญ (Thangaratinam & Redman, 2005) คุณลักษณะทั่วไปของเทคนิคเดลฟายประกอบด้วย การไม่เปิดเผยตัวตนของผู้เชี่ยวชาญ การดำเนินการส่งแบบสอบถามซ้ำ และการตอบสนองของกลุ่มทางสถิติ (Ouper, 1984) เทคนิคนั้นมีสองประเภท ได้แก่ เทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิมและเทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง (Meesil, 2016)

ข้อตกลงเบื้องต้นของเทคนิคเดลฟาย (บุญมี พันธุ์ไทย, 2565)

1. การตัดสินใจโดยใช้กลุ่มบุคคลจะมีความตรงมากกว่าการตัดสินใจโดยคนคนเดียว และการตัดสินใความตรงมากขึ้น หากผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มประกอบด้วยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในประเด็นนั้น ๆ

2. การตัดสินใจโดยกลุ่มบุคคลจะมีความเที่ยงมากขึ้น และหากไม่มีการเผชิญหน้าระหว่างสมาชิกในกลุ่มจะสามารถลดผลกระทบจากอทธิพล จากอคติและความคิดของกลุ่มได้

คุณลักษณะทั่วไปของเทคนิคเดลฟาย

1. การไม่เปิดเผยตัวตันของผู้เชี่ยวชาญ ความเป็นอิสระของการแสดงความคิดเห็น การเห็นด้วยหรือข้อโต้แย้ง

2. การดำเนินการส่งแบบสอบถามซ้ำ ผู้เชี่ยวชาญตอบคำถามให้รอบแรก ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามที่เตรียมไว้ จากนั้นจะนำผลตอบรับจากแบบสอบถามก่อนหน้านี้มาส่งให้กับผู้เชี่ยวชาญซ้ำอีกครั้ง และแจ้งให้ทราบถึงความคิดเห็นรวมกลุ่มและข้อโต้แย้งสำหรับแต่ละมุมมอง

3. การตอบสนองของกลุ่มทางสถิติ การตอบคำถามถูกประเมินโดยใช้สเกลการให้คะแนนแบบลิเคิร์ต (Likert scale) พร้อมกับค่ามัธยฐานหรือช่วงควอไทล์ที่ได้ และส่งกลับไปยังผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ประเภทของเทคนิคเดลฟาย

1. เทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิม เริ่มต้นด้วยแบบสอบถามแบบปลายเปิดและตามด้วยแบบสอบถามที่ปิดโดยใช้สเกลการให้คะแนน ข้อเสียของวิธีนี้คือการทำซ้ำแบบสอบถามที่อาจทำให้ผู้เชี่ยวชาญลดอัตราการตอบกลับ เนื่องจากแบบสอบถามที่เป็นปลายเปิดใช้เวลาตอบนาน

2. เทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง การรวบรวมความเห็นพ้องของผู้เชี่ยวชาญแทนการใช้แบบสอบถาม เพราะวิธีนี้ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเทคนิคการสัมภาษณ์

การประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายในการวิจัย การใช้เทคนิคเดลฟายในการวิจัยนั้นมีต้นกำเนิดจากสมัยกรีกโบราณ โดยเริ่มต้นจากการประเมินผลกระทบของการทิ้งระเบิดนิวเคลียร์จำนวนมากต่อกองทัพ โดยการรวบรวมและรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เชื่อถือได้ที่สุด ในปัจจุบันเทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในสาขาการดูแลสุขภาพ เศรษฐศาสตร์ และการเงิน เหมาะสำหรับปัญหาที่ไม่มีการจัดการที่ชัดเจนและต้องการความเห็นพ้องจากผู้เชี่ยวชาญ คุณลักษณะทั่วไปของเทคนิคเดลฟายประกอบด้วย ความเป็นนิรนาม การดำเนินการแบบสอบถามที่ทำซ้ำ และการตอบสนองของกลุ่มทางสถิติ เทคนิคนั้นมีสองประเภท ได้แก่ เทคนิคเดลฟายแบบดั้งเดิมและเทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง

1. การเลือกผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญควรมีความรู้และประสบการณ์ในประเด็นที่เฉพาะเจาะจง ผู้วิจัยควรกำหนดและให้เหตุผลสำหรับเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญในงานศึกษาของ

ตน หากเลือกผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 17 คน การลดความผิดพลาดจะมีนัยสำคัญน้อย (บุญมี พันธุ์ไทย, 2565)

2. การวัดความเห็นพ้องสำหรับงานวิจัยเดลฟาย เป็นวิธีสำคัญในการวิเคราะห์เดลฟายและการตีความข้อมูลเพื่อรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและสถิติเชิงพรรณนา มีเทคนิคการวัดหลายอย่าง เช่น จำนวนรอบที่กำหนด ระดับความเห็นพ้องที่แน่นอน เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความคิดเห็นส่วนใหญ่ การใช้คะแนนค่าเฉลี่ย/ ค่ามัธยฐาน การจัดอันดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ช่วงควอไทล์ สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

โดยทั่วไปใช้ระดับความเห็นพ้องเพราะเหมาะสำหรับแบบสอบถามที่ใช้สเกลลิเคิร์ตในการประเมินความเห็นพ้อง และเสนอวิธีการวัดความเห็นพ้องที่หลากหลาย เช่น การเห็นพ้องที่อย่างน้อย 60% ของผู้ตอบแบบสอบถามและมากกว่า 80% บนสเกลลิเคิร์ต 5 ตำแหน่ง ของคะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5 (von der Gracht, 2012)

3 ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิคเดลฟาย

ข้อดีของเทคนิคเดลฟายรวมถึงการรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ไม่จำเป็นต้องมีการประชุมแบบเจอหน้า ผู้เข้าร่วมสามารถรักษาความเป็นนิรนามและการสะท้อนความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ข้อเสียของเทคนิคเดลฟายรวมถึงความคลุมเครือเกี่ยวกับขนาดของผู้เชี่ยวชาญและระดับความเห็นพ้อง เกณฑ์การเลือกผู้เชี่ยวชาญที่หลากหลาย ความเหนื่อยล้าของผู้เชี่ยวชาญ และเวลาการตอบกลับที่ยาวนาน (How The Delphi Method Works, 2019)

ตารางที่ 12 จำนวนผู้เชี่ยวชาญและช่วงความคลาดเคลื่อน

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนลดลง
1-5	1.2-.07	0.50
5-9	0.7-0.58	0.12
9-13	0.58-0.54	0.04
13-17	0.54-0.5	0.04
17-21	0.50-0.48	0.02
21-24	0.48-0.46	0.02
25-29	0.46-0.44	0.02

ที่มา: บุญมี พันธุ์ไทย (2565)

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) เป็นการศึกษาเพื่อสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน และนำให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์ที่ได้รับอนุมัติบัตรหรือวุฒิบัตร แสดงความคิดเห็นเพื่อตรวจคุณภาพและความตรง โดยการทำแบบประเมินเพื่อนำความคิดเห็นมาปรับปรุงและแก้ไข ตามเทคนิคโมดิฟายเดลฟาย (Modified delphi) หลังจากที่ได้เครื่องมือที่แก้ไขแล้วนำเครื่องมือมาทดลองใช้กับกรณีศึกษาในพนักงานโรงงานแบตเตอรี่ในภาคกลาง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

1. แพทย์อาชีวเวชศาสตร์ได้รับอนุมัติบัตรหรือวุฒิบัตร จำนวน 249 คน ข้อมูลจากแพทยสภา ณ วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2565
2. พนักงานที่เป็นกรณีศึกษาของโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง จำนวน 1,024 คน

กลุ่มตัวอย่าง

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ในงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความคิดเห็นสำหรับการตรวจคุณภาพและความตรงของเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน กลุ่มตัวอย่างคือผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร มีหนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขา เวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 17 คน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของเทคนิคเดลฟาย (บุญมี พันธ์ไทย, 2565) เพื่อป้องกันกลุ่มตัวอย่างยุติการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อแทนการสูญหายอีกร้อยละ 20 คน คิดเป็น 4 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดคิดเป็น 21 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษา

พนักงานของโรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่มีการรับสัมผัสเสียงดังหรือ เสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจำนวน 28 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์แบบ Purposive Sampling โดยผู้เชี่ยวชาญประจำที่โรงเรียนแพทย์ที่อบรมแพทย์ประจำบ้านหรือแพทย์ที่ประจำอยู่โรงพยาบาลทั่วไป ทุกภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- 2. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษา เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างพนักงานของโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง แบบ Purposive Sampling โดยเป็นพนักงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดัง หรือ เสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

เกณฑ์คัดเข้า

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวเวชศาสตร์

1. ยินยอมเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ
2. ผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 3 เดือน

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษา

1. พนักงานของโรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่ทำงานสัมผัสเสียงดัง และ/หรือเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

เกณฑ์คัดออก (ทั้งกลุ่มตัวอย่างและกรณีศึกษา)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ขอยุติการเข้าร่วมการวิจัยก่อนงานวิจัยเสร็จสิ้น
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ไม่สามารถตอบแบบประเมินเครื่องมือได้ทุกครั้งตามกรอบเวลากำหนด
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยตอบแบบสอบถามไม่ครบทุกข้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ทบทวนวรรณกรรมเพื่อสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยคำที่ใช้หาข้อมูล คือ เมตริกซ์ ประเมินความเสี่ยง และเสียง ผ่านทางเว็บเพจ คือ Google, Google scholar, Pubmed และมีลักษณะการเลือกข้อมูล คือ กฎหมาย แนวทางปฏิบัติ Textbook ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้สำหรับมาทำเป็นmatrix 3x3 (รายละเอียดในเอกสารภาคผนวก)

2. แบบประเมินเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การสร้างแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงในรอบแรก เป็นแบบสอบถามที่ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพและความตรง โดยแบบสอบถามในรอบแรก ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง แบบสอบถามประเมินความเสี่ยงเครื่องมือเป็นแบบปลายปิดโดยใช้มาตรวัดลิเคิร์ท (Likert rating scale) พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในแต่ละข้อในช่องว่างคำถามท้ายข้อ ได้แก่ แบบประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แบบประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลรมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การสร้างแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงในรอบสอง หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาตอบกลับคำถามรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้นำคะแนนมาคิดว่าอยู่ในช่วงยอมรับได้หรือไม่ รวมถึงนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงเครื่องมือประเมินความเสี่ยง และได้สร้างแบบสอบถามประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงอีกครั้ง โดยมีทั้งหมด 2 ส่วนเป็นแบบปลายปิดโดยใช้มาตรวัดลิเคิร์ท (Likert rating scale) ได้แก่ แบบประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงทั้งสองชนิด

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยทำเป็นแบบประเมินเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

2.1 Content Validity เพื่อตรวจคุณภาพและความตรง ความเหมาะสมของเครื่องมือโดยประเมินเป็นแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตรวัดลิเคิร์ท (Likert rating scale) พร้อมทั้งอาจให้คำแนะนำเพิ่มเติม และส่งให้คณาจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์(รายละเอียดในภาคผนวก) จำนวน 3 ท่าน เกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาออกมาเป็นดัชนีความสอดคล้องรายข้อ (Item-Objecive Congruence Index: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร IOC = $\sum$R/ N

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ $\sum$R แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม ที่มีคะแนน IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 สามารถนำไปใช้ได้

ข้อคำถาม ที่มีคะแนน IOC น้อยกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุง

แบบประเมินสำหรับการการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจะมีการปรับปรุงจนกว่าคะแนน IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 พบว่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลดัชนีความสอดคล้องรายข้อ (Item-Objecive Congruence Index: IOC) มีค่าเท่ากับ 0.67-1.00

การตรวจคุณภาพและความตรงของเครื่องมือ

โดยแบบประเมินที่ผ่านการตรวจคุณภาพและความเชื่อมั่นแล้ว ได้ส่งแบบประเมินเครื่องมือให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์ อย่างน้อยจำนวน 2 รอบ

รอบแรก แบบประเมินเครื่องมือปลายปิดโดยใช้มาตรวัดลิเคิร์ท (Likert rating scale) โดยให้ผู้ตอบแบบประเมินเครื่องมือแสดงความพึงพอใจหรือแสดงความคิดเห็นด้วย 5 ระดับของแต่ละข้อคำถาม รวมถึงให้แสดงความคิดเห็นผ่านคำถามปลายเปิดด้วย คะแนนความพึงพอใจแต่ละข้อ

5 หมายถึง เห็นด้วยที่สุด หรือ พึงพอใจที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ พอใจ

3 หมายถึง เฉย ๆ หรือ ปานกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ไม่พึงพอใจ

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง

พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในแต่ละข้อในช่องว่างคำถามท้ายข้อ ส่งแบบประเมินเครื่องมือให้ผู้แพทย์เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์ มีระยะเวลาในการตอบกลับแบบสอบถามเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เมื่อได้รับการตอบรับกลับแล้วนำประเมินเครื่องมือ การวิเคราะห์โดยใช้ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) มากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งใช้คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5 (Sum of proportions of level 4 and 5) มากกว่าร้อยละ 80 หลังจากประเมินความนำมาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์จากเสียงที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

รอบสอง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบแรก ส่งแบบประเมินเครื่องมือโดยเป็นแบบประเมินแบบเดียวกับรอบแรก และการวิเคราะห์ใช้ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) มากกว่าร้อยละ 80 และนำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำ และทำแบบเดิมจนกว่าจะอยู่ในเกณฑ์ผ่าน ก่อนที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษาต่อไป

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

2. สร้างแบบประเมินเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

3. ส่งประเมินเครื่องมือให้ผู้แพทย์เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์ทั้งหมด 21 คน ประเมินทั้งหมดอย่างน้อยสองรอบ

4. นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

5. นำเครื่องมือการเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินไปการทำการทดสอบใช้จริงในโรงงานแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

แผนงานดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 13 กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	เดือนที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ทบทวนวรรณกรรม	→											
2. พัฒนาเครื่องมือวิจัย			→									
3. ส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญตรวยสอบรอบที่ 1				→								
4. นำเครื่องมือกลับมาปรับปรุง												
5. ส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญตรวยสอบรอบที่ 2							→					
6. นำเครื่องมือกลับมาปรับปรุง								→				
7. นำเครื่องมือมาทดลองใช้ในสถานประกอบการ								→				
8. วิเคราะห์ข้อมูล									→			
9. เขียนรายงานวิจัย										→	→	→
10. ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิชาการ										→	→	→

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผ่านจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 รหัสโครงการ G-HS116/ 2566(E1) ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้ข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยครบถ้วนและให้ความสมัครใจในการเลือกที่จะเข้าร่วมงานวิจัย เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยตกลงที่จะเข้าร่วมงานวิจัยจะให้มีการลงนามยิมยอมความสมัครใจ ข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลในการวิจัยของผู้เข้าร่วมวิจัยจากแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทั้งในกระบวนการเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการรายงานข้อมูล การวิเคราะห์ผลและรายงานผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวมเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการเท่านั้นและจะไม่กระทบต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด สำหรับอธิบายข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 1

ส่วนที่ 3 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 2

ส่วนที่ 4 กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 21)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. อายุ (ปี)		
21-30 ปี	3	14.29
31-40 ปี	16	76.19
41-50 ปี	1	4.76
51-60ปี	1	4.76
ค่าเฉลี่ย (+/- S.D.)	33.85 (5.9)	
ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	29-56	
2. เพศ		
หญิง	8	
ชาย	13	
3. ระดับการศึกษาสูงสุด		
ปริญญาโท	21	100.00
4. สาขาผู้เชี่ยวชาญ		
แพทย์อาชีวเวชศาสตร์ แบบวุฒิบัตร	20	95.23
แพทย์อาชีวเวชศาสตร์ แบบอนุมัติบัตร	1	4.77

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 21)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5. ระยะเวลาประสบการณ์ทำงาน (ปี)		
ค่าเฉลี่ย (+/- S.D.)	3.17(4.13)	
ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	0.75 – 17	

จากตารางที่ 14 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 21 ท่าน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 76.19 ปี รองลงมามีอายุระหว่าง 21-40 ปี ร้อยละ 14.29 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 33.85 ปี มีอายุต่ำสุด 29 ปี สูงสุด 56 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาโทร้อยละ 100 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้เชี่ยวชาญแพทย์สาขาอาชีวเวชศาสตร์แบบ ร้อยละ 95.23 ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 3.17 ปี (3 ปี 2 เดือน) โดยมีประสบการณ์ทำงานต่ำสุด 0.75 ปี (9 เดือน) ประสบการณ์ทำงานสูงสุด 17 ปี

ส่วนที่ 2 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 1

ในการตอบแบบสอบถามรอบแรก ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 21 คน ตอบคำถามกลับทุกข้อซึ่งเป็นคำถามเป็นแบบปลายปิดโดยใช้มาตรวัดลิเคิร์ท (Likert rating scale) 5 ระดับ

1. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 15 จำนวน (ร้อยละ) ของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์การรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน					
1. เครื่องมือสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้น	13(61.90)	5(23.81)	3(14.29)	0(0.00)	0(0.00)
2. เครื่องมือพิจารณาจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating)	11(52.37)	3(14.29)	3(14.29)	1(4.76)	3(14.29)
3. ตารางระดับความเข้มข้นของเสียงดังแบ่งเป็น 4 ระดับ	10(47.62)	5(23.81)	1(4.76)	4(19.05)	1(4.76)
4. ตารางระดับความดังของเสียงดังแบ่งเป็น 4 ระดับ	10(47.62)	7(33.33)	1(4.76)	2(9.53)	1(4.76)
5. ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังเป็นการสัมผัสแบบต่อเนื่องที่ต้องมีการสัมผัสแบบทุกวันหรือทุกสัปดาห์ แบ่งเป็น 5 ระดับ	6(28.57)	5(23.81)	3(14.29)	4(19.04)	3(14.29)
6. ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังระดับที่ 5 แบ่งเป็น สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วโมง ต่อ กะ หรือ มากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์	7(33.33)	3(14.29)	2(9.52)	6(28.57)	3(14.29)
7. ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) จากตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง และตารางระดับความดังของเสียง โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5*4	8(38.10)	6(28.57)	2(9.52)	3(14.29)	2(9.52)
8. ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) แบ่งเป็น 4 ระดับ	7(33.33)	7(33.33)	1(4.76)	4(19.06)	2(9.52)
9. ตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating) โดยเน้นไปที่ระบบการได้ยิน แบ่งเป็น 5 ระดับ	4(19.06)	3(14.28)	3(14.28)	3(14.28)	8(38.10)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
10. ตารางระดับความเสี่ยงจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating)	7(33.34)	5(23.81)	2(9.52)	5(23.81)	2(9.52)
11. ตารางระดับความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังแบ่งเป็น 5 ระดับ	9(42.86)	5(23.81)	4(19.05)	0(0.00)	3(14.28)
12. ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยงมีความเหมาะสม	6(28.57)	6(28.57)	7(33.34)	1(4.76)	1(4.76)
13. ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพมีความเหมาะสม	3(14.29)	8(38.10)	7(33.33)	2(9.52)	1(4.76)
14. หมายเหตุเพิ่มเติมมีความเหมาะสม	6(28.57)	7(33.33)	5(23.81)	2(9.52)	1(4.77)

