การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน

Evaluation of Noise Levels and Noise - Induced Hearing Loss of Workers at Stone Milling Factory

รัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์

Rattanaporn Petprapan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Occupational Medicine Prince of Songkla University

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน
ผู้เขียน นางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์
สาขาวิชา อาชีวเวชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.วันดี ไข่มุกด์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พญ.พิชญา พรรคทองสุข)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.วันดี ไข่มุกด์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.วิราภรณ์ อัจฉริยะเสถียร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำนงค์ ธนะภพ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่าผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเองและได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้ารับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน
ผู้เขียน นางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์
สาขาวิชา อาชีวเวชศาสตร์
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน และความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน โดยดำเนินการตรวจวัดระดับความดังเสียง และความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมที่ตัวบุคคลในประชากรทั้งหมด 50 คน พร้อมกับตรวจสมรรถภาพการได้ยินกลุ่มตัวอย่างข้างต้น และใช้แบบประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานเพื่อประเมินด้านเสียงดังภายในโรงงานโม่หิน

ผลการศึกษา พบว่า ระดับความดังเสียง และความถี่เสียง ของเครื่องจักรในโรงงานโม่หินเล็กและโรงงานโม่หินใหญ่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ ACGIH, WHO, NIOSH และ EPA คือ 85 dB(A) ในช่วงความถี่ 250 -10,000 Hz ด้านระดับเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน พบว่า พนักงานโรงงานโม่หินสัมผัสเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ร้อยละ 22 โดยลักษณะงานที่สัมผัสเสียงเกิน 85 dB(A) ได้แก่ ลักษณะงานบดและย่อยหินรองลงมา คือ ลักษณะงานไฟฟ้า ตามลำดับ

ส่วนการวัดระดับเสียงกระแทกได้ทำการตรวจวัดตามลักษณะงานของพนักงานโรงงานโม่หิน พบว่า พนักงานโรงงานโม่หินที่มีลักษณะงานสัมผัสความดังสูงสุดของเสียงกระแทก คือ งานไฟฟ้า (147.20 dB (peak)) ในขณะที่งานขับรถตัก งานควบคุมเครื่องจักร งานขับรถสิบล้อ งานสำนักงาน งานซ่อมบำรุง งานคุ้ยหินและงานบดและย่อยหิน มีค่าระดับเสียงกระแทกอยู่ระหว่าง 134.9-139.54 dB (peak) ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA คือ 140 dB(peak)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินในพนักงานโรงงานโม่หินโดยใช้เกณฑ์ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม พบว่า พนักงานโรงงานโม่หิน มีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อม ร้อยละ 30 โดยพบในแผนกเหมืองหิน แผนกสำนักงาน แผนกบดและย่อยหิน

แผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมและแผนกซ่อมบำรุง โดยมีพนักงานสัมผัสเสียงมากกว่าหรือเท่ากับ 85 dB(A) มีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อม ร้อยละ 22 ส่วนการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงภายในโรงโม่หินด้านการระเบิดหิน ด้านเครื่องจักร ด้านระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและด้านมาตรการควบคุมเสียงผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง ให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535

ดังนั้น ควรมีการดำเนินโครงการอนุรักษ์การได้ยินในโรงงานโม่หินอย่างต่อเนื่อง โดยเฝ้าระวังโรคประสาทหูเสื่อมเป็นกรณีพิเศษแก่พนักงานที่สัมผัสความถี่เสียง และเสียงกระแทกที่เกินมาตรฐาน

Thesis title Evaluation of noise levels and Noise - Induced Hearing Loss of Workers at Stone Milling Factory

Author Miss Rattanaporn Petprapan

Major Program Occupational Medicine

Academic Year 2013

ABSTRACT

A cross-sectional study was conducted to describe the noise levels and it's frequency in stone milling factory's working environment. Employee noise exposure in each job characteristic were measured and then the audiometry of all 50 employees were examined to diagnose the occupational noise-induces hearing loss (NIHL). The working environment risk assessment questionnaire was used to evaluate the noise control methods in stone milling factory.

The results of the study showed that noise frequency in both small and large stone milling plants in range of 250-10,000 Hz exceeded the noise level standards (85 dBA) set by the Department of Labor Protection and Welfare, ACGIH, WHO, NIOSH, and EPA. There were 20% of workers exposed to noise level $\geq$ 85 dBA which worked in crushing and quarrying of stone and electrical job.

Measurement of the impact noise level by work type showed that the workers who experienced the most impact noise were electrical workers (147.20 dB peak). While, loading truck drivers, engine controllers, 10 wheeled truck drivers, office workers, maintenance workers, diggers, and crushing and quarrying of stone workers had an impact noise level of between 134.9 – 139.54 dB peak, which did not exceed OSHA standards of 140 dB peak.