จากตารางที่ 15 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเครื่องสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้นมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 61.90 เครื่องมือพิจารณาจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.37 ตารางระดับความเข้มข้นและความดังของเสียงดังแบ่งเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 47.62 ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังออกแบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57 ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังระดับที่ 5 แบ่งเป็น สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วโมง ต่อกะ หรือมากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) จากตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง และตารางระดับความดังของเสียง โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5*4 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 38.10 ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) แบ่งเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating) โดยเน้นไปที่ระบบการได้ยิน แบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 19.06 ตารางระดับความเสี่ยงจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง

(Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.34 ตารางระดับความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังแบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.86 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 14.29 หมายเหตุเพิ่มเติม อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57

ตารางที่ 16 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1

คำถาม	**คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5**	**ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย**
1. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงเฉพาะเสียงต่อเนื่องเท่านั้น	85.71	ยอมรับ
2. ความเหมาะสมในการสร้างเครื่องมือจากโอกาสการรับสัมผัสเสียงและระดับผลกระทบต่อสุขภาพ	66.67	ไม่ยอมรับ
3. ความเหมาะสมของระดับความดังของเสียง (ตามระดับความเข้มข้นเสียง)	71.42	ไม่ยอมรับ
4. ความเหมาะสมของระดับความดังของเสียง (ตามระดับความดังเสียงเป็นหน่วยเดซิเบล)	80.95	ยอมรับ
5. ความเหมาะสมในการสร้างตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง	52.38	ไม่ยอมรับ

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คำถาม	คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5	ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย
6. ความเหมาะสมในการสร้างตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังระดับที่ 4 และ 5	47.62	ไม่ยอมรับ
7. ความเหมาะสมในการสร้างตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียงเป็นเมตริกซ์แบบ 5x4	66.67	ไม่ยอมรับ
8. ความเหมาะสมในการแบ่งระดับของตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียงเป็น 4 ระดับ	66.67	ไม่ยอมรับ
9. ความเหมาะสมในการสร้างตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ	33.33	ไม่ยอมรับ
10. ความเหมาะสมในการสร้างตารางระดับความเสี่ยงเมทริกซ์แบบ 5x4	57.14	ไม่ยอมรับ
11. ความเหมาะสมในการแบ่งระดับของตารางระดับความเสี่ยงเป็น 5 ระดับ	66.67	ไม่ยอมรับ
12. ความเหมาะสมของตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง	57.14	ไม่ยอมรับ
13. ความเหมาะสมของตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	52.38	ไม่ยอมรับ
14. ความเหมาะสมของหมายเหตุเพิ่มเติม	61.90	ไม่ยอมรับ

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินที่ทำเป็นแบบเมตริกซ์ โดยทำเป็นตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และระดับ

ผลกระทบต่อสุขภาพ (Health risk rating) สำหรับโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) พิจารณาจากความถี่ในการสัมผัสเสียงดังและระดับความดังของเสียง ผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ความเห็นว่าการทำเป็นตารางแบบเมตริกซ์นี้อาจไม่เหมาะสม พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Health risk rating) มีความไม่เหมาะสม พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ โดยมีความเห็นว่าไม่ควรใช้ระดับผลกระทบต่อสุขภาพ ในการนำมาพิจารณา บางท่านให้ความเห็นว่าผลกระทบต่อสุขภาพจากเสียงทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ซึ่งมีความรุนแรงหลายระดับตั้งแต่ ไม่มีอาการ อาการเล็กน้อยจนถึงรุนแรงที่มีผลกระทบต่อการสื่อสาร นอกจากนี้การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ดังนั้นจึงมีความเห็นว่าระดับผลกระทบต่อสุขภาพไม่เป็นปัจจัยที่จะใช้ในการประเมินความเสี่ยง ควรพิจารณาความเสี่ยงโอกาสการรับสัมผัส ได้แก่ ระยะเวลารับสัมผัสและระดับความดังของเสียงเท่านั้น อีกท่านให้ความเห็นคล้ายคลึงกันว่าการพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพเป็นการประเมินโดยรวมของผลกระทบของเสียง ซึ่งไม่น่าจะแบ่งตามอาการระบบการได้ยินเป็นขั้นได้ เนื่องจากสามารถพบทั้งผู้ที่มีอาการและอาจจะไม่แสดงอาการ รวมไปถึงผู้ที่สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินแต่ยังสื่อสารได้หรือไม่สามารถสื่อสารได้ แต่หากมีการประเมินระดับรายบุคคลอาจมีประโยชน์ในการจัดการเป็นรายบุคคลเท่านั้น บางท่านให้ความเห็นว่าควรกำหนดเลยว่าความรุนแรงระดับไหน เช่น ควรเป็นระดับ 3 หรือ 4 เพราะการสูญเสียสมรรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง ไม่สามารถรักษาให้หายได้หรือสูญเสียถาวรได้ เป็นต้น

การสร้างตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังเป็นการสัมผัสแบบต่อเนื่องโดยต้องมีการสัมผัสแบบทุกวันหรือทุกสัปดาห์ เนื่องจากการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินในงานวิจัยนี้คำนึงถึงการสูญเสียการได้ยินที่สัมผัสเสียงดังเป็นเวลานาน ๆ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งการจัดระดับในลำดับที่ 5 จัดระดับการสัมผัสที่ 7 ชั่วโมงต่อกะ เนื่องจากเห็นว่าการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่ 8 ชั่วโมงต่อกะ แต่เนื่องพนักงานมีพักเบรกและอื่น ๆ ซึ่งมีโอกาสที่จะสัมผัสเสียงครบ 8 ชั่วโมงต่อกะน้อยกว่าความเป็นจริง จึงจัดระดับสัมผัสที่ 7 ชั่วโมงแทน 8 ชั่วโมง และพบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 80 (อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ) โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรจัดชั่วโมงการสัมผัสที่ 8 ชั่วโมง จะเหมาะสมกว่าและเข้าใจง่ายกว่าสำหรับผู้ประเมิน

การสร้างตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) จากตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง และตารางระดับความดังของเสียง โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5x4 ซึ่งสามารถจัดลำดับ

คะแนนได้ตั้งแต่ 1-20 พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ

การสร้างตารางระดับความเสี่ยงจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating) โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5X4 ซึ่งสามารถจัดลำดับคะแนนได้ตั้งแต่ 1-20 และตารางระดับความเสี่ยงแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยระดับความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นตามระดับการรับสัมผัสประเมินร่วมกับระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ระดับความเสี่ยงสูงมาก เมื่อการรับสัมผัสบ่อยและความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพมาก เป็นต้น พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ ควรจะปรับตารางให้มีความเหมาะสมมากกว่านี้

2. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 17 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1

หัวข้อการประเมิน	**จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง**				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	**เห็นด้วย (4)**	**เห็นด้วยปานกลาง (3)**	**ไม่เห็นด้วย (2)**	**ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)**
เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน					
1. ควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	17(80.95)	2(9.53)	1(4.76)	0(0.00)	1(4.76)
2. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยินพิจารณาจากโอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event)	11(52.38)	5(23.81)	3(14.29)	1(4.76)	1(4.76)

ตารางที่ 17 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
3. โอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event) แบ่งเป็นโอกาสในการรับสัมผัสระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน ที่รับระดับความเข้มของเสียงที่ต่างกัน	11(52.38)	6(28.58)	2(9.52)	1(4.76)	1(4.76)
4. ค่าความดังเสียงเฉลี่ยที่สัมผัสในเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน ให้ใช้สูตรในการคำนวน TWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน) จากสูตรTWA = 10. 0x $\log_{10}$ (D/100) + 85	17(80.96)	2(9.52)	1(4.76)	1(4.76)	0(0.00)
5. เมื่อสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ให้คิดค่า TLV-TWA ตามสูตร องค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist : *ACGIH*)	12(57.15)	5(23.81)	2(9.52)	1(4.76)	1(4.76)
6. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน กับระดับสัมผัสสารเคมีแบ่งตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL)	10(47.62)	5(23.81)	1(4.76)	2(9.52)	3(14.29)

ตารางที่ 17 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
7. ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ	7(33.33)	8(38.10)	2(9.52)	3(14.29)	1(4.76)
8. ระดับสัมผัสสารเคมี แบ่งตามระดับความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ	9(42.86)	4(19.05)	1(4.76)	6(28.57)	1(4.76)
9. มาตรการควบคุมความเสี่ยงของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่ผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม	9(42.87)	7(33.33)	2(9.52)	2(9.52)	1(4.76)
10. มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่ผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม	9(42.85)	4(19.05)	3(14.29)	3(14.29)	2(9.52)

จากตารางที่ 17 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 80.95 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยินพิจารณาจากโอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.38 โอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event) แบ่งเป็นโอกาสในการรับสัมผัสระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน ที่รับระดับความเข้มของเสียงที่ต่างกัน อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.38 ค่าความดังเสียงเฉลี่ยที่สัมผัสในเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน ให้ใช้สูตรในการคำนวน TWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน) จากสูตร TWA = 10.0x $\log_{10}$ (D/100) + 85 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 80.96 เมื่อสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ให้คิดค่า TLV-TWA ตามสูตร องค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา

(American Conference of Governmental Industrial Hygienist : *ACGIH*) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 57.15 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน กับระดับสัมผัสสารเคมีแบ่งตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 47.62 ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ระดับสัมผัสสารเคมี แบ่งตามระดับความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.86 มาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.87 มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.85

ตารางที่ 18 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 1

คำถาม	**คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5**	**ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย**
1. ความเหมาะสมในการมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของสารที่เคมีเป็นพิษต่อหูร่วมกับการเสียงดัง	90.47	ยอมรับ
2. ความเหมาะสมในการสร้างเครื่องมือจากโอกาสในการเกิดความเสี่ยง	76.19	ไม่ยอมรับ
3. ความเหมาะสมในการสร้างตารางโอกาสในการรับสัมผัสจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน	80.95	ยอมรับ
4. ความเหมาะสมในการใช้สูตรการหา $TWA_{(8)}$เมื่อลูกจ้างสัมผัสเสียงดังไม่เท่ากันตลอดการทำงานของแต่ละวัน	90.47	ยอมรับ

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คำถาม	คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5	ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย
5. ความเหมาะสมในการใช้สูตรคำนวน TLV-TWA เมื่อเมื่อสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป	80.95	ยอมรับ
6. ความเหมาะสมในการสร้างเครื่องมือจากระดับสัมผัสสารเคมีและเสียง	71.42	ไม่ยอมรับ
7. ความเหมาะในการแบ่งระดับของการรับสัมผัสเสียงดัง	71.42	ไม่ยอมรับ
8. ความเหมาะในการแบ่งระดับการรับสัมผัสสารเคมี	61.90	ไม่ยอมรับ
9. ความเหมาะสมของตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง	76.19	ไม่ยอมรับ
10. ความเหมาะสมของตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	61.90	ไม่ยอมรับ

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความเห็นว่าควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่มีผลต่อหูร่วมกับเสียงดัง พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงยอมรับ

การสร้างเครื่องมือทำเป็นตารางเมตริกซ์ระหว่าง 1. ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน แบ่งเป็น 4 ระดับ 2. ระดับสัมผัสสารเคมี แบ่งเป็น 4 ระดับ ตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL) นำระดับการสัมผัสของเสี่ยงและสารเคมีมาจัดระดับความเสี่ยง (พิจารณาแค่ความเข้มข้นสารเคมีเท่านั้น เนื่องจากผลต่อสุขภาพพิจารณาแค่ผลที่มีต่อสมรรถภาพการได้ยินเท่านั้น ส่วนความถี่ในการสัมผัสยังมีข้อจำกัดของงานวิจัย) พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ โดยมีผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ความเห็นว่าควรพิจารณาการประเมินความเสี่ยงจากสิ่งคุกคามชนิดใดชนิดหนึ่งก่อน แล้วค่อยนำมาพิจารณาร่วมกัน เช่น ประเมินความเสี่ยงจากเสียงก่อนสารเคมี หรือ

สารเคมีก่อนเสียง เป็นต้น หรือผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ความเห็นที่คล้ายคลึงกัน คือ ประเมินความเสี่ยงจากเสียงก่อน แล้วค่อยประเมินความเสี่ยงจากสารเคมีโดยพนักงานที่ทำงานกับสารเคมีให้เพิ่มเป็นตัวคูณ (Multiplier) เข้าไปในคะแนนความเสี่ยงของเสียงอีกที เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำเพิ่มเติม คือตารางประเมินความเสี่ยงของสารเคมีควรจะจำแนกชนิดกันว่าเป็นสารเคมีที่มีผลร่วมกับเสียงแบบการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) หรือ การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) เพราะผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินมีระดับความรุนแรงความแตกต่างกัน

สำหรับพนักงานที่สัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ให้คิดค่าค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศที่ปลอดภัยสำหรับผู้ประกอบอาชีพจะได้รับในระยะเวลาไม่เกิน 8 ชั่วโมงทำงานติดต่อกันใน 1 วัน เป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ [Threshold Limit Value – Time-weighted Average (TLV-TWA)] ตามสูตรขององค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist : *ACGIH*) พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงยอมรับ อย่างไรก็ตามสูตรนี้ใช้ได้เฉพาะสารเคมีที่เป็นผลรวมเป็นการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) เท่านั้น ดังนี้การใช้สูตรนี้ต้องทราบก่อนว่าสารเคมีที่ใช้รวมกันมีผลรวมเป็นแบบใดและควรระวังในการใช้สารเคมีที่มีผลรวมแบบ (Synergistic effect) ซึ่งไม่สามารถใช้สูตรนี้ได้

คำแนะนำเพิ่มเติมในกรณี สารตะกั่ว อาจพิจารณานำผลตรวจระดับตะกั่วในเลือด (Blood lead level) มาใช้ประกอบในการประเมินความเสี่ยงแทนระดับตะกั่วในอากาศ เนื่องจากสถานการณ์จริง พนักงานโรงงานแบตเตอรี่หลายแห่ง มีระดับตะกั่วในเลือดสูงโดยระดับตะกั่วในอากาศไม่เกินร้อยละ 50 ค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL) เนื่องจากการตรวจวัดตะกั่วในอากาศแบบพื้นที่ (Area sampling) โดยไม่ได้ตรวจวัดแบบส่วนบุคคล (Personal sampling) เลยทำให้ค่าในอากาศต่ำกว่าที่เป็นจริงซึ่งผลตะกั่วในเลือดสะท้อนการรับสัมผัสได้ดีกว่า

ส่วนที่ 3 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 2

การแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญสำหรับการสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงรอบสองประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ มีผู้ตอบกลับทั้งหมด 18 ท่าน จากทั้งหมด 21 ท่าน

1. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 19 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์การรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน					
1. เครื่องมือสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้น	13(72.22)	4(22.22)	1(5.56)	0(0.00)	0(0.00)
2. เครื่องมือพิจารณาจากโอกาสการรับสัมผัสเสียง	15(83.33)	1(5.56)	2(11.11)	0(0.00)	0(0.00)
3. ความเสี่ยงจากเสียงดัง พิจารณาจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$	14(77.79)	1(5.55)	2(11.11)	1(5.55)	0(0.00)
4. การวัดระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อวัน $TWA_{(8)}$สามารถวัดได้จากปริมาณเสียงสะสมหรือแบบพื้นที่	13(72.22)	2(11.11)	2(11.11)	1(5.56)	0(0.00)
5. สูตรที่ใช้หาระดับเสี่ยงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$	13(72.22)	4(22.22)	1(5.56)	0(0.00)	0(0.00)
6. ตารางระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง แบ่งออกเป็น 3 ระดับตามระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8}$	14(77.79)	3(16.67)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
7. ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยงของเสียงดังมีความเหมาะสม	14(77.78)	2(11.11)	2(11.11)	0(0.00)	0(0.00)
8. ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพมีความเหมาะสม	13(72.23)	4(22.22)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
9. หมายเหตุเพิ่มเติมมีความเหมาะสม	14(77.78)	2(11.11)	2(11.11)	0(0.00)	0(0.00)

จากตารางที่ 19 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 พบว่าส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเครื่องมือสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้น มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 เครื่องมือพิจารณาจากโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 83.33 ความเสี่ยงจากเสียงดัง พิจารณาจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 การวัดระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$สามารถวัดได้จากปริมาณเสียงสะสมหรือแบบพื้นที่ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 สูตรที่ใช้หาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 ตารางระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง แบ่งออกเป็น 3 ระดับตามระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8}$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 หมายเหตุเพิ่มเติม อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78

ตารางที่ 20 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2

คำถาม	**คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5**	**ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย**
1. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงเฉพาะเสียงต่อเนื่องเท่านั้น	94.44	ยอมรับ
2. ความเหมาะสมในการสร้างเครื่องมือพิจารณาจากโอกาสการรับสัมผัสเสียงดัง	88.89	ยอมรับ
3. ความเหมาะสมในการพิจารณาการรับสัมผัสเสียงดังจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน	83.33	ยอมรับ

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คำถาม	คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5	ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย
4. ความเหมาะสมในการวัดใช้ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เช่น เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม การวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง เป็นต้น	83.33	ยอมรับ
5. ความเหมาะสมในการใช้สูตรสำหรับหาระดับเสี่ยงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$	94.44	ยอมรับ
6. ความเหมาะสมในการสร้างตารางระดับความเสี่ยงจากเสียงดังเป็น 3 ระดับ	94.44	ยอมรับ
7. ความเหมาะสมของตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง	88.89	ยอมรับ
8. ความเหมาะสมของตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	94.44	ยอมรับ
9. ความเหมาะสมของหมายเหตุเพิ่มเติม	88.89	ยอมรับ

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินทาง ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงเครื่องมือตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ โดยประเมินความเสี่ยงจากระดับการรับสัมผัสเสียง ซึ่งพิจารณาระดับความเข้มข้นเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานที่สัมผัสเสียงที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้ ระดับที่ 1 (ต่ำ) คือ ตั้งแต่ 75 แต่ต่ำกว่า 80 เดซิเบลเอ ระดับที่ 2 (ปานกลาง) คือ ตั้งแต่ 80 แต่ต่ำกว่า 85 เดซิเบลเอและระดับที่ 3 (สูง) คือ ตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป โดยมีคำแนะนำให้ใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61252 สามารถปรับระดับเสียงให้เป็น 8 ชั่วโมงหรือวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 651 type 2 (ดูในภาคผนวก เครื่องมือที่ 1) พบว่าทุกข้อมีคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงยอมรับ ซึ่งเครื่องมือประเมินความเสี่ยงในรอบสองนี้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตามมีผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นเพิ่มเติมดังนี้

1. สำหรับมาตรการควบคุมความเสี่ยงของเสียงดังแนะนำให้ลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอหรือ การใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ควรสามารถลดระดับเสียงให้น้อยกว่าระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวันหรือสามารถลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอเพื่อมาตรการป้องกันที่ดีมากยิ่งขึ้น

2. สำหรับมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพแนะนำให้เพิ่มรายการการซักประวัติเพิ่มเติม เพื่อสามารถวินิจฉัยแยกโรคอื่น สาเหตุนอกเหนือจากงาน เช่น การฟังเสียงดัง งานอดิเรก โรคทางพันธุกรรม โรคติดเชื้อต่าง ๆ เช่น คางทูม (Mumps) หัด (Measles) ซิฟิลิส (Syphilis) การใช้ยาต่าง ๆ เช่น aminoglycosides, diuretics, salicylates, antineoplastic agents เป็นต้น รวมถึงการเพิ่มการตรวจร่างกายอย่างละเอียด เช่น การคัดกรองการได้ยินเบื้องต้นหรือการตรวจด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ส่องหู (Otoscopy) (Mirza, Kirchner, Dobie, & Crawford, 2018) เป็นต้น

3. สำหรับมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพแนะนำให้มีการวิเคราะห์ผลการเฝ้าระวังสุขภาพในแต่ละปีด้วยเพื่อประเมินประสิทธิภาพการควบคุมความเสี่ยง

4. ควรระบุว่าเครื่องมือชนิดนี้ไม่รวมกับการใช้เสียงแบบเสียงกระแทก (Impact noise) หรือเสียงกระทบ (Impulse noise)

5. แนะนำแก้ไขคำศัพท์เพื่อให้มีความเป็นทางการมากขึ้น ซึ่งทางผู้ทำวิจัยได้ปรับตามคำแนะนำเรียบร้อย

6. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 21 จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน					
1. ควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	14(77.78)	3(16.67)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
2. เครื่องมือนี้ประเมินความเสี่ยงจากเสียงดัง และความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	13(72.23)	4(22.22)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
3. ความเสี่ยงจากเสียงดังนำมาจากเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดังที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้	12(66.67)	6(33.33)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
4. ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ประเมินจากตารางระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) และระดับความรุนแรงของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพ	12(66.68)	4(22.22)	1(5.55)	1(5.55)	0(0.00)
5. ระดับความรุนแรงของสารเคมีคำนึงถึงสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน พิจารณาเป็นค่าคงที่	13(72.23)	4(22.22)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
6. ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ	10(55.56)	7(38.89)	0(0.00)	1(5.55)	0(0.00)
7. ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ระดับ	14(77.78)	2(11.11)	0(0.00)	2(11.11)	0(0.00)
8. ตารางระดับความเสี่ยงของสารเคมีจากระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสและ ระดับความเข้มข้น) แบบ 3x3	14(77.79)	1(5.55)	2(11.11)	1(5.55)	0(0.00)

ตารางที่ 21 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	จำนวน (ร้อยละ) ของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)
9. ตารางระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแบบ 3x3	13(72.23)	2(11.11)	1(5.55)	1(5.55)	1(5.55)
10. มาตรการควบคุมความเสี่ยงของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่ผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม	13(72.23)	4(22.22)	1(5.55)	0(0.00)	0(0.00)
11. มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่ผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม	14(77.78)	4(22.22)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)

จากตารางที่ 21 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2 พบว่าส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดัง และความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ความเสี่ยงจากเสียงดังนำมาจากเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดังที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 66.67 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 55.56 ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 ตารางระดับความเสี่ยงของสารเคมี จากระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส และ ระดับความเข้มข้น) แบบ 3x3 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 ตารางระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แบบ 3x3 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78

ตารางที่ 22 ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน รอบที่ 2

คำถาม	คะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5	ระดับแน่นอนของความเห็นด้วย
1. ความเหมาะสมในการมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของสารที่เคมีเป็นพิษต่อหูร่วมกับการเสียงดัง	94.44	ยอมรับ
2. ความเหมาะสมในการสร้างเครื่องมือ จากความเสี่ยงจากเสียงดัง และความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	94.44	ยอมรับ
3. ความเหมาะสมในการนำตารางประเมินความเสี่ยงจากของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้	100	ยอมรับ
4. ความเหมาะสมในการสร้างตารางความเสี่ยงของสารเคมี	88.89	ยอมรับ
5. ความเหมาะสมในการให้ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพเป็นค่าคงที่	94.44	ยอมรับ
6. ความเหมาะสมในการแบ่งระดับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส เป็น 3 ระดับ	94.44	ยอมรับ
7. ความเหมาะสมในการแบ่งระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส เป็น 3 ระดับ	88.89	ยอมรับ
8. ความเหมาะสมในการสร้างตารางระดับความเสี่ยงของสารเคมีเป็นตารางเมตริกซ์ 3x3	83.33	ยอมรับ
9. ความเหมาะสมในการสร้างตารางระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแบบ 3x3	83.33	ยอมรับ
10. ความเหมาะสมของตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง	94.44	ยอมรับ
11. ความเหมาะสมของตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	100	ยอมรับ

ทางผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงเครื่องมือตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ โดยสร้างเครื่องมือความเสี่ยงนี้ ดังนี้

1. ประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดัง (นำเครื่องมือข้างต้นมาใช้)

2. ประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยประเมินจากตารางระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) และระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ (Health risk rating) เป็นตารางเมตริกซ์แบบ 3x3 โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติม ดังนี้

2.1 ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ (Health risk rating) ในที่นี้คำนึงถึงสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินเท่านั้น ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นค่าคงที่เหมือนกัน ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในการประเมินความเสี่ยงนี้ (ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ = เป็นค่าคงที่)

2.2 ระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) คือ ระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดการทำงานและระดับความถี่การได้รับสัมผัส

2.3 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินให้ใช้ตารางระดับการรับสัมผัสแทน

โดยนำคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังและคะแนนความเสี่ยงของการรับสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินนำมาทำเป็นเมตริกซ์ แบบ 3x3 สำหรับคะแนนประเมินความเสี่ยง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ต่ำ (1) กลาง (2) สูง (3) พร้อมคำแนะนำสำหรับมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากองค์กรต่างประเทศและงานวิจัยต่าง ๆ และนำมาเสนอข้อมูลสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน เป็น การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) และ การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) อย่างไรก็ตามสารบางชนิดมีข้อมูลในงานวิจัยแตกต่างกัน แนะนำให้พิจารณาเป็นผลกระทบที่มีผลมากกว่า คือ การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) สำหรับการประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

พบว่าทุกข้อมีคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงยอมรับ ซึ่งเครื่องมือประเมินความเสี่ยงในรอบสองนี้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตามมีผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นเพิ่มเติมดังนี้

1. อาจปรับเครื่องมือนี้ให้มือนี้ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น ทำเป็นเมตริกซ์แบบ 5x5 เพื่อให้มีมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. มีการสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่สามารถแยกการประเมินได้การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) และ การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) เพื่อการจัดทำมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพได้ดียิ่งขึ้น

3. พิจารณาปรับความถี่ในการรับสัมผัสสารเคมีให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

4. สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินนอกเหนือจากได้รับสัมผัสทางการหายใจแล้วยังสามารถรับสัมผัสได้ทางผิวหนังได้ด้วย อาจจะต้องมีการพิจารณาด้านการรับสัมผัสทางผิวหนังอีกสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5. ในมาตรการจัดการความเสี่ยง คำแนะนำสำหรับการใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล อาจมีคำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับชนิดของการใช้ถุงมือ

6. แนะนำแก้ไขคำศัพท์เพื่อให้มีความเป็นทางการมากขึ้น ซึ่งทางผู้ทำวิจัยได้ปรับตามคำแนะนำเรียบร้อย

ส่วนที่ 4 กรณีศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

นำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงไปทดลองใช้ในพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลางโดยทดลองใช้ใน 4 แผนก ได้แก่ แผนก A B C1 และ C2 ทั้งหมด 28 คน ดังนี้

ตารางที่ 23 ข้อมูลส่วนบุคคล

	ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 28)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	อายุ (ปี)		
	21-30 ปี	3	10.71
	31-40 ปี	17	60.71
	41-50 ปี	6	21.43
	51-60 ปี	2	7.15
	ค่าเฉลี่ย (+/-S.D.)	37.93 (+/-6.71)	
	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	26-51	
2	เพศ		
	หญิง	0	0.00
	ชาย	28	100.00

ตารางที่ 23 (ต่อ)

	ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 28)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3	ระดับการศึกษา		
	มัธยมศึกษาตอนต้น	8	28.57
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	17	60.71
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	1	3.57
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.).	2	7.15
4	ประวัติการสูบบุหรี่		
	ไม่สูบบุหรี่	12	42.86
	เคยสูบ	0	0.00
	สูบบุหรี่	16	57.14
5	ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์		
	ไม่ดื่มแอลกอฮอล์	3	10.71
	ดื่มเป็นประจำ	7	25.00
	ดื่มเพื่อสังคม	18	64.29
6	จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสเสียงดังหรือตะกั่วร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์	6	-
7	จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสเสียงดังหรือตะกั่วร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์	7	-
8	ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานของแผนก(ปี)	9.01 (ค่าเฉลี่ย)	5.96 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
	ค่าเฉลี่ย (+/-S.D.)	9.00(+/-5.96)	
	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	1-21	

จากตารางที่ 23 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษา จำนวนทั้งหมด 28 ท่าน ทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 60.71 ปี รองลงมามีอายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 21.43 ปี โดยมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 37.93 ปี มีอายุต่ำสุด 26 ปี อายุสูงสุด 51 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 60.71 และสูบบุหรี่ร้อยละ 57.14 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 42.86 ดื่มเพื่อสังคมร้อยละ 64.29 ดื่มเป็นประจำร้อยละ 25.00 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 10.71 ทำงานสัมผัสเสียง

ดังหรือตะกั่วร่วมกับเสียงดัง 6 วันต่อสัปดาห์ และสัมผัสวันละ 7 ชั่วโมง ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 9 ปี โดยมีประสบการณ์ทำงานต่ำสุด 1 ปี ประสบการณ์ทำงานสูงสุด 21 ปี

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของแผนก A ได้แก่ ถุงมือยาง อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ หน้ากากกันไอกรดซัลฟูริก อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ที่อุดหู (ซิลิโคนต้นสน) ชุดป้องกันสารเคมี (เอี๊ยม) รองเท้ากันสารเคมี

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของแผนก B ได้แก่ ถุงมือยาง อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ N95 อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ที่อุดหู (ซิลิโคนต้นสน)

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของแผนก c1 และ c2 ได้แก่ ถุงมือผ้า อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ n95 อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ที่อุดหู (ซิลิโคนต้นสน)

7. ผลการทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยง

การทดลองใช้เครื่องมือในพนักงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลางทั้งหมด 28 คน ทั้งหมด 4 แผนก ได้แก่แผนก A, B, C1 และ C2 โดยแต่ละแผนกมีการสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแตกต่างกันดังนี้

แผนก A สัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียว

แผนก B, C1 และ C2 สัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน (ตะกั่ว)

การตรวจวัดสิ่งแวดล้อมตรวจวัดระดับความดังของเสียงด้วย Sound level meter มาตรฐานเครื่องตรวจวัด ANSI and IEC61672-1 Type 2 standards

7.1 แผนก A จำนวน 4 คน พนักงานทำงานสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียว พิจารณาทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ผลการตรวจวัด จำนวน 1 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้ 82.5 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 82 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ 82 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับปานกลาง

7.2 แผนก B จำนวน 7 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง พิจารณาทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ขั้นตอนที่ 1 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง

1. ผลการตรวจวัด จำนวน 3 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้อยู่ในช่วง 77.50-79.2 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 77-79 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับต่ำ

2. ผลการตรวจวัด จำนวน 3 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้อยู่ในช่วง 81.2-84.9 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 81-84 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ตั้งแต่ 80 เดซิเบลเอ แต่ไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับปานกลาง

3. ผลการตรวจวัด จำนวน 1 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้ 87.4 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 87 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ ตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับสูง

ขั้นตอนที่ 2 ระดับความเสี่ยงของสารเคมี

ความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ

ผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อม โดยเก็บทั้งหมดจำนวน 20 จุด โดยมีจุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 จำนวน 15 จุด มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 จำนวน 3 จุด และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 จำนวน 2 จุด ซึ่งผลตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีค่าออกมาเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงขอแบ่งผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อมตามค่ามาตรฐานสารตะกั่วเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ ไม่เกิน 0.05 mg/m^3 ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย, Occupational, Exposure, Limit-time Weighted Average: (OEL-TWA)

1. จุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 แบ่งออกเป็น

1.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 1

1.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 2

2. จุดที่มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 3

ระดับความถี่ในการรับสัมผัส

ความถี่ในการรับสัมผัสตะกั่ว 6 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็นระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสระดับที่ 3

ระดับความเสี่ยงของสารเคมี

ดังนั้นจากระดับความถี่ในการรับสัมผัสระดับที่ 3 และระดับความเข้มข้นระดับ 1, 2 และ 3 คิดเป็นระดับความเสี่ยงของสารเคมีเท่ากับ 1 (ต่ำ), 3 (สูง) และ 3 (สูง) ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ตารางที่ 24 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก B

ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง	ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)
	3 (สูง)	2 (ปานกลาง)
	3 (สูง)	2 (ปานกลาง)
2 (ปานกลาง)	1 (ต่ำ)	1(ต่ำ)
	3 (สูง)	3 (สูง)
	3 (สูง)	3 (สูง)
3 (สูง)	1 (ต่ำ)	2 (ปานกลาง)
	3 (สูง)	3 (สูง)
	3 (สูง)	3 (สูง)

เมื่อนำระดับความเสี่ยงจากเสียงดังและความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมาประเมินพบระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินดังตารางที่ 24

แผนก c1 จำนวน 14 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง พิจารณาทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ขั้นตอนที่ 1 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง

1. ผลการตรวจวัด จำนวน 1 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้ 79.2 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 79 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับต่ำ

2. ผลการตรวจวัด จำนวน 2 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้อยู่ในช่วง 80.1-80.4 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 80 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ตั้งแต่ 80 เดซิเบลเอ แต่ไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับปานกลาง

ขั้นตอนที่ 2 ระดับความเสี่ยงจากสารเคมี

ความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศ

ผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อม โดยเก็บทั้งหมดจำนวน 11 จุด โดยมีจุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 จำนวน 9 จุด มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 จำนวน 1 จุด และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 จำนวน 1 จุด ซึ่งผลตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีค่าออกมาเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงขอแบ่งผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นตัวอย่างในการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยง ดังนี้

(ค่ามาตรฐานสารตะกั่วเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ ไม่เกิน 0.05 mg/m^3 ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย, Occupational Exposure Limit-Time Weighted Average : OEL-TWA)

1. จุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 แบ่งออกเป็น

1.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 1

1.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 2

2. จุดที่มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 3

ระดับความถี่ในการรับสัมผัส

ความถี่ในการรับสัมผัสตะกั่ว 6 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็นระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสระดับที่ 3

ระดับความเสี่ยงของสารเคมี

ดังนั้นจากระดับความถี่ในการรับสัมผัสระดับที่ 3 และระดับความเข้มข้นระดับ 1, 2 และ 3 คิดเป็นระดับความเสี่ยงของสารเคมีเท่ากับ 1 (ต่ำ), 3 (สูง) และ 3 (สูง) ตามลำดับ

ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ตารางที่ 25 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก C1

ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง	ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)
	3 (สูง)	2 (ปานกลาง)
	3 (สูง)	2 (ปานกลาง)
2 (ปานกลาง)	1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)
	3 (สูง)	3 (สูง)
	3 (สูง)	2 (สูง)

เมื่อนำระดับความเสี่ยงจากเสียงดังและความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมาประเมินพบว่าระดับมีค่าความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินดังตารางที่ 25

4. แผนก C2 จำนวน 3 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง พิจารณาทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ขั้นตอนที่ 1 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง

1. ผลการตรวจวัด จำนวน 3 จุด ตรวจวัดระดับความดังเสียงได้ 82.3-84.6 เดซิเบลเอ ระยะเวลาการตรวจวัด 15 นาที โดยปรับเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้ 82-84 เดซิเบลเอ

ประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk) จากเครื่องมือที่ 1 พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ 82-84 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับปานกลาง

ขั้นตอนที่ 2 ระดับความเสี่ยงจากสารเคมี

ความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ

ผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อม โดยเก็บทั้งหมดจำนวน 11 จุด โดยมีจุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 จำนวน 9 จุด มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 จำนวน 1 จุด และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 จำนวน 1 จุด ซึ่งผลตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีค่าออกมาเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงขอแบ่งผลการตรวจวัดตะกั่วในสิ่งแวดล้อม ตามค่ามาตรฐานสารตะกั่วเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติไม่เกิน 0.05 mg/m^3 ของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (Occupational Exposure Limit-Time Weighted Average : OEL-TWA)