Audiometry results were interpreted using Bureau of Occupational and Environmental guideline for diagnosis of NIHL. 30% of NIHL found in employees who work at the quarry, office, crushing and quarrying, maintenance, and safety and environment department. While 22 % of employees experienced noise levels $\geq$ 85 dBA were diagnosed as NIHL. The work environment risk assessment found inside the plant, rock blasting, machinery, and machinery maintenance departments had noise control measures which passed standard criteria

announced by the Department of Primary Industries and Mines. This giving stone milling plants a system to protect environmental impact under the Factories Act 1992 CE.

Therefore, the continuous hearing conservation program should be provided to prevent NIHL of stone milling's workers especially the workers who exposed to noise frequencies and impact noise exceed the standard.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณนายสรกฤช ชื่นชวลิตกรรมการผู้จัดการบริษัท ศิลาอารี จำกัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.วันดี ไข่มุกต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พญ.พิชญา พรรคทองสุข ผู้ช่วยศาตราจารย์ พญ.วิราภรณ์ อัจฉริยะเสถียร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำนงค์ ธนะภพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณอารี ควรเนตร นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการของฝ่ายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมโรงพยาบาลทุ่งสง นพ.สนธยา เทพพิพิธ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางโสต ศอ นาสิกของโรงพยาบาลทุ่งสงที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณอาจารย์กิตติศักดิ์ ชูมาลี นพ.ชนนท์ กองกมล และ ผศ.ดร.มนูญ มาศนิยม ในการให้ความรู้ คำแนะนำการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณโรงงานโม่หินของบริษัท ศิลาอารี จำกัด ที่อนุญาตและอำนวยความสะดวกในการเข้าไปดำเนินการเก็บข้อมูลในโรงงานโม่หิน รวมทั้งพนักงานกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาในการให้ข้อมูลและตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

ขอขอบคุณ บุคคลในครอบครัวและญาติของข้าพเจ้า เพื่อนๆ หลักสูตรอาชีวเวชศาสตร์ที่คอยเป็นกำลังใจ รวมทั้งขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ที่ได้ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์

รัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ	(14)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 คำถามการวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความของการวิจัย	3
1.6 กรอบแนวคิดวิจัย	5
2 การทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 การสูญเสียการได้ยินและการสูญเสียการได้ยินจากเสียง	6
2.2 การตรวจวัดเสียงและการประเมินระดับเสียง	14
2.3 การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน	26
2.4 การประกอบกิจการโรงงานโม่หิน	36
2.4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงานโม่หิน	36
2.4.2 ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร	40
2.4.3 มาตรการควบคุมเสียงทางด้านวิศวกรรม	43
2.4.4 การเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล	47
3 ระเบียบวิธีวิจัย	49
3.1 รูปแบบการวิจัย	49
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
3.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	51
3.5 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	52
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	56
4 ผลการวิจัย	57
4.1 ระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานไม่หิน	58
4.2 ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานไม่หินตามลักษณะงาน	65
4.3 ความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานไม่หิน	67
4.4 การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมการทำงานด้านเสียงในโรงงานไม่หิน	80
5 สรุปและอภิปรายผล	85
5.1 สรุปผลการวิจัย	85
5.2 อภิปรายผล	86
5.3 ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล	100
ภาคผนวก ข แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน	102
ภาคผนวก ค แบบสอบถามสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงโม่หิน	112
ภาคผนวก ง แบบบันทึกการตรวจวัดเสียง	118
ประวัติผู้เขียน	120

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	การแปลงค่า Daily noise dose เป็นค่า TWA	21
2	การอ่านค่าของ Noise dosimeter เป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณเสียงที่ทำการวัด	22
3	ระยะเวลาที่ปลอดภัยในการสัมผัสระดับเสียงต่อวัน	23
4	มาตรฐานระยะเวลาอนุญาตให้สัมผัสกับระดับเสียงดังหนึ่งๆ	23
5	เปรียบเทียบระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงต่อวันที่ระดับเสียงต่างๆ ของ OSHA และ NIOSH	24
6	มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน	25
7	ระดับเสียงในห้องที่ทำการตรวจการได้ยินตามเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA	28
8	ค่าชี้วัดการจำแนกประเภทความผิดปกติของการได้ยิน	33
9	การจำแนกระดับต่างๆของการสูญเสียการได้ยิน	33
10	เกณฑ์การคัดกรองการได้ยิน	34
11	ชนิดและลักษณะทั่วไปของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็ก	39
12	ชนิดและลักษณะทั่วไปของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่	39
13	ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็ก	59
14	ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่	62
15	ระดับความดังเสียงกระแทกในบริเวณจุดปฏิบัติงานของโรงงานโม่หินเล็ก	64
16	ระดับความดังเสียงกระแทกในบริเวณจุดปฏิบัติงานของโรงงานโม่หินใหญ่	65
17	ระดับความดังเสียงสะสมที่สัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน	65
18	ปริมาณเสียงสะสมตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน (TWA) เกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน	66
19	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน	68
20	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบ่งตามพื้นที่การทำงาน	68
21	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามลักษณะประชากร	75