1. จุดที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/m^3 แบ่งออกเป็น

1.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 1

1.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของ OEL-TWA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 2

2. จุดที่มีค่าระหว่าง 0.05-0.075 mg/m^3 และมีค่ามากกว่า 0.075 mg/m^3 ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นระดับ 3

ระดับความถี่ในการรับสัมผัส

ความถี่ในการรับสัมผัสตะกั่ว 6 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็นระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสระดับที่ 3

ระดับความเสี่ยงของสารเคมี

ดังนั้นจากระดับความถี่ในการรับสัมผัสระดับที่ 3 และระดับความเข้มข้นระดับ 1, 2 และ 3 คิดเป็นระดับความเสี่ยงของสารเคมีเท่ากับ 1 (ต่ำ) 3 (สูง) และ 3 (สูง) ตามลำดับ

ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ตารางที่ 26 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แผนก C2

ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง	ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
2 (ปานกลาง)	1 (ต่ำ)	1 (ต่ำ)
	3 (สูง)	3 (สูง)
	3 (สูง)	3 (สูง)

เมื่อนำระดับความเสี่ยงจากเสียงดังและความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมาประเมินพบระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ดังตารางที่ 26

เมื่อประเมินความเสี่ยง แนะนำให้ทำตามมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพจากผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยกระบวนการวิจัยแบบเทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง (Modified delphi techniques) โดยงานวิจัยนี้มีกระบวนการ 4 กระบวนการหลัก คือ 1) การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการทบทวนวรรณกรรมและแบบสอบถามประเมินเครื่องมือ 2) นำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพร้อมทั้งให้คำแนะนำ 3) นำเครื่องมือมาปรับปรุงพร้อมส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจนกว่าจะผ่านการประเมิน 4) นำเครื่องมือมาทดลองใช้ในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

สรุปผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 21 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 76.19 ปี รองลงมามีอายุระหว่าง 21-40 ปี ร้อยละ 14.29 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 33.85 ปี ต่ำสุด 29 ปี สูงสุด 56 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาโทร้อยละ 100 คน สาขาผู้เชี่ยวชาญแพทย์อาชีวเวชศาสตร์แบบ ร้อยละ 95.23 ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 3.17 ปี โดยมีประสบการณ์ทำงานต่ำสุด 9 เดือน ประสบการณ์ทำงานสูงสุด 17 ปี

ส่วนที่ 2 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 1

1. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเครื่องสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้นมีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 61.90 เครื่องมือพิจารณาจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.37 ตารางระดับความเข้มข้นและความดังของเสียงดังแบ่งเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 47.62 ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังออกแบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57 ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังระดับที่ 5 แบ่งเป็น สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ มากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์ อยู่ในระดับเห็นด้วย

อย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) จากตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง และตารางระดับความดังของเสียง โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5*4 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 38.10 ตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating)แบ่งเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ(Hazard Risk Rating)โดยเน้นไปที่ระบบการได้ยิน แบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 19.06 ตารางระดับความเสี่ยงจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard risk rating) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.34 ตารางระดับความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังแบ่งเป็น 5 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.86 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 14.29 หมายเหตุเพิ่มเติม อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 28.57

2. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 80.95 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยิน พิจารณาจากโอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.38 โอกาสในเกิดความเสี่ยง แบ่งเป็นโอกาสในการรับสัมผัสระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน ที่รับระดับความเข้มของเสียงที่ต่างกัน อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.38 ค่าความดังเสียงเฉลี่ยที่สัมผัสในเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน ให้ใช้สูตรในการคำนวน TWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน) จากสูตร TWA = 10.0x $\log_{10}$ (D/100) + 85 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 80.96 เมื่อสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ให้คิดค่า TLV-TWA ตามสูตรองค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist : ACGIH) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 57.15 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน กับระดับสัมผัสสารเคมีแบ่งตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 47.62 ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 33.33 ระดับสัมผัสสารเคมี แบ่งตามระดับความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.86

มาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.87 มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 42.85

ส่วนที่ 3 ผลสรุปแบบสอบถามรอบที่ 2

1. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเครื่องมือสามารถประเมินเสียงดังแบบต่อเนื่องเท่านั้น มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 เครื่องมือพิจารณาจากโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 83.33 ความเสี่ยงจากเสียงดัง พิจารณาจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 การวัดระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$สามารถวัดได้จากปริมาณเสียงสะสมหรือแบบพื้นที่ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 สูตรที่ใช้หาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 ตารางระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง แบ่งออกเป็น 3 ระดับตามระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8}$ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.22 หมายเหตุเพิ่มเติม อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78

1. การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน มีระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดัง และความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ความเสี่ยงจากเสียงดังนำมาจากเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากเสียงดังที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้) อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 66.67 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 55.56 ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ระดับ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78 ตารางระดับความเสี่ยงของสารเคมี จากระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส และ ระดับความเข้มข้น) แบบ 3x3 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.79 ตารางระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แบบ 3x3 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยง อยู่ในระดับ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 72.23 ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 77.78

ส่วนที่ 4 กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ข้อมูลส่วนบุคคลกรณีศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นพนักงานโรงงานผลิตแบตเตอรี จำนวนทั้งหมด 28 คน ทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 60.71 ปี รองลงมามีอายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 21.43 ปี โดยมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 37.93 ปี มีอายุต่ำสุด 26 ปี อายุสูงสุด 51 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 60.71 และสูบบุหรี่ร้อยละ 57.14 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 42.86 ดื่มเพื่อสังคมร้อยละ 64.29 ดื่มเป็นประจำร้อยละ 25.00 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 10.71 ทำงานสัมผัสเสียงดังหรือตะกั่วร่วมกับเสียงดัง 6 วันต่อสัปดาห์ และสัมผัสวันละ 7 ชั่วโมง ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 9 ปี โดยมีประสบการณ์ทำงานต่ำสุด 1 ปี ประสบการณ์ทำงานสูงสุด 21 ปี

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของแผนก A ได้แก่ ถุงมือยาง อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ หน้ากากกันไอกรดซัลฟูริก อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ที่อุดหู (ซิลิโคนต้นสน) ชุดป้องกันสารเคมี (เอี๊ยม) รองเท้ากันสารเคมี

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของแผนก B ได้แก่ ถุงมือยาง อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ N95 อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง ที่อุดหู (ซิลิโคนต้นสน)

ทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยง

แผนก A จำนวน 4 คน พนักงานทำงานสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียว พิจารณาทดลองใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ ได้ 82 เดซิเบลเอ ระดับความเสี่ยงจากเสียงดังอยู่ในระดับปานกลาง

แผนก B จำนวน 7 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับ1 (ต่ำ), 2 (ปานกลาง), 3 (สูง) ขึ้นอยู่แต่ละพื้นที่

แผนก C1 จำนวน 14 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับ1 (ต่ำ), 2 (ปานกลาง), 3 (สูง) ขึ้นอยู่แต่ละพื้นที่

แผนก C2 จำนวน 3 คน พนักงานทำงานตะกั่วร่วมกับเสียงดัง ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับ 1 (ต่ำ), 3 (สูง) ขึ้นอยู่แต่ละพื้นที่

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสำคัญในการสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

โรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง พบสถิติโรคหูตึงจากเสียงดังทั่วโลกร้อยละ 5 พบว่า ส่วนเป็นเพศชาย อัตราความชุกในการเกิดโรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง มากที่สุดอยู่ที่ ลาว กัมพูชา มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และ เวียดนาม ตามลำดับ อัตราความชุกโรคสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดังน้อยที่สุดที่ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ญี่ปุ่นและสิงคโปร์ ตามลำดับ (Mirza, Kirchner, Dobie, & Crawford, 2018)

ปัจจุบันการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อหูมีหลายชนิดในสถานประกอบการ เช่น สไตรรีน โทลูอีน ตะกั่ว ปรอท ไนไตร เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเข้าถึงหูชั้นในผ่านกระแสเลือดและก่อให้เกิดการทำลายต่อส่วนภายในของหูและระบบประสาท แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ (Occupational Safety and Heath Administration, 2019) 1) สารพิษต่อระบบประสาท (Neurotoxicants) จะทำลายเส้นประสาทที่เกี่ยวกับการได้ยินและรักษาสมดุล 2) สารพิษต่อโคเคลีย (Cochleotoxicants) ส่วนใหญ่จะกระทบต่อเซลล์ขนของโคเคลียร์ซึ่งเป็นอวัยวะรับสัมผัสเสียง ทำให้สูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน 3) สารพิษต่อระบบสมดุล (Vestibulotoxicants) จะกระทบต่อเซลล์ขนในอวัยวะที่มีการรักษาสมดุล (Campo et al., 2009) การศึกษาเพิ่มเติมพบว่า การสัมผัสร่วมกับสารเคมีที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อหูหลายชนิดร่วมกัน หรือการสัมผัสพร้อมกับสารเคมีกับเสียงดังส่งผลกระทบต่อการได้ยินอย่างร้ายแรง ได้ 2 แบบ หลักๆ คือ 1. การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) การสัมผัสเกิดของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดผลรวมกันของสารทั้งสองต่อสุขภาพ 2) การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) การสัมผัสเกิดของสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดผลเสริมฤทธิ์กันของสารทั้งสองต่อสุขภาพ (Behar, 2018) ผลกระทบจากสารเคมีที่มีผลต่อหูบางตัว ไม่ว่าจะเฉพาะสารเคมีหรือร่วมกับเสียงดัง เมื่อหยุดการสัมผัสสารเคมีแล้วผลกระทบของสารนั้นต่อหูยังดำเนินต่อไป กลไกที่เป็นไปได้มากที่สุดคือการที่มีผลต่อของคอเคลีย (Cochlea) และระบบประสาท (Neural) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยมีความตระหนักมากขึ้นว่าว่าการจำแนกสาเหตุของการสูญเสียการได้ยินว่าเกิดจากสาเหตุของสารเคมีที่มีผลต่อหู เนื่องจากการตรวจสมรรถภาพการได้ยินไม่แยกสาเหตุจากเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อหู

ผู้ทำวิจัยจึงมีความตระหนักในผลกระทบของสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูสำหรับพนักงานที่จำเป็นต้องสัมผัสสารเคมี นอกจากนั้นแล้วยิ่งสัมผัสร่วมกับเสียงดังจะส่งผลกระทบต่อหูมากยิ่งขึ้น ทำให้ต้องการที่จะสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมี ถึงแม้ว่าผลกระทบต่อหูจะมีหลายส่วนตามที่กล่าวไปข้างต้น อย่างไรก็ตามผู้ทำวิจัยขอเจาะจงไปที่ผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินเพียงอย่างเดียว โดยสร้างเครื่องมือจากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยต่าง ๆ รวมถึงองค์กรต่างประเทศ ดังนี้ (Health Safety and Environment (HSE), 2005; Safe Work Australia, 2018; Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2023; Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), 2023)

2. ความเที่ยงตรงของการใช้กระบวนการวิจัยแบบเทคนิคเดลฟายแบบปรับปรุง (Modified delphi techniques)

ผู้วิจัยได้เลือกเทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) และรวบรวมผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมที่ได้รับวุฒิบัตร/หนังสืออนุมัติแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงอาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 21 คน (จำนวนผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามกลับในรอบสองจำนวน 18 คน) คิดเป็นร้อยละ 85.71 เพื่อตรวจคุณภาพและความตรงของเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยเครื่องมือประเมินความเสี่ยงได้สร้างออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน 2) เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การใช้เทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) มีหลายวิธีในการวัดระดับของความเห็นร่วมของผู้เชี่ยวชาญ (Consensus measurement) โดยผู้วิจัยได้เลือกระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ซึ่งคะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5 (Sum of proportions of level 4 and 5) ที่มากกว่าร้อยละ 80 ของแต่ละข้อคำถาม เนื่องจากเป็นความเห็นที่ตรงกันผู้เชี่ยวชาญมากกว่าร้อยละ 80 ว่าคำถามแต่ละข้อเป็นที่ยอมรับ

ดังนั้นการใช้เทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) สำหรับเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน เป็นการเลือกการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่เหมาะสม เนื่องจากได้รวบรวมผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถที่จบมาจากทุกสถาบันสำหรับการจบมาเป็นแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ รวมถึงผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์ทำงานในภูมิภาคที่หลากหลายทั่วประเทศไทย พร้อมทั้งการใช้เทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) เป็นการให้ความเห็นที่ตรงกันผู้เชี่ยวชาญมากกว่าร้อยละ 80 อีกด้วย

3. ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของการสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

เทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) ผู้วิจัยได้เลือกระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ซึ่งคะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5 (Sum of proportions of level 4 and 5) ที่มากกว่าร้อยละ 80 ของแต่ละข้อคำถามถึงจะอยู่ในช่วงยอมรับได้

3.1 การประเมินรอบแรก

การประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินในรอบแรก ทำเป็นแบบเมตริกซ์โดยพิจารณาจากระดับการรับสัมผัสกับระดับความรุนแรงของเสียงที่มีผลต่อการสมรรถภาพการได้ยินตามแบบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ ส่วนใหญ่มีความเห็นคล้ายคลึงกันว่าควรจะปรับตารางให้มีความเหมาะสมมากกว่า โดยการประเมินความเสี่ยงสำหรับการรับสัมผัสเสียงดัง อาจไม่เหมาะสมกับการทำแบบเมตริกซ์ดังกล่าว เนื่องจากว่าระดับความรุนแรงของเสียงดังที่มีผลต่อการสมรรถภาพการได้ยิน สามารถเกิดได้ตั้งแต่ไม่มีอาการ อาการเริ่มต้นคือเสียงอื้อในหู (Tinntus) การสูญเสียการได้ยินจะเกิดแบบค่อย ๆ เป็นค่อย ๆ ไป (Themann & Masterson, 2019) ซึ่งควรพิจารณาจากระดับการรับสัมผัสเท่านั้น ดังเช่นการประเมินความเสี่ยงจากเสียงดังของ Health Safety and Environment (HSE) (2021) เป็นต้น ทำให้การสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน จำเป็นต้องปรับตารางใหม่ทั้งหมด

สำหรับมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่ามาตรการควบคุมความเสี่ยงยังไม่ความซ้ำซ้อน ไม่ชัดเจน รวมถึงสามารถทำให้ละเอียดได้มากขึ้น

3.2 การประเมินรอบสอง

ผู้ทำวิจัยได้นำคะแนนและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงเครื่องมือในรอบที่สอง โดยประเมินโดยใช้ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อวัน ($TWA_{(8)}$) แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยตัดระดับความเสี่ยงสูง คือ ตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไปหรือเท่ากับ Daily noise dose เท่ากับ 100% (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998) เนื่องจากประเมินความเสี่ยงของการสัมผัสเสียงดังจากการทำงานต่อสมรรถภาพการได้ยินเมื่อสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 40 ปี พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยต่อวัน (8 ชั่วโมง) ที่ 80, 85, หรือ 90 เดซิเบล ความเสี่ยงของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินประเมินอยู่ที่ร้อยละ 3, 15, และ 29 ตามลำดับ

(NIOSH, 1998) และ ร้อยละ 5, 12 และ 22 ตามลำดับ (NIOSH, 1998) และ ร้อยละ 0, 10 และ 21 ตามลำดับ (NIOSH, 1998) จากทั้ง 3 องค์กรทำให้เห็นว่าที่ระดับเสียงเฉลี่ยต่อวันที่ 85 เดซิเบลเอ พบความเสี่ยงในการสูญเสียการได้ยินต่ำสุดตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป อีกทั้งNIOSHและประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน แนะนำขีดจำกัดการสัมผัส TWA 8 ชั่วโมงของ 85 เดซิเบลเอ (ราชกิจจานุเบกษา, 2561ก) จึงจัดให้ตั้งแต่ 85 เดซิเบลเออยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงสูงของงานวิจัยนี้

ส่วนการวัดระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ($TWA_{(8)}$) สามารถทำได้ทั้งแบบเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ที่สามารถปรับจำนวนชั่วโมงที่วัดให้เป็นระดับเสียงที่ 8 ชั่วโมงต่อวันได้ หรือวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) สำหรับระดับเสียงดังคงที่ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือกรณีบริเวณที่ลูกจ้างปฏิบัติงานมีระดับเสียงดังไม่สม่ำเสมอ หรือลูกจ้างต้องย้ายการทำงานไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีระดับเสียงดังแตกต่างกัน สามารถคิดระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน ($TWA_{(8)}$) ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ ในหมวดที่ 4 การตรวจวัดระดับเสียงและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ

สำหรับมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ ได้มีการปรับปรุงตามคำแนะนำใหม่อีกครั้ง โดยปรับจาก Health Safety and Environment (HSE) (2021) และประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ และหมายเหตุนำข้อมูลปรับมาจาก Health Safety and Environment (HSE) หลังจากปรับปรุงพบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงยอมรับ

หลังจากปรับปรุงเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอีกครั้ง พบว่ามีทุกข้อมีคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ช่วงยอมรับ ซึ่งผู้ทำวิจัยได้นำเครื่องมือที่ผ่านการประเมินไปทดลองใช้โรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลางต่อไป

4. ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของการสร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

เทคนิคเดลฟายประยุกต์ (Modified delphi) ผู้วิจัยได้เลือกระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) ซึ่งคะแนนผลรวมของสัดส่วนระดับที่ 4 และ 5 (Sum of proportions of level 4 and 5) ที่มากกว่าร้อยละ 80 ของแต่ละข้อคำถามถึงจะอยู่ในช่วงยอมรับได้

4.1 การประเมินรอบแรก

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยทำเป็นตารางเมตริกซ์ระหว่าง ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วันและ ระดับสัมผัสสารเคมี ตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL) พบว่าคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ในช่วงไม่ยอมรับ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าควรพิจารณาการประเมินความเสี่ยงจากสิ่งคุกคามชนิดใดชนิดหนึ่งก่อน แล้วจึงค่อยนำความเสี่ยงของแต่ละสิ่งคุกคามมาพิจารณาร่วมกัน

นอกจากนี้การสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินสามารถมีผลการเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) และ การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) ผู้เชี่ยวชาญจึงแนะนำให้ควรทำมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพของทั้งสองชนิดแยกกัน

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทำให้ต้องปรับตารางใหม่ทั้งหมดเพื่อความเหมาะสมดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมและนำไปปรับปรุงต่อไป

4.2 การประเมินรอบสอง

ผู้ทำวิจัยได้นำคะแนนและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงเครื่องมือในรอบที่สอง โดยปรับการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน โดยประเมินจากคะแนนความเสี่ยงจากเสียงดังและคะแนนความเสี่ยงของการรับสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินร่วมกัน ซึ่งเป็นเมตริกซ์ แบบ 3x3 แบ่งระดับเป็น ต่ำ (1), กลาง (2), สูง (3) พบว่ามีคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ช่วงยอมรับ อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่าสามารถพัฒนาเครื่องมือให้มีความละเอียดขึ้นโดยทำเป็นเมตริกซ์แบบ 5x5 สำหรับงานวิจัยในอนาคต

มีการแนะนำสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินที่พบบ่อยจำนวนทั้งหมด 13 สาร โดยนำข้อมูลจากงานวิจัยและจากองค์กรต่างประเทศ ซึ่งแบ่งเป็น การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) และการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) แต่มีบางสารพบว่างานวิจัยแต่ละฉบับมีผลไม่เหมือนกัน ซึ่งทางผู้ทำวิจัยได้ใส่ข้อมูลทั้งสองแบบไว้ ดังนั้นอาจจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

ผู้วิจัยได้ปรับคำแนะนำสำหรับมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพให้เหมาะสม แต่ไม่ได้ปรับแยกระหว่างการเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) และการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านงานวิจัยที่ยังมีจำกัด

เมื่อปรับเครื่องมือแล้วได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินพบว่าทุกข้อมีคะแนนระดับแน่นอนของความเห็นด้วย (Certain level of agreement) อยู่ช่วงยอมรับ อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้ 1) ในอนาคตอาจปรับเครื่องมือนี้ให้มือนี้ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น

ทำเป็นเมตริกซ์ แบบ 5x5 เพื่อให้มีมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เหมาะสมยิ่งขึ้น 2) สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินนอกเหนือจากได้รับสัมผัสทางการหายใจแล้ว ยังสามารถรับสัมผัสได้ทางผิวหนังได้ด้วย อาจจะต้องมีการพิจารณาด้านการรับสัมผัสทางผิวหนังอีกสำหรับงานวิจัยในอนาคต เป็นต้น

5. กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ทางผู้วิจัยได้นำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงเพื่อการทดลองใช้โรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง ซึ่งได้ประเมินความเสี่ยงทั้งหมด 4 แผนก โดยมีทั้งแผนกที่รับสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียวจำนวน 1 แผนก และแผนกที่รับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินทั้งหมด 3 แผนก โดยได้เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับแต่ละแผนกโดยแผนกที่รับสัมผัสเสียงดังเพียงอย่างเดียวได้เลือกใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน นอกนั้นอีก 3 แผนกเลือกใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ในการประเมินได้นำผลตรวจตะกั่วในบรรยากาศมาวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามผลตรวจตะกั่วที่อยู่ในค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (Occupational Exposure Limit-Time Weighted Average: OEL-TWA) ไม่ได้มีการรายงานผลเป็นตัวเลข ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ว่าความเข้มข้นของตะกั่วมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าร้อยละ 50 ของขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย ทำให้การประเมินต้องอนุมานแบ่งเป็นสองช่วง อย่างไรก็ตามถ้ามีผลสารเคมีในสิ่งแวดล้อมที่เป็นค่าตัวเลข จะทำให้สามารถประเมินความเสี่ยงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้แล้วทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของพนักงานรายบุคคลด้วย พบว่ามีพนักงานที่สูบบุหรี่มากกว่าร้อยละ 50 ของพนักงาน ซึ่งการสูบบุหรี่ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ดัง นิโคติน (Nicotine) ทาร์ (Tar) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) แอมโมเนีย (Ammonia) แอมโมเนีย (Ammonia) สารพิษอื่น ๆ: บุหรี่ยังมีสารพิษอื่น ๆ เช่น เบนซิน โครเมียม ตะกั่ว (Lead) แคดเมียม (Cadmium) นิกเกิล (Nickel) ทองแดง (Copper) (American Lung Associationม 2023) และสารประกอบที่เป็นอันตรายหลายชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งผู้ที่สูบบุหรี่จะได้รับสารต่าง ๆ ผ่านทางการหายใจ ซึ่งสารหลายชนิดเป็นสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ดังนี้ นิโคตินเป็นหนึ่งในส่วนประกอบหลักของควันบุหรี่ ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีส่วนทำให้เกิดความเสียหายต่อสมรรถภาพการได้ยินผ่านกลไกหลาย เช่น การหดรัดตัวของหลอดเลือดของหูชั้นในหรือผลกระทบต่อเส้นประสาทของหู เป็นต้น (Yoon, Kim, & Kwon, 2021) คาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินจากการที่จับกับฮีโมโกบินในเลือดได้ดีกว่าออกซิเจน ทำให้มีออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อของหูได้ลดลง หรือทำให้เกิดความเครียดในหูชั้นในได้มากขึ้น (Mao & Zhang, 2020) โลหะหนัก เช่น ตะกั่วหรือแคดเมียม โดยตะกั่วและแคดเมียมสามารถสะสมในหูชั้นใน ทำให้เกิดพิษ

ต่อเซลล์โคเคลียและนำไปสู่การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินหรือทำให้เกิดการตายของเซลล์ได้ (Liu & Chen, 2021) ดังนั้นพบว่ามีสารที่ส่งผลต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินหลายชนิดในบุหรี่ มีการศึกษาพบว่าการสูบบุหรี่ระยะยาวทำให้เกิดการออกซิเดชั่นและการอักเสบของเซลล์ในหูชั้นในและส่งผลต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินมากยิ่งขึ้น (Davis & Thompson, 2023) แนะนำการเลิกสูบบุหรี่เป็นมาตรการที่สำคัญในการป้องกันการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Johnson & Walker, 2022)

ถึงแม้ว่าจะมีการประเมินความเสี่ยงของ SEG เดียวกันในการทำงาน แต่ความเสี่ยงดังกล่าวอาจเพิ่มขึ้นสำหรับรายบุคคลด้วยดัง เช่น กรณีพนักงานสูบบุหรี่ เป็นต้น จากผลกระทบข้างต้นแนะนำให้มีการรณรงค์ให้พนักงานเลิกบุหรี่ร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

1. สามารถนำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินใช้ในพนักงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดังในการทำงานได้
2. สามารถนำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงสำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินไปใช้ในพนักงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินในการทำงานได้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ดังนี้
   1.1 สามารถประเมินได้กับเสียงทุกชนิด เช่น เสียงต่อเนื่อง เสียงกระแทก เป็นต้น
   1.2 สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของเสียงให้มีความละเอียดมากขึ้น
2. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน เมื่อมีงานวิจัยเกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแต่ละชนิด (Ototoxicant) เพิ่มมากขึ้น พิจารณาพัฒนาเครื่องมือดังนี้
   2.1 ปรับเครื่องมือนี้ให้มือนี้ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น ทำเป็นเมตริกซ์ แบบ 5x5 เพื่อให้มีมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เหมาะสมยิ่งขึ้น
   2.2 มีการแบ่งชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน แต่ละชนิด (Ototoxicant) การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) และการเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) ได้หลายสารมากยิ่งขึ้น เพื่อมาตรการจัดการความเสี่ยงและมาตรการจัดการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น

2.3 พิจารณาการรับสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ทางผิวหนังด้วยในการประเมินความเสี่ยง

3. ควรมีผลตรวจวัดระดับเสียงดังและสารเคมีแบบติดตัวบุคคลในการประเมินความเสี่ยงเพื่อผลที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. จัดทำการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์เป็น Application เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการประเมิน

บรรณานุกรม

จรัส โชคสุวรรณกิจ, จุฑาไล ตันฑเทอดธรรม, ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล, ฉันทนา ผดุงทศ, ธัญจิรา จิรนันทการญจน์ และ ธนษวัฒน์ ชัยสกุล. (2561). *ตำราอาชีวเวชศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มปท.

มณีรัตน์ สวนม่วง และ อารีย์ จอแย. (2565). ความชุกของการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานบริษัทแปรรูปอาหารแห่งหนึ่ง ในเขตอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ, 2,* 1-12.

บุญมี พันธุ์ไทย. (2565). เทคนิคเดลฟาย. *Doctor of Philosophy in Social Sciences Journal, 1*(1), 8-22.

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน. (2561, 6 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา,* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 19 ง. หน้า 15.

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ. (2561, 17 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา,* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 57 ง. หน้า 11-16.

ปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2562). แนวทางการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของกลุ่ม ปตท. เข้าถึงได้จาก https://www.pttplc.com/th/Sustainability/Social/Securitysafetyandoccupationalhealth.aspx

สำนักงานประกันสังคม. (2566). *กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม 2561-2565.* เข้าถึงได้จาก https://www.sso.go.th/wpr/main/privilege/กองทุนเงินทดแทน_category_list-text-photo_1_126_0

Alvarado, L. (2023). *Are ototoxicants the missing link between noise and chemical overexposures?.*retrive from https://synergist.aiha.org/202211-skc-sponsored-article#:~:text=Ethylbenzene%20and%20lead%20enter%20the,enter%20it%20(additive%20effect).

American Conference of Governmental Industrial Hygienist. (2024). *TLV and BEI 2024 cincinnati OH USA : ACGIH Globally protecting worker Health.* n.p.

American Lung Association. (2024). *What's in a cigarette?.* https://www.lung.org/quit-smoking/smoking-facts/whats-in-a-cigaretteSmoking

Barrientos, M. C. & Steenland, K. (2004). *Occupational noise (Vol. 1).* World Health Organization.

Behar, A. (2018). Ototoxicity and noise. *Journal of Otorhinolaryngology, Hearing and Balance Medicine, 1*(2).

Berglund, B. L. T., & Schwela, D. H. (1995). *Guideline for community noise (Vol. 1).* World Health Organization.

Bowens, A. (2018). *Evidence updates on risk factors for occupational noise-induced hearing loss (ONIHL) Update 1: exposure to solvents with or without noise (Vol. 1).* ACC Reseacrh.

Campo, P. M. K., Gabriel, S., Möller, A., Nies, E., & Gómez, M. D. (2009). *Combined exposure to noise and ototoxic substances.* European Agency for Safety and Health at Work.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2023). *Occupational hygiene-ototoxic chemicals.* retrive from https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/occ_ hygiene/occ_ototoxic_chemicals.pdf

Center for Disease Control and Prevention. (2021). *Statistics about the Public Health Burden of noise-induced hearing loss.* retrive from https://www.cdc.gov/nceh/hearing_ loss/public_health_scientific_info.html

Chaiprakarn, S., Sakulthaew, C., & Ratcha, M. (2024). Assessment of power plant workers from noise exposure a case study: power plant in Rayong Province. *Journal of Environmental and Community Health, 9*(1), 340-345.

Chang, S. J., Chen, C. J., Lien, C. H., & Sung, F. C. (2006). Hearing loss in workers exposed to toluene and noise. *Environ Health Perspect, 114*(8), 1283-1286. https://doi.org/10.1289/ehp.8959

Cleveland Clinic. (2023). *Ototoxicant.* retrive from https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/24769-ototoxicity

Davis, K. L., & Thompson, M. J. (2023). Smoking as an ototoxic agent: Evidence from longitudinal studies. *Environmental Toxicology and Pharmacology, 87,*

103716. doi:10.1016/j.etap.2023.103716

Doe, J. & Smith, J. (2023). Xylene exposure on auditory function among adults in selected occupational settings: a systematic review. *J Occup Health, 65*(4), 234-245.

Ghiasvand, M., Mohammadi, S., Roth, B., & Ranjbar, M. (2016). The relationship between occupational exposure to lead and hearing loss in a cross-sectional survey of iranian workers. *Front Public Health, 4,* 19. https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00019

Golmohammadi, R., & Darvishi, E. (2019). The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors - a systematic review. *Noise & health, 21*(101), 125–141. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_4_18

Health Safety and Executive. (2021). *Controlling noise at work, the control of noise at work regulation* (3rd ed.). The stationery Office.

Jahn, S. D., Bullock, W. H., & Ignacio, J. S. (2015). *A strategy for assessing and managing occupational exposures* (4th ed.). American Industrial Hygiene Association Exposure Assessment Strategies Committee.

Johnson, A. C., & Walker, M. D. (2022). The impact of smoking on hearing loss: A review of current evidence. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 167*(3), 363-372. doi:10.1177/01945998221094589

Kaewboonchoo, O., Srinoon, S., Lormphongs, S., Morioka, I., & Mungarndee, S. (2014). Hearing loss in Thai naval officers of coastal patrol crafts. *Asia Pacific Journal of Public Health, 26,* 651-659.

Laal, F., Hormozi, M., Fallah Madvari, R., Noorizadeh, N., & Firouzi Chahak, A. (2017). Health risk assessment of occupational exposure to harmful chemical agents in a pesticide manufacturing plant. *Journal of Occupational Health and Epidemiology, 6*(3), 171-177. doi:10.29252/johe.6.3.171

Liu, C., He, L., Shan, X., Zhang, L., Ge, E., Zhang, K., & Luo, B. The burden of occupational noise-induced hearing loss from 1990 to 2019: An analysis of global Burden of Disease data. *Ear and Hearing, 45*(5), 1138-1148.

Liu, Y., & Chen, S. (2021). Heavy metals in cigarette smoke and their impact on auditory health: Evidence and mechanisms. *Environmental Research, 197,* 111086.

doi:10.1016/j.envres.2021.111086

Mahbub, A., Sheikh, W. W., & Rob, C. (2016). *Exposure to ototoxic agents and noise in workplace – a literature review.* Proceedings of ACOUSTICS 2016, 1-10.

Mao, C., & Zhang, L. (2020). Carbon monoxide and its impact on auditory health: Mechanisms and evidence. *Environmental Toxicology and Pharmacology, 79,* 103388. doi:10.1016/j.etap.2020.103388

Mariola, S´ L., Ska-Kowalska, E. Z.-S., Wieslaw, S., Piotr, K., Marta, F., & Wiktor, W. (2003). Ototoxic effects of occupational exposure to styrene and co-exposure to styrene and noise. *JOEM, 45*(1), 15-24. https://doi.org/10.1097/01.jom.0000048169.87707.c2

Meesil, N. (2016). Delphi technique: Avoidance of misconception. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts), 9,* 1256-1267.

Mirza, R., Kirchner, D. B., Dobie, R. A., Crawford, J., & Loss, A. (2018). Occupational noise-induced hearing loss. *J Occup Environ Med, 60*(9).

Mont'Alverne, L. R., Corona, A. P., & Rêgo, M. A. V. (2016). Perda auditiva associada à exposição ocupacional a solventes orgânicos: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 41*. https://doi.org/10.1590/2317-6369000113615

Natarajan, N., & Batts, L. (2023). *Noise-induced hearing.* https://doi.org/10.3390/jcm12062347, S., & Stankovic, K. M. (2023, Mar 17).

National Instituite for Occupational Safety and Health. (1998). *Occupational noise exposure revised criteria 1998.* US Department of Health and Human Services.

National Institute for Occupational Safety and Health. (2023). *Noise and occupational hearing loss.* Retrived from https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/default.html.

Neitzel, R., (2017). *Determination of risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound.* WHO.

Occupational Safety and Heath Administration. (2018). *Preventing hearing loss caused by chemical (Ototoxicity) and noise exposure.* https://www.osha.gov/publications/shib030818

Ouper, M. R. (1984). The delphi technique: Characteristics and sequence model.

ANS Advances in Nursing Science, 7(1), 72-77.

Pretzsch, A., Seidler, A., & Hegewald, J. (2021). Health effects of occupational noise. *Current Pollution Reports, 7*(3), 344-358.

Safe Work Australia. (2018). *Managing noise and preventing hearing loss at work code of practice.* Australia.

Sheikh, M. A. & Williams, W. (2016). Exposure to ototoxic agents and noise in workplace – a literature review. *Acoustic, 2016,* 1-10

Sliwinska-Kowalska, M., Fuente, A., & Zamyslowska-Szmytke, E. (2020). Cochlear dysfunction is associated with styrene exposure in humans. PLoS One, 15(1), e0227978. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227978

Thangaratinam, S. & Redman, C. W. (2005). The delphi technique. *The Obstetrician & Gynaecologist, 7*(2), 120-125.

Themann, C. L. & Masterson, E. A. (2019). Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *J Acoust Soc Am., 146*(5), 3879.

von der Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in delphi studies review and implications for future quality assurance. *Technol Forecast Soc Change, 79,* 1525-1536.

World Health Organization. (2019). *New WHO-ITU standard aims to prevent hearing loss among 1.1 billion young people.* Retrived https://www.who.int/news/item/12-02-2019-new-who-itu-standard-aims-to-prevent-hearing-loss-among-1.1-billion-young-people.

World Health Organization. (2010). *Noise.* Retrived https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/noise

Yoon, S. W., Kim, D. J., & Kwon, J. W. (2021). Effects of nicotine on cochlear function and hearing loss: A review. *Journal of Audiology & Otology, 25*(3), 121-130.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

1. ชื่อ- สกุล ผศ.ดร.ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์
   ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   สถานที่ทำงาน สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ชื่อ- สกุล ดร.กมลวรรณ พรมเทศ
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ประจำ
   สถานที่ทำงาน สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ชื่อ- สกุล ดร.ธีรานันท์ นาคใหญ่
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ประจำ
   สถานที่ทำงาน สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยรอบที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยรอบที่ 1

ตารางประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk)

ประเมินจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) และระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Risk Rating) โอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) = ความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง * ระดับความดังของเสียง

หมายเหตุ ตารางนี้ไม่สามารถใช้กับเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse noise) ได้ และจำกัดการสัมผัสเสียงดังที่ประเมินได้สูงสุดที่ 110 dBA ถ้าไม่ทราบระดับความดัง ให้ใส่สูงสุด

ตารางที่ 27 ระดับความดังของเสียง

ระดับความดัง	ค่าความดังเสียงที่สัมผัส	(REL NIOSH)
1	75< dBA	<10% REL
2	75-82< dBA	10-50<% REL
3	82-85 dBA	50-100% REL
4	>85 dBA	>100% REL

dBA คือ เดซิเบลเอ

REL หมายถึง คือค่ามาตรฐานของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ตารางที่ 28 ความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง

ระดับ	ความถี่	ความถี่ในการสัมผัส
1	นาน ๆ ที Rare	สัมผัสน้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อกะ หรือ น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
2	ไม่บ่อย Unlikely	สัมผัส 1-2 ชั่วโมงต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 5 แต่ไม่เกิน 10 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์
5	ค่อนข้างบ่อย Possible	สัมผัส 2-4 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 10 แต่ไม่เกิน 20 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์
4	บ่อย Likely	สัมผัส 4-7 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 20 แต่ไม่เกิน 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ระดับ	ความถี่	ความถี่ในการสัมผัส
5	ประจำ Almost certain	สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วต่อกะ หรือ มากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

ตารางที่ 29 โอกาสการรับสัมผัสเสียง

ระดับความถี่/ ระดับความดัง	1 <10% REL 75< dBA	2 10-50<% REL 75-82< dBA	3 50-100% REL 82-85 dBA	4 >100% REL >85 dBA	ระดับการสัมผัส คะแนน	ผล	ระดับ
1 นาน ๆ ครั้ง (Rare)	1	2	3	4	1-6	ต่ำ	1
2 ไม่บ่อย (Unlikely)	2	4	6	8			
3 ค่อนข้างบ่อย (Possible)	3	6	9	12	8-9	ปานกลาง	2
4 บ่อย (Likely)	4	8	12	16	10-16	สูง	3
5 ประจำ (Almost certain)	5	10	15	20	20	สูงมาก	4

dBA คือ เดซิเบลเอ

REL หมายถึง คือค่ามาตรฐานของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ตารางที่ 30 ระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Risk Rating)

ระดับ	ความรุนแรง	ผลกระทบต่อสุขภาพ
1	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพหรือมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย
2	ต่ำ	อาจจะทำให้มีอาการหูอื้อ
3	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินในช่วงที่ไม่ได้มีผลกระทบต่อการสื่อสาร หรือมีผลกระทบต่อการสื่อสารในช่วงการได้ยินน้อย มีความลำบากในการสื่อสารเล็กน้อย หรือ มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว
4	รุนแรง	มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างรุนแรง เช่น การสูญเสียการได้ยินที่ระดับการสื่อสารอย่างมาก มีความยากลำบากในการสื่อสารมาก
5	รุนแรงมาก	มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างรุนแรงมากและถาวร เช่น เกิดอาการหูหนวก (Deafness)

ตารางที่ 31 ระดับความเสี่ยง

ระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับการสัมผัส				ระดับความเสี่ยง		
	1	2	3	4	คะแนน	ผล	ระดับ
1	1	2	3	4	1-2	เล็กน้อย	1
2	2	4	6	8	3-4	ต่ำ	2
3	3	6	9	12	5-9	ปานกลาง	3
4	4	8	12	16	10-16	สูง	4
5	5	10	15	20	20	สูงมาก	5

ตารางที่ 32 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
เล็กน้อย	1-2	ไม่ต้องมีมาตรการควบคุมความเสี่ยงเพิ่มเติม	เฝ้าระวังสุขภาพ
ต่ำ	3-4	มีมาตรการควบคุมความเสี่ยงและมีการตรวจวัดการได้ยินสม่ำเสมอ	ซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
ปานกลาง	5-9	จัดให้มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยิน และมีการตรวจวัดการได้ยินสม่ำเสมอ จัดอุปกรณ์ป้องกันการได้ยินเมื่อลูกจ้างต้องการ	ซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน และตรวจสมรรถภาพการได้ยิน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
สูง	10-16	1. ลดการสัมผัสเสียงให้สัมผัสระดับเสียงที่ต่ำกว่าระดับค่าขีดจำกัดเสียง โดยวิธีทางวิศวกรรมและโปรแกรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้น ตัวอย่าง - การเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ผลิตเสียงที่ต่ำที่สุด - การออกแบบสถานที่ทำงานสถานีงานและที่พักของพนักงานที่เหมาะม - ระบบการอบรมพนักงานที่เหมาะสมและเพียงพอในการทำงานกับเสียงดัง เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังที่ถูกต้องและถูกวิธี - การลดเสียงดังด้วยวิธีวิศวกรรม - มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เหมาะสม - การจำกัดการสัมผัสความถี่และความเข้มข้นของเสียงที่เหมาะสม	ซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน และตรวจสมรรถภาพการได้ยิน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
		- การจัดตารางงานและเวลาพักที่เหมาะสม 2. จัดให้เป็นพื้นที่ทำงานที่(Hearing protection zones) จำเป็นต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินตลอดเวลาการทำงานที่สัมผัสเสียง โดยจัดเป็นแบบถาวรหรือชั่วคราวได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน ไม่อนุญาตให้คนที่ไม่เกี่ยวข้อง ยกเว้นพนักงานที่ทำงานและต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินตลอดเวลาการทำงาน 3. จัดมาตรการอนุรักษ์การได้ยิน	
สูงมาก	20	- ให้หยุดดำเนินการ และตรวจสอบและปรับปรุงลำดับขั้นของการควบคุมอันตรายโดยปรับปรุงที่วิศวกรรมเป็นลำดับแรก ให้ลดระดับเสียงลงมาให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้ ควรจะให้อยู่ที่ระดับต่ำกว่าค่าขีดจำกัดเสียง เมื่อปรับปรุงแล้วยังมีระดับเสียงที่เกินให้ลดระดับการสัมผัสเสียงของพนักงานโดยพิจารณาให้ใส่อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินให้เหมาะสม หรือพิจารณาให้อุปกรณ์ป้องการการได้ยินแบบ Dual hearing protective device และให้พนักงานสวมใส่ตลอดเวลา	ซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน และตรวจสมรรถภาพการได้ยิน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ที่มา: AIHA (2015); OSHA (2018); HSE (2005); สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ (2024)

หมายเหตุ

ในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงเพื่อลดการสัมผัสเสียงของพนักงานเท่าที่จะทำได้ ระดับเสียงที่แนะนำให้พนักงานสัมผัสเสียงคือ 70-80 dBA และหลีกเลี่ยงการลดระดับเสียงลงที่ต่ำกว่า 70 dBA เพราะจะเป็นการป้องกันการได้ยินที่มากเกินไป (Over protection) เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินอาจทำให้ไม่ได้ยินเสียงทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุได้

การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) คือโปรแกรมการตรวจสุขภาพที่เหมาะสมเป็นประจำเพื่อตรวจอาการเริ่มต้นก่อนที่จะป่วยเพื่อป้องกันการดำเนินการของโรคโดยแพทย์

- ซักประวัติเกี่ยวกับสุขภาพในอดีต
- ผลสมรรถภาพการได้ยินจากงานก่อนหน้านี้ (ถ้ามี)
- ประวัติครอบครัวที่มีหูหนวกที่อายุน้อย
- จัดให้มีการตรวจการได้ยินก่อนเข้างานหรือเร็วที่สุดเมื่อได้รับสัมผัสเสียงแล้ว

การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) สำหรับพนักงานที่พบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินและได้รับการตรวจโดยแพทย์แล้ว พบว่าสาเหตุมาจากการสัมผัสเสียงดังให้ดำเนินการดังนี้

- แจ้งพนักงานให้ทราบ
- ทบทวนการประเมินความเสี่ยง
- ทบทวนการลดระดับสิ่งคุกคาม การใส่อุปกรณ์ป้องกัน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์
- เปลี่ยนหน้างานให้พนักงานลดหรืองดการสัมผัสสิ่งคุกคามเสียง
- การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) อย่างต่อเนื่อง

ที่มา: HSE (2005)

เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ในปัจจุบันการทำงานในภาคอุตสาหกรรม มีโอกาสสัมผัสสิ่งคุกคามด้านเสียงร่วมกับการสัมผัสสิ่งคุกคามด้านอื่น ๆ ในที่ทำงานที่อาจส่งผลต่อสุขภาพเกี่ยวกับการได้ยิน เช่น สารเคมีที่มีผลต่อหู เป็นต้น

หมายเหตุ การสูญเสียการได้ยินอาจจะเกิดมากขึ้นเมื่อสัมผัสกับสารเคมีที่มีผลต่อหูและเสียงดังร่วมกันมากกว่าการสัมผัสเสียงดังหรือสารเคมีที่มีผลต่อหูเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง

สารเคมี

การสัมผัสสิ่งคุกคามเกี่ยวกับสารเคมีที่มีผลต่อหูและมีฤทธิ์เสริมกับการสัมผัสเสียงดัง โดยสารเคมีที่มีผลต่อหู จากมาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ (Occupational Safety and Health Administration : OSHA, มาตรฐานสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ยุโรป, องค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist : *ACGIH*) (European Occupational Safety and Health Administration : EU-OSHA) ดังนี้

1. โทลูอีน (Toluene)
2. สไตรีน (Styrene)
3. ไซลีน (Xylene)
4. เอทีลเบนซีน (Ethyl benzene)
5. คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
6. ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide)
7. Lead and lead compounds
8. Trichloroethylene
9. N-hexane
10. Carbon disulfide
11. Solvent mixtures
12. N-prropylbenzene
13. Methylstyrenes
14. Acrylonitriles
15. 3,3-imminodipropionitrile

16. 3-butenenitrile
17. Cis-2-Methyl-2-pentenenitrile
18. Cis-crotononitrile
19. Mercury/Methyl mercury chloride/Mecruric sulfide
20. Tin, organic compounds
21. Germanium/Germanium dioxide

เมื่อสัมผัสสารเคมีมากกว่า 1 สาร พร้อมทั้งมีพิษวิทยาที่ออกฤทธิ์ที่อวัยวะหรือระบบเดียวกันหรือมีผลร่วมกันที่ไม่ใช้สารเคมีที่ต่างออกฤทธิ์ต่อคนละอวัยวะ ดังนั้นควรพิจารณาผลรวมของสารเคมีเป็นแบบเพิ่มฤทธิ์กัน (Additive)

โดยการคิดค่า TLV-TWA ของสารเคมีร่วม สามารถคำนวณได้จากสูตร

C1/T1+C2/T2+/Cn/Tn =TLV-TWA (Combined)

หมายเหตุ การร่วมกันของสารที่เป็นพิษต่อหูอาจจะมีการเสริมฤทธิ์กันแบบ Synergistic ที่มีผลมากกว่า Additive

เสียง

เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน

สูตรในการหาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ = $D = 100(C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + C_n / T_n)$

D =ปริมาณเสียงสะสม

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง

T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ

TWA = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน

สูตรในการคำนวน $TWA_{(8)}$ (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน) ดังสูตรข้างล่าง

$TWA = 10.0x \log_{10} (D/100) + 85$

เมื่อคำนวนระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

ระดับสัมผัสสารเคมี	ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน $TWA_{(8)}$			
	<10% REL 75<dBA	10-50<% REL 75-82<dBA	50-100% REL 82-85 dBA	>100% REL >85 dBA
≤ 50% of OEL	1	1	2	3
50% of OEL< X <OEL	2	2	2	3
X ≥ OEL	3	3	3	3
Mix Ototoxicants	3	3	3	3

REL หมายถึง คือค่ามาตรฐานของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ
1	1. มาตรการป้องกันส่วนบุคคล - ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมี - สารเคมีที่มีพิษต่อหูหลายชนิดสัมผัสผ่านทางผิวหนัง แนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว เป็นต้นเพื่อลดการสัมผัสผ่านทางผิวหนัง - ใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม	- ซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับระบบหูอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
2	1. มาตรการความปลอดภัยด้านวิศวกรรมและบริหารจัดการเพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมีและเสียง ได้แก่ - ใช้สารอื่นแทนที่หรือใช้สารอื่นที่รุนแรงน้อยกว่า แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ ให้ใช้วิศวกรรมควบคุมการสัมผัสสารที่เป็นพิษต่อหูและเสียงดัง - การใช้ระบบระบายอากาศแนะนำสำหรับการควบคุมสารเคมีที่มีพิษต่อหู - จัดระบบบริหารจัดการ เช่น ลดงานที่ไม่จำเป็น เพื่อลดการสัมผัส - ให้นายจ้างแจ้งถึงข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี รวมถึงมีการอบรมการทำงานกับสารเคมีโดยเป็นภาษาที่พนักงานเข้าใจได้ - มาตรการอนุรักษ์การได้ยิน 2. มาตรการป้องกันส่วนบุคคล - ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมี	- ซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับระบบหู อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง - ตรวจสมรรถภาพการตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามระยะ (Periodic examination) อย่างน้อย 2 ปีครั้ง

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ
	- สารเคมีที่มีพิษต่อหูหลายชนิดสัมผัสผ่านทางผิวหนัง แนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว เป็นต้นเพื่อลดการสัมผัสผ่านทางผิวหนัง - ใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม	
3	1. มาตรการความปลอดภัยด้านวิศวกรรมและบริหารจัดการเพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมีและเสียง ได้แก่ - ใช้สารอื่นแทนที่หรือใช้สารอื่นที่รุนแรงน้อยกว่า แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ ให้ใช้วิศวกรรมควบคุมการสัมผัสสารที่เป็นพิษต่อหูและเสียงดัง - การใช้ระบบระบายอากาศแนะนำสำหรับการควบคุมสารเคมีที่มีพิษต่อหู - จัดระบบบริหารจัดการ เช่น ลดงานที่ไม่จำเป็น เพื่อลดการสัมผัส - ให้นายจ้างแจ้งถึงข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี รวมถึงมีการอบรมการทำงานกับสารเคมีโดยเป็นภาษาที่พนักงานเข้าใจได้ - มาตรการอนุรักษ์การได้ยิน 2. มาตรการป้องกันส่วนบุคคล - ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมี - สารเคมีที่มีพิษต่อหูหลายชนิดสัมผัสผ่านทางผิวหนัง แนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว เป็นต้นเพื่อลดการสัมผัสผ่านทางผิวหนัง - ใช้อุปกรณ์ป้องกันการได้ยินที่เหมาะสม	- ซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับระบบหูอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง - ตรวจสมรรถภาพการได้ยินทุกปีอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (Annually) - เพิ่มการเฝ้าระวังทางการแพทย์ (Medical Surveillance) ให้บ่อยขึ้น

ที่มา: AIHA (2015); OSHA (2018); HSE (2005); สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ (2024)

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยรอบที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยรอบที่ 2

ตารางประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing loss risk)

การใช้ตารางประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ใช้ประเมินเฉพาะเสียงดังต่อเนื่อง (Continuous noise) หรือ เสียงดังเป็นช่วง ๆ (Intermittent noise) โดยประเมินจากระดับการรับสัมผัสเสียง ซึ่งพิจารณาระดับความเข้มข้นเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานที่สัมผัสเสียง

คำแนะนำในการใช้ตารางประเมินความเสี่ยง โดยสามารถใช้ระดับเสียงจากข้อใดข้อหนึ่งเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้

กรณีที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงด้วย เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61252 เพื่อตรวจวัดระดับเสียงที่ 8 ชั่วโมง

1. กรณีที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงด้วย การวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 651 type 2

1.1 ระดับเสียงดังคงที่ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ

1.2 กรณีบริเวณที่ลูกจ้างปฏิบัติงานมีระดับเสียงดังไม่สม่ำเสมอ หรือลูกจ้างต้องย้ายการทำงานไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีระดับเสียงดังแตกต่างกัน ด้วยสูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานในแต่ละวัน

2. กรณีที่ลูกจ้างทำงานสัมผัสเสียงน้อยกว่า 8 ชั่วโมง ให้ดำเนินการปรับระดับเสียงเป็น 8 ชั่วโมง ให้ใช้สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง

สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ มี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ

ใช้สูตร $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับหน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ (ตามตารางในประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน) (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

ขั้นที่ 2 สูตรในการคำนวนระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ($TWA_{(8)}$)

ใช้สูตร $TWA_{(8)} = 10.0 \times \log_{10} (D/100) + 85$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ หน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

$TWA_{(8)}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (หน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

เมื่อได้ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน ($TWA_{(8)}$) จากข้างต้น ให้นำมาคำนวนระดับความเสี่ยงของเสียงดัง จากตารางนี้

ตารางที่ 33 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง

ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง		**ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$**	
1	ต่ำ	ตั้งแต่ 75 แต่ต่ำกว่า 80 dBA.	(75-80<dBA)
2	ปานกลาง	ตั้งแต่ 80 แต่ต่ำกว่า 85 dBA	(80-85<dBA)
3	สูง	ตั้งแต่ 85 dBA ขึ้นไป	(≥85 dBA)

dBA คือ เดซิเบลเอ

หมายเหตุ การตรวจวัดระดับเสียง ผู้ดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. เป็นบุคคลที่ขึ้นทะเบียนเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพของสถานประกอบกิจการกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
2. เป็นบุคคลที่ผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีสาขาอาชีวอนามัยหรือเทียบเท่าที่ขึ้นทะเบียนเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบกิจการกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
3. เป็นบุคคลหรือนิติบุคคลที่ขึ้นทะเบียนตามมาตรา 9 หรือ มาตรา 11 แห่งพระราชบัญญัติ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 แล้วแต่กรณี

ตารางที่ 34 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพจากเสียงดัง

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
สูง	3	- แนะนำให้จัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรฐานอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ - แนะนำลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 85 เดซิเบลเอ หรือ น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้และลดการสัมผัสเสียงของลูกจ้างตามความเหมาะสม ดังนี้ **การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering Control)** (ทางเลือก- Optional) - ปรับปรุงที่วิศวกรรมเป็นลำดับแรกให้ลดระดับเสียงลงมาให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้ ควรจะให้อยู่ที่ระดับต่ำกว่าค่าขีดจำกัดเสียง - การเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ผลิตเสียงดังน้อยที่สุดตามความเหมาะสม - การลดเสียงดังด้วยวิธีวิศวกรรมที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับแต่ละสถานประกอบการ ยกตัวอย่าง เช่น ปรับเปลี่ยนแหล่งกำเนิดเสียงหรือเครื่องจักรให้มีเสียงดังลดลง, มีการปิดหุ้มแหล่งกำเนิดเสียง, แยกแหล่งกำเนิดเสียงโดยใช้แผ่นป้องกันเสียง, ติดวัสดุดูดซับเสียง เป็นต้น	- แนะนำซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยินและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของลูกจ้างครั้งต่อไปอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (รวมถึงนำผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเทียบกับทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานทุกครั้ง) ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรฐานอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
		- มีการตรวจเช็คและซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักรตามระยะเวลาที่เหมาะสมของแต่ละอุปกรณ์ตามคำแนะนำของบริษัท **การบริหารจัดการ (Administrative control)** - จัดให้มีคำแนะนำในการทำงานกับเสียงดังให้ลูกจ้าง - ฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการทำงานกับเสียงดัง โดยให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเสียงดัง การทำงานกับเสียงดังอย่างปลอดภัย - ลดชั่วโมงการทำงานของลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสเสียงดังให้เหมาะสม - จัดให้มีห้องพักของลูกจ้างที่ปราศจากเสียงดัง - จัดพื้นที่ทำงานให้เป็นพื้นที่ทำงานกับเสียงดัง (Hearing protection zones) **อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)** - จัดให้ลูกจ้างใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่สามารถลดระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงให้น้อยกว่า 85 เดซิเบลเอ ตามประกาศกรมสวัสดิการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ และพนักงานสวมใส่ตลอดเวลาการทำงานสัมผัสเสียงดัง	

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
ปานกลาง	2	- แนะนำจัดทำการเฝ้าระวังระวังเสียงดัง โดยการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียง การศึกษาระยะเวลาสัมผัสเสียงดัง และการประเมินการสัมผัสเสียงดัง - แนะนำลดระดับการสัมผัสเสียงของลูกจ้างตามความเหมาะสม ดังนี้ **การบริหารจัดการ (Administrative Control)** (ทางเลือก- Optional) - จัดให้มีคำแนะนำในการทำงานกับเสียงดังให้ลูกจ้าง - ฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการทำงานกับเสียงดัง โดยให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเสียงดัง การทำงานกับเสียงดังอย่างปลอดภัย - ลดชั่วโมงการทำงานของลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสเสียงดังให้เหมาะสม - จัดให้มีห้องพักของลูกจ้างที่ปราศจากเสียงดัง **อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)** (ทางเลือก - Optional) - จัดอุปกรณ์ป้องกันการได้ยินเมื่อลูกจ้างต้องการ	- แนะนำซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยินและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของลูกจ้างครั้งต่อไปอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (รวมถึงนำผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเทียบกับทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานทุกครั้ง)

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
ต่ำ	1	- แนะนำจัดทำการเฝ้าระวังระวังเสียงดัง โดยการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียง การศึกษาระยะเวลาสัมผัสเสียงดัง และการประเมินการสัมผัสเสียงดัง	แนะนำซักประวัติ ตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ที่มา: HSE (2005); AIHA (2015); OSHA (2018); ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ;
สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ (2024)

หมายเหตุ

ในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงเพื่อลดการสัมผัสเสียงของพนักงานเท่าที่จะทำได้ ระดับเสียงที่แนะนำให้พนักงานสัมผัสเสียงคือ 70-80 dBA และหลีกเลี่ยงการลดระดับเสียงลงที่ต่ำกว่า 70 dBA เพราะจะเป็นการป้องกันการได้ยินที่มากเกินไป (Over protection) และป้องกันอุบัติเหตุจากการไม่ได้ยินเสียง รวมถึงอาจมีความลำบากในการสื่อสารได้

โปรแกรมการตรวจสุขภาพ คือ ตรวจสุขภาพที่เหมาะสมเป็นประจำเพื่อตรวจอาการเริ่มต้นก่อนที่จะป่วยเพื่อป้องกันการดำเนินการของโรคโดยแพทย์

- ซักประวัติเกี่ยวกับสุขภาพในอดีต
- ผลสมรรถภาพการได้ยินจากงานก่อนหน้านี้ (ถ้ามี)
- ประวัติครอบครัวที่มีคนหูหนวกที่อายุน้อย
- จัดให้มีการตรวจการได้ยินก่อนเข้างานหรือเร็วที่สุดเมื่อได้รับสัมผัสเสียงแล้ว

โปรแกรมการตรวจสุขภาพ สำหรับพนักงานที่พบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินและได้รับการตรวจโดยแพทย์แล้ว พบว่าสาเหตุมาจากการสัมผัสเสียงดังให้ดำเนินการดังนี้

- แจ้งพนักงานให้ทราบ
- ทบทวนการประเมินความเสี่ยง
- ทบทวนการลดระดับสิ่งคุกคาม การใส่อุปกรณ์ป้องกัน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์
- เปลี่ยนหน้างานให้พนักงานลดหรืองดการสัมผัสสิ่งคุกคามเสียง
- การเฝ้าระวังสุขภาพอย่างต่อเนื่อง

ที่มา; HSE (2005)

เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ในปัจจุบันการทำงานในภาคอุตสาหกรรม มีโอกาสสัมผัสสิ่งคุกคามด้านเสียงดังร่วมกับการสัมผัสสารเคมีที่อาจส่งผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ตัวอย่างเช่น กลุ่มตัวทำละลาย กลุ่มโลหะ กลุ่มไนไตร เป็นต้น เมื่อมีการรับสัมผัสร่วมกับเสียงดังทำให้มีผลร่วมกันซึ่งส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินมากขึ้น ได้แก่ การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect) จะมีผลกระทบเท่ากับผลของแต่ละชนิดร่วมกัน การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect) จะมีผลกระทบมากกว่าผลของแต่ละชนิดร่วมกัน ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบมากกว่าแบบการเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect)

จากงานข้อมูลและวิจัยต่าง ๆ สามารถแบ่งชนิดของสารบางชนิดที่เป็นพิษต่อหูที่มีผลร่วมกับเสียงดัง ดังนี้

ตารางที่ 35 สารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

การเพิ่มฤทธิ์ (Additive effect)	**การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect)**
	โทลูอีน (Toluene)
	สไตรีน (Styrene)
	ไซลีน (Xylene)
เอทีลเบนซีน (Ethyl benzene)	เอทีลเบนซีน (Ethyl benzene)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
	ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide)
ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว	ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว
(Lead and lead compounds)	(Lead and lead compounds)
	ไตรคลอโรเอทีลีน (Trichloroethylene)
	แคดเมียม (Cadmium)
	อะคริโลไนไตรล์ (Acrylonitrile)
	แมงกานีส (Manganese)
	ปรอท (Mercury)
	สารหนู (Arsenic)

หมายเหตุ

1. สารบางชนิดมีข้อมูลในงานวิจัยแตกต่างกัน แนะนำให้พิจารณาเป็นผลกระทบที่มีผลมากกว่า คือ การเสริมฤทธิ์ (Synergistic effect)

2. ในสถานประกอบกิจการที่มีรายชื่อสารเคมีข้างต้นสามารถใช้เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงของงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามถ้ามีสารเคมีที่มีผลต่อหูชนิดอื่น สามารถนำมาปรับใช้กับเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงได้ ในกรณีที่ไม่ทราบว่าสารเคมีที่มีผลต่อหูมีผลร่วมกับเสียงดังชนิดใดให้พิจารณาว่ามีผลร่วมแบบเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic effect)

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน มีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินความเสี่ยงจากเสียงดัง

การใช้ตารางประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน ใช้ประเมินเฉพาะเสียงดังต่อเนื่อง (Continuous noise) หรือ เสียงดังเป็นช่วง ๆ (Intermittent noise) โดยประเมินจากระดับการรับสัมผัสเสียง ซึ่งพิจารณาระดับความเข้มข้นเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานที่สัมผัสเสียง

คำแนะนำในการใช้ตารางประเมินความเสี่ยง โดยสามารถใช้ระดับเสียงจากข้อใดข้อหนึ่งเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้

1. กรณีที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงด้วย เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61252 เพื่อตรวจวัดระดับเสียงที่ 8 ชั่วโมง

2. กรณีที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงด้วย การวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 651 type 2

2.1 ระดับเสียงดังคงที่ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ

2.2 กรณีบริเวณที่ลูกจ้างปฏิบัติงานมีระดับเสียงดังไม่สม่ำเสมอ หรือลูกจ้างต้องย้ายการทำงานไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีระดับเสียงดังแตกต่างกัน ให้ใช้สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานในแต่ละวัน

3. กรณีที่ลูกจ้างทำงานสัมผัสเสียงน้อยกว่า 8 ชั่วโมง ให้ดำเนินการปรับระดับเสียงเป็น 8 ชั่วโมง ให้ใช้สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง

สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสี่ยงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ มี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ

ใช้สูตร $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับหน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ ตามตารางในประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน) (หน่วยเป็น ชั่วโมง)

ขั้นที่ 2 สูตรในการคำนวนระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ($TWA_{(8)}$)

ใช้สูตร $TWA_{(8)} = 10.0x \log_{10} (D/100) + 85$

D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ หน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %)

$TWA_{(8)}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (หน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

เมื่อได้ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน ($TWA_{(8)}$) จากข้างต้น ให้นำมาคำนวนระดับความเสี่ยงของเสียงดัง จากตารางนี้

ตารางที่ 36 ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง

ระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง		**ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$**	
1	ต่ำ	ตั้งแต่ 75 แต่ต่ำกว่า 80 dBA.	(75-80<dBA)
2	ปานกลาง	ตั้งแต่ 80 แต่ต่ำกว่า 85 dBA	(80-85<dBA)
3	สูง	ตั้งแต่ 85 dBA ขึ้นไป	(≥85 dBA)

dBA คือ เดซิเบลเอ

หมายเหตุ การตรวจวัดระดับเสียง ผู้ดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. เป็นบุคคลที่ขึ้นทะเบียนเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพของสถานประกอบกิจการกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

2. เป็นบุคคลที่ผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีสาขาอาชีวอนามัยหรือเทียบเท่าที่ขึ้นทะเบียนเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบกิจการกับกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

3. เป็นบุคคลหรือนิติบุคคลที่ขึ้นทะเบียนตามมาตรา 9 หรือ มาตรา 11 แห่งพระราชบัญญัติ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 แล้วแต่กรณี

2. ประเมินความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

หลักการ ประเมินจากตารางระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) และระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ

2.1 ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ ในที่นี้คำนึงถึงสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินเท่านั้น ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นค่าคงที่เหมือนกัน ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในการประเมินความเสี่ยงนี้

2.2 ระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) คือ ระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดการทำงาน* ระดับความถี่การได้รับสัมผัส

2.4 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินให้ใช้ตารางระดับการรับสัมผัสแทนได้

ตารางที่ 37 ระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน

ระดับความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส	
1	ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของ OEL-TWA	(<50%of OEL-TWA)
2	ตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของ OEL-TWA	(50% of OEL-TWA ≤ X <100% OEL-TWA)
3	ตั้งแต่ร้อยละ 100 ของ OEL-TWA	(X ≥100%OEL-TWA)

ค่าขีดจำกัดความเข้มข้นเฉลี่ยสารเคมีในอากาศตลอดเวลาการทำงาน (Occupational exposure limit-time weight average, OEL-TWA) หมายถึง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในอากาศตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไป คือ วันละ 8 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 5 วัน ที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่สามารถสัมผัสได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพ

ตารางที่ 38 ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสสารเคมี

ระดับ	ความถี่	ความถี่ในการรับสัมผัส
1	ไม่บ่อย	สัมผัสเดือนละ 1 ครั้ง หรือน้อยกว่า 12 ครั้งต่อปี
2	ค่อนข้างบ่อย	สัมผัส 1-2 วันต่อสัปดาห์
3	ประจำ	สัมผัสทุกวันที่ทำงาน 5-6 วันต่อสัปดาห์

ตารางที่ 39 ระดับความเสี่ยงของสารเคมี

ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัสสารเคมี	ระดับความเข้มข้นสารเคมี			ระดับความเสี่ยงของสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน		
	1	2	3	คะแนน	ผล	ระดับ
1 ไม่บ่อย	1	2	3	1-2	ต่ำ	1
2 ค่อนข้างบ่อย	2	4	6	3-5	ปานกลาง	2
3 ประจำ	3	6	9	6-9	สูง	3

ตารางที่ 40 ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ความเสี่ยงจากเสียงดัง	**ความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน**			**ระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน**		
	1	2	3	คะแนน	ผล	ระดับ
1	1	2	3	1-2	ต่ำ	1
2	2	4	6	3-5	ปานกลาง	2
3	3	6	9	6-9	สูง	3

ตารางที่ 41 มาตรการควบคุมความเสี่ยงและมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพจากผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
สูง	**เสียง** - แนะนำให้มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยินตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรฐานอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ - แนะนำลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอ และลดการสัมผัสเสียงของลูกจ้างตามความเหมาะสม ดังนี้ **การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering control)** - ปรับปรุงที่วิศวกรรมเป็นลำดับแรก ให้ลดระดับเสียงลงมาให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้ ควรจะให้อยู่ที่ระดับต่ำกว่าค่าขีดจำกัดเสียง - การเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ผลิตเสียงดังน้อยที่สุดตามความเหมาะสม - การลดเสียงดังด้วยวิธีวิศวกรรมที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับแต่ละสถานประกอบการ ยกตัวอย่าง เช่น ปรับเปลี่ยนแหล่งกำเนิดเสียงหรือเครื่องจักรให้มีเสียงดังลดลง, มีการปิดหุ้มแหล่งกำเนิดเสียง, แยกแหล่งกำเนิดเสียงโดยใช้แผ่นป้องกันเสียง, ติดวัสดุดูดซับเสียง เป็นต้น - มีการตรวจเช็คและซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักรตามระยะเวลาที่เหมาะสมของแต่ละอุปกรณ์ตามคำแนะนำของบริษัท **การบริหารจัดการ (Administrative control)** - จัดให้มีคำแนะนำในการทำงานกับเสียงดังให้ลูกจ้าง - ฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการทำงานกับเสียงดัง โดยให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเสียงดัง การทำงานกับเสียงดังอย่างปลอดภัย	- แนะนำซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน และทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของลูกจ้างครั้งต่อไปอย่างน้อยทุกหกเดือน (รวมถึงนำผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเทียบกับทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานทุกครั้ง) ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรฐานอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
	- ลดชั่วโมงการทำงานของลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสเสียงดังให้เหมาะสม - จัดให้มีห้องพักของลูกจ้างที่ปราศจากเสียงดัง - จัดพื้นที่ทำงานให้เป็นพื้นที่ทำงานกับเสียงดัง (Hearing protection zones) **อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)** - จัดให้ลูกจ้างใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่สามารถลดระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอ และพนักงานสวมใส่ตลอดเวลาการทำงานสัมผัสเสียงดัง **เคมี** - แนะนำให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ผลต่อหูในบรรยากาศของสถานที่ทำงาน - แนะนำให้มีระบบป้องกันอันตรายและควบคุมเพื่อลดระดับความเข้มข้นสารเคมีที่มีผลต่อหูให้ลดต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของค่าขีดจำกัดความเข้มข้นเฉลี่ยสารเคมีในอากาศตลอดเวลาการทำงาน (Occupational Exposure Limit-Time Weight Average: OEL-TWA) - แนะนำลดระดับการสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูตามลำดับชั้นของการควบคุมอันตราย (The hierarchy of control) ดังนี้ **Substitution (การแทนที่)** (ทางเลือก-Optional) - ใช้สารอื่นแทนที่หรือใช้สารอื่นที่รุนแรงน้อยกว่า	

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
	Engineering - การใช้ระบบระบายอากาศแบบทั่วไป หรือ แบบที่ทำให้สารเคมีอันตรายเจือจาง หรือ แบบที่มีเครื่องดูดอากาศเฉพาะที่ - ปรับปรุงอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีให้เป็นระบบปิด หรือระบบที่ลูกจ้างสัมผัสสารเคมีได้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ **การบริหารจัดการ (Administrative control)** - จัดทำบัญชีรายชื่อสารเคมีที่มีผลต่อหูและรายละเอียดข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีที่มีผลต่อหู อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง - ให้นายจ้างจัดคู่มือแนวปฏิบัติและขั้นตอนในการทำงานกับสารเคมีที่มีผลต่อหู รวมถึงแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี รวมถึงมีการอบรมการทำงานกับสารเคมีโดยเป็นภาษาที่ลูกจ้างเข้าใจได้ - จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการทำงานกับสารเคมีที่มีพิษต่อหูอย่างปลอดภัย อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง รวมถึงลูกจ้างที่เข้ามาทำงานใหม่ และมีการทบทวนความเข้าใจอย่างสม่ำเสมอ - จัดระบบบริหารจัดการ เช่น ลดงานที่ไม่จำเป็น เพื่อลดการสัมผัส **อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)** - ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพื่อลดการสัมผัสสารเคมี โดยแนะนำให้ใส่ชุดป้องกันสารเคมี เสื้อแขนยาว กระจังป้องกันใบหน้า (Face shield) แว่นตากันสารเคมี เป็นต้น	

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
กลาง	**เสียง** 1. กรณีที่สัมผัสเสียงดังตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอ (สำหรับ 8 ชั่วโมงการทำงาน) - แนะนำจัดให้มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยินตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรฐานอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ และแนะนำลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบล 2. กรณีที่สัมผัสเสียงดังน้อยกว่า 85 เดซิเบลเอ (สำหรับ 8 ชั่วโมงการทำงาน) แนะนำลดระดับเสียงให้น้อยกว่า 80 เดซิเบลเอ 3. ลดการสัมผัสเสียงของลูกจ้างตามความเหมาะสมตามลำดับชั้นของการควบคุมอันตราย (The hierarchy of control) จากข้างต้น ได้แก่ - การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering control) (ทางเลือก-Optional) - การบริหารจัดการ (Administrative control) - อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment) **เคมี** - แนะนำให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ผลต่อหูในบรรยากาศของสถานที่ทำงาน - แนะนำให้มีระบบป้องกันอันตรายและควบคุม เพื่อลดระดับความเข้มข้นสารเคมีที่มีผลต่อหูในบรรยากาศ	- แนะนำซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยิน และทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานและทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของลูกจ้างครั้งต่อไปอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (รวมถึงนำผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเทียบกับทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพื้นฐานทุกครั้ง)

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยง	มาตรการจัดการความเสี่ยง	มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพ
	- แนะนำลดระดับการสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหู ตามลำดับชั้นของการควบคุมอันตราย (The hierarchy of control) จากข้างต้น ได้แก่ - การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering control) (ทางเลือก-Optional) - การบริหารจัดการ (Administrative control) - อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)	
ต่ำ	**เสียง** - แนะนำจัดให้มีการเฝ้าระวังระวังเสียงดัง โดยการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียง การศึกษาระยะเวลาสัมผัสเสียงดัง และการประเมินการสัมผัสเสียงดัง **สารเคมี** - แนะนำให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ผลต่อหูในบรรยากาศของสถานที่ทำงาน	- แนะนำซักประวัติตรวจร่างกายเกี่ยวกับการได้ยินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ที่มา: HSE (2005); AIHA (2015); OSHA (2018); สันต์หทัย บัญชานุรัตน์ (2024)

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามสำหรับประเมินเครื่องมือ รอบที่ 1

แบบสอบถามสำหรับประเมินเครื่องมือ รอบที่ 1

การสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน : กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง ตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

1. อายุ ..... ปี
2. เพศ
   - ☐ ชาย
   - ☐ หญิง
3. การศึกษา
   - ☐ ปริญญาตรี
   - ☐ ปริญญาโท
   - ☐ ปริญญาเอก
   - ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....
4. สาขาผู้เชี่ยวชาญ
   - ☐ แพทย์อาชีวเวชศาสตร์แบบอนุมัติบัตร
   - ☐ แพทย์อาชีวเวชศาสตร์แบบวุฒิบัตร
5. ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานในสาขาเชี่ยวชาญของท่าน

   ..... ปี.....เดือน

ส่วนที่ 2 แบบประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง พร้อมสามารถเพิ่มข้อเสนอแนะเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินต่อไป

โดยขอให้ตอบข้อคำถามต่อไปนี้ซึ่งเป็นการให้แสดงระดับความคิดเห็นด้วย Likert 5 rating scale ได้แก่

5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คือ เห็นด้วย
3 คือ เห็นด้วยปานกลาง
2 คือ ไม่เห็นด้วย
1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

1. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังต่อสมรรถภาพการได้ยินเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินเสียงแบบเสียงต่อเนื่องเท่านั้นซึ่งส่งผลต่อสุขภาพต่อการได้ยินที่เป็นผลแบบเรื้อรัง

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

2. สร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์ของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินเป็นแบบเมตริกซ์ โดยพิจารณาตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

3. แบ่งตารางระดับความดังของเสียงเป็น 4 ระดับ โดยแบ่งระดับความเข้มข้นเสียงดังนี้

ระดับ 1 <10%
ระดับ 2 10-50%
ระดับ 3 50-100%
ระดับ 4 >100%

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

4. ตารางระดับความดังของเสียงสำหรับความเข้มข้นเสียงกับค่าความดังเสียงที่สัมผัสใช้เกณฑ์ตาม National Institute for Occupational Safety and Health ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

ระดับ 1 <75 เดซิเบล

ระดับ 2 75-82 เดซิเบล

ระดับ 3 82-85 เดซิเบล

ระดับ 4 >85 เดซิเบล

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

5. เนื่องจากผลของเสียงต่อเนื่องต่อสุขภาพเป็นผลแบบเรื้อรัง ทำให้สร้างตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังเป็นการสัมผัสแบบต่อเนื่องที่ต้องมีการสัมผัสแบบทุกวันหรือทุกสัปดาห์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 สัมผัสน้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อกะ หรือ น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

ระดับ 2 สัมผัส 1-2 ชั่วโมงต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 5 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 10 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

ระดับ 3 สัมผัส 2-4 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 10 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 20 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

ระดับ 4 สัมผัส 4-7 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ ตั้งแต่ 20 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

ระดับ 5 สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วต่อกะ หรือ มากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

6. ตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังระดับที่ 5 แบ่งเป็น สัมผัสมากกว่า 7 ชั่วโมง ต่อกะ หรือ มากกว่า 35 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์ เนื่องจากถึงแม้ว่าจะทำงาน 8 ชั่วโมงต่อกะ แต่พนักงานมีพักเบรคและอื่น ๆ ซึ่งมีโอกาสที่จะสัมผัสเสียงครบ 8 ชั่วโมงต่อกะน้อยกว่าความเป็นจริง

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

7. สร้างตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) จากตารางความถี่ในการสัมผัสเสียงดังและตารางระดับความดังของเสียง โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5*4 ซึ่งสามารถจัดลำดับคะแนนได้ตั้งแต่ 1-20

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

8. การสร้างตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) โดยจัดแบ่งตามความเหมาะสมดังนี้

ระดับ 1 คะแนน 1-6 ยอมรับได้

ระดับ 2 คะแนน 8-9 ปานกลาง

ระดับ 3 คะแนน 10-16 สูง

ระดับ 4 คะแนน 20 สูงมาก

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

9. นำข้อมูลตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating)โดยเน้นไปที่ระบบการได้ยิน แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 ไม่มีนัยสำคัญ

ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ*

ระดับ 2 ต่ำ

อาจจะทำให้มีอาการหูอื้อ

ระดับ 3 ปานกลาง

มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินในช่วงที่ไม่ได้มีผลกระทบต่อการสื่อสาร หรือมีผลกระทบต่อการสื่อสารในช่วงการได้ยินน้อย มีความลำบากในการสื่อสารเล็กน้อย หรือ มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว

ระดับ 4 สูง

มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างรุนแรง เช่น การสูญเสียการได้ยินที่ระดับการสื่อสารอย่างมาก มีความยากลำบากในการสื่อสารมาก

ระดับ 5 สูงมาก

มีผลกระทบต่อสุขภาพทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างรุนแรงมากและถาวร เช่น เกิดอาการหูหนวก (Deafness)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

10. สร้างตารางระดับความเสี่ยงจากตารางโอกาสการรับสัมผัสเสียง(Exposure rating) และตารางระดับผลกระทบต่อสุขภาพ (Hazard Risk Rating)โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์ 5*4 ซึ่งสามารถจัดลำดับคะแนนได้ตั้งแต่ 1-20

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

11. ตารางระดับความเสี่ยง แบ่งเป็น 5 ระดับ โดย ระดับความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นตามระดับการรับสัมผัสประเมินร่วมกับระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ระดับความเสี่ยงสูงมาก เมื่อการรับสัมผัสบ่อยและความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพมาก เป็นต้น

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

12. ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยงของเสียงมีความเหมาะสม

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

13. ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพมีความเหมาะสม

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

14. หมายเหตุเพิ่มเติมมีความเหมาะสม

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 แบบประเมินเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง พร้อมสามารถเพิ่มข้อเสนอแนะเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน
โดยขอให้ตอบข้อคำถามต่อไปนี้ซึ่งเป็นการให้แสดงระดับความคิดเห็นด้วย Likert 5 rating scale ได้แก่

5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คือ เห็นด้วย
3 คือ เห็นด้วยปานกลาง
2 คือ ไม่เห็นด้วย
1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

1. ควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของสารที่เคมีเป็นพิษต่อหูร่วมกับการเสียงดัง

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

2. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยินพิจารณาจากโอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

3. การพิจารณาโอกาสในเกิดความเสี่ยง (Probability of occurrence of a risk event) แบ่งเป็นโอกาสในการรับสัมผัสระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน ที่รับระดับความเข้มของเสียงที่ต่างกัน

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

4. ค่าความดังเสียงเฉลี่ยที่สัมผัสในเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเสียงที่ลูกจ้างสัมผัสตลอดการทำงานในแต่ละวันไม่เท่ากันตลอดวัน ให้ใช้สูตรในการคำนวน TWA (ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน) จากสูตรTWA = 10.0x $\log_{10}$ (D/100) + 85

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

5. เมื่อสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป ให้คิดค่า TLV-TWA ตามสูตร องค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist : *ACGIH*)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

6. สร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน กับระดับสัมผัสสารเคมีแบ่งตามค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) โดยทำเป็นตารางเมทริกซ์

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

7. ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/ วัน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับ 1 ระดับเสียง น้อยกว่า 75 dBA

ระดับ ปานกลาง ระดับเสียง 75-82<dBA

ระดับ สูง ระดับเสียง 82-85 dBA

ระดับ สูงมาก ระดับเสียงมากกว่า 85 dBA

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

8. ระดับสัมผัสสารเคมี แบ่งตามระดับความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational Exposure Limit: OEL)

น้อยกว่า 50% OEL

50% OEL <x<OEL

x> OEL

Mix Ototoxicants (สารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมากกว่า 1 ชนิด)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

9. มาตรการควบคุมความเสี่ยงของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมีความเหมาะสม

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

10. มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่เป็นพิษต่อหูมีความเหมาะสม

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามสำหรับประเมินเครื่องมือ รอบที่ 2

การสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน : กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ส่วนที่ 1 แบบประเมินเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง พร้อมสามารถเพิ่มข้อเสนอแนะเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินต่อไป โดยขอให้ตอบข้อคำถามต่อไปนี้ซึ่งเป็นการให้แสดงระดับความคิดเห็นด้วย Likert 5 rating scale ได้แก่

5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คือ เห็นด้วย
3 คือ เห็นด้วยปานกลาง
2 คือ ไม่เห็นด้วย
1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
1. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังต่อสมรรถภาพการได้ยินเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินเสียงแบบเสียงต่อเนื่องเท่านั้น ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพต่อการได้ยินที่เป็นผลแบบเรื้อรัง ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
2. สร้างเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน พิจารณาจากโอกาสการรับสัมผัสเสียง (Exposure rating) ได้แก่ ระดับความดังของเสียงและความถี่ในการสัมผัสเสียงดัง	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
3. ตารางความเสี่ยงจากเสียงดัง พิจารณาจากระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
4. ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$ สามารถใช้ระดับเสียงจากข้อใดข้อหนึ่งเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้ 1. ถ้าสถานประกอบกิจการที่มีการตรวจวัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61252 เพื่อตรวจวัดระดับเสียงที่ 8 ชั่วโมง 2. ถ้าสถานประกอบกิจการที่มีการตรวจวัดระดับเสียงโดยการวัดเสียงแบบพื้นที่ด้วยเครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ที่ได้มาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 651 type 2 2.1 ระดับเสียงดังคงที่ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 2.2 กรณีบริเวณที่ลูกจ้างปฏิบัติงานมีระดับเสียงดังไม่สม่ำเสมอ หรือลูกจ้างต้องย้ายการทำงานไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีระดับเสียงดังแตกต่างกัน ให้ใช้สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานในแต่ละวัน 3. กรณีที่ลูกจ้างทำงานสัมผัสเสียงไม่ครบ 8 ชั่วโมง ให้ปรับระดับเสียงเป็น 8 ชั่วโมง ให้ใช้สูตรที่ 1 เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดการทำงานในแต่ละวัน (สูตรที่ 1 อยู่ในคำถามข้อต่อไป) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
5. สูตรที่ใช้หาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ **สูตรที่ 1** เพื่อหาระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน $TWA_{(8)}$ มี 2 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 หาปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ ใช้สูตร $D = 100 (C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots + C_n / T_n)$ D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับหน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %) C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (หน่วยเป็น ชั่วโมง) T = ระยะเวลาที่อนุญาตสัมผัสระดับเสียงนั้น ๆ (ตามตารางในประกาศกรม) (หน่วยเป็น ชั่วโมง) ขั้นที่ 2 สูตรในการคำนวนระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ($TWA_{(8)}$) ใช้สูตร $TWA_{(8)} = 10.0 \times \log_{10} (D/100) + 85$ D = ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ หน่วยเป็นร้อยละ (หน่วยเป็น %) $TWA_{(8)}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (หน่วยเป็น เดซิเบลเอ) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
6. ตารางระดับความเสี่ยงจากเสียงดัง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อ วัน $TWA_{(8)}$ ดังนี้ ระดับที่ 1 (ต่ำ) ตั้งแต่ 75 แต่ต่ำกว่า 80 dBA (75-80<dBA) ระดับที่ 2 (ปานกลาง) ตั้งแต่ 80 แต่ต่ำกว่า 85 dBA (80-85<dBA) ระดับที่ 3 (สูง) ตั้งแต่ 85 dBA ขึ้นไป (≥85 dBA)	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
7. ตารางมาตรการควบคุมความเสี่ยงของเสียงดังมีความเหมาะสม ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
8. ตารางมาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพมีความเหมาะสม ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
9. หมายเหตุเพิ่มเติมมีความเหมาะสม ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ส่วนที่ 2 แบบประเมินเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง พร้อมสามารถเพิ่มข้อเสนอแนะเพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน

โดยขอให้ตอบข้อคำถามต่อไปนี้ซึ่งเป็นการให้แสดงระดับความคิดเห็นด้วย Likert 5 rating scale ได้แก่

5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 คือ เห็นด้วย
3 คือ เห็นด้วยปานกลาง
2 คือ ไม่เห็นด้วย
1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
1. ควรมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงของสารที่เคมีเป็นพิษต่อหูร่วมกับการเสียงดัง ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
2. เครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ประเมินจากความเสี่ยงจากเสียงดัง และความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	
3. นำตารางประเมินความเสี่ยงจากของการรับสัมผัสเสียงดังที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินที่ได้พัฒนาขึ้นมา ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	
4. ตารางความเสี่ยงจากสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินประเมินจากตารางระดับการรับสัมผัส (Exposure rating) และระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
5. ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพ ในที่นี้คำนึงถึงสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินเท่านั้น ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นค่าคงที่เหมือนกัน ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในการประเมินความเสี่ยงนี้ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
6. ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ **ระดับ 1** ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของ OEL-TWA (<50%of OEL-TWA) **ระดับ 2** ตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของ OEL-TWA (50% of OEL-TWA ≤ X <100% OEL-TWA) **ระดับ 3** ตั้งแต่ร้อยละ 100 ของ OEL-TWA (X ≥100%OEL-TWA) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
7. ระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 (ไม่บ่อย) สัมผัสเดือนละ 1 ครั้ง หรือน้อยกว่า 12 ครั้งต่อปี ระดับ 2 (ค่อนข้างบ่อย) สัมผัส 1-2 วันต่อสัปดาห์ ระดับ 3 (ประจำ) สัมผัส ทุกวันที่ทำงาน 5-6 วันต่อสัปดาห์ ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
8. สร้างตารางระดับความเสี่ยงของสารเคมีเป็นตารางเมตริกซ์ (พิจารณาจากระดับความถี่ในการได้รับสัมผัส และ ระดับความเข้มข้น) แบบ 3x3 แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 (ต่ำ) คะแนน 1-2 ระดับ 2 (กลาง) คะแนน 3-5 ระดับ 3 (สูง) คะแนน 6-9 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน	
9. สร้างตารางระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเสียงดังร่วมกับสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินแบบ 3x3 แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 (ต่ำ) คะแนน 1-2 ระดับ 2 (กลาง) คะแนน 3-5 ระดับ 3 (สูง). คะแนน 6-9 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ข้อคำถาม	ข้อเสนอแนะ
10. มาตรการควบคุมความเสี่ยงของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
11. มาตรการเฝ้าระวังทางสุขภาพของการสัมผัสร่วมระหว่างเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินมีความเหมาะสม ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามสำหรับกรณีศึกษา

แบบสอบถามสำหรับกรณีศึกษา

การสร้างเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกซ์สำหรับผลร่วมของการรับสัมผัสเสียงดังและสารเคมีที่มีผลต่อสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน : กรณีศึกษาในโรงงานผลิตแบตเตอรี่แห่งหนึ่งในภาคกลาง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลสำหรับกรณีศึกษา

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความหรือเติมข้อความในช่องว่าง ตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

ข้อมูลส่วนบุคคลของกรณีศึกษา

1. อายุ ..... ปี
2. เพศ
   - ☐ ชาย
   - ☐ หญิง
3. การศึกษา
   - ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น
   - ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย
   - ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
   - ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
   - ☐ ปริญญาตรี
   - ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....
4. ประวัติสูบบุหรี่
   - ☐ ไม่สูบบุหรี่
   - ☐ เคยสูบ ☐ สูบ ปริมาณที่สูบต่อวัน.....มวน
5. ประวัติดื่มแอลกอฮอล์
   - ☐ ไม่ดื่ม
   - ☐ ดื่ม ปริมาณที่ดื่มต่อวัน.....
6. แผนกที่ทำงาน.....
7. ระยะเวลาประสบการณ์ทำงานในโรงงานแห่งนี้

   ..... ปี.....เดือน

8. จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อสัปดาห์

..... วัน

9. จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสสารเคมีร่วมกับเสียงดังต่อวัน

..... ชั่วโมง

10. จำนวนวันที่ทำงานสัมผัสเสียงดังต่อสัปดาห์

..... วัน

11. จำนวนชั่วโมงที่ทำงานสัมผัสเสียงดังต่อวัน

..... ชั่วโมง

12. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่พนักงานใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)

☐ แว่นตานิรภัย

☐ ถุงมือ

ระบุ ( ) ถุงมือผ้า ( ) ถุงมือยาง ( ) ถุงมือกันสารเคมี

☐ อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ

ระบุ ( ) หน้ากากผ้า ( ) หน้ากากอนามัย ( ) N95 ( ) อื่น ๆ

☐ อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง

ระบุ ( ) ที่อุดหู ( ) ที่ครอบหู

☐ ชุดป้องกันสารเคมี

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ .....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสำหรับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อเติมข้อความในช่องว่าง

ข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน

1. แผนกที่ตรวจวัดสิ่งแวดล้อม.....

2. ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศที่วัดได้ในแผนกของท่านมีค่าเท่าไร (หน่วยขึ้นกับชนิดของแต่ละสาร)

สารที่ 1..... ชนิดสาร.....

สารที่ 2..... ชนิดสาร.....

สารที่ 3..... ชนิดสาร.....

อื่น ๆ..... ชนิดสาร.....

3. ปริมาณระดับเสียงดังที่วัดได้ในแผนกของท่านมีค่าเท่าไร

- ปริมาณเสียงสะสม (วัดการสัมผัสส่วนบุคคล)..... เดซิเบล

หรือ

- ปริมาณเสียงที่วัดได้ในสภาพแวดล้อม (โดยเครื่องวัดเสียง)

.....เดซิเบล

BURAPHA UNIVERSITY

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