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		น้า
22	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการทำงาน	76
23	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล	77
24	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านสุขภาพ	78
25	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านพฤติกรรม	79

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ค่าที่เครื่องวัดเสียงตอบสนองเมื่อมีเวทติ้งเนทเวอร์ก A B และ C	17
2	กระบวนการผลิตของโรงงานโม่หิน	37
3	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกเหมืองหิน	69
4	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกบดและย่อยหิน	70
5	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกสำนักงาน	71
6	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม	72
7	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกโรงกลึง	73
8	แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกซ่อมบำรุง	74
9	แสดงการเจาะรูระเบิดโดยใช้รถเจาะ	80
10	แสดงการจัดทำระบบปิดที่มีหลังคาปิดคลุม 3 ด้าน	81
11	แสดงการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้าน	82
12	แสดงการเทหินเข้าปากโม่ที่มีแนวกั้นบริเวณจุดที่เทหิน	83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานโม่หินเป็นกิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองหิน การโม่หิน และการขนส่งหิน ซึ่งเป็นโครงการเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดหินปูน เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง การทำเหมืองของโครงการ มีการปรับสภาพพื้นที่ โดยการขุดลอกบ่อดักตะกอนหรือขุมเหมืองเก่า และสร้างคันทำนบดินเพื่อป้องกันน้ำไหลออกนอกเขตพื้นที่โครงการ การออกแบบการทำเหมืองจะเปิดการทำเหมืองโดยวิธีเหมืองหาบ ซึ่งเป็นการทำเหมืองตามไหล่เขาแบบขั้นบันได โดยใช้เครื่องจักรกลหนัก เช่น เครื่องเจาะหิน เครื่องโม่หินและการระเบิด เมื่อพิจารณาการประกอบกิจการในโรงงานโม่หิน พบว่า มี 3 กระบวนการหลัก คือ การทำเหมืองหิน การโม่หิน และการขนส่งหิน โดยแต่ละกระบวนการหลักมีขั้นตอนย่อยที่สำคัญ ดังเช่น กระบวนการทำเหมืองหินมีขั้นตอนการระเบิดหินจากหน้าผาด้วยระเบิดไฮโดรลิก กระบวนการโม่หินมีขั้นตอนการบดย่อยหินด้วยเครื่องบดย่อยขนาดใหญ่ การทุบย่อยหินให้มีความละเอียดยิ่งขึ้นด้วยเครื่องตีหิน (IMPACTOR) การลำเลียงหินโดยใช้สายพาน และการคัดแยกหินให้ได้ขนาดตามความต้องการของตลาดโดยใช้ตะแกรง สำหรับกระบวนการขนส่งหินมีขั้นตอนการตักหินด้วยรถแบ็คโฮ โดยทำการตักหินจากหน้าผาใส่รถบรรทุกส่งไปยังปากโม่ใหญ่ และตักหินที่โม่บดย่อยแล้วใส่รถบรรทุกไปส่งให้ลูกค้าหรือตักหินใส่รถลูกค้าที่เข้ามาซื้อหินในโรงโม่

กระบวนการทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมการทำงาน และสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย ถือเป็นกิจการอย่างหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน เช่นปัญหาเรื่องเสียง โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่เทก้อนหินที่จุดเทหินใหญ่ พนักงานที่นำหินใส่เครื่องโม่ย่อยหิน และเครื่องโม่หินใหญ่ เพื่อทำการโม่หิน ซึ่งจะมีเสียงดังในขั้นตอนนี้ และเป็นขั้นตอนที่มีระดับเสียงสะสมระยะยาวในผู้ปฏิบัติงานโรงงานโม่หิน [1] วัดระดับเสียงได้ 92-95 dB(A) ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ระยะ 1-4 เมตร ของโรงงานโม่หินในภาคตะวันออกจำนวน 5 แห่ง [2] มีค่าเท่ากับ 91-94 dB(A) ความถี่เสียงที่พบเกินมาตรฐาน คือ ช่วงความถี่ 500-4000 เฮิรตซ์ บริเวณปากโม่ 1 วัดค่าได้ 90 dB(A) ปากโม่หินย่อย [1] วัดค่าได้ 91 dB(A) ปากโม่ 2 วัดค่าได้ 92 dB(A) และกองหินด้านนอก 2 วัดค่าได้ 91 dB(A) เมื่อพิจารณาการประกอบกิจการโรงงานโม่หิน พบว่า เสียงดังที่เกิดจากการระเบิดหินบริเวณหน้าผา และจากการบด และย่อยหินด้วยเครื่องบดย่อยขนาดใหญ่ ซึ่งอาจทำให้พนักงานเกิดการหูเสื่อมได้เนื่องจากพนักงานต้องทำงานสัมผัสเสียงดังตลอดเวลาการทำงาน การสัมผัสเสียงดังเกิน 85 dB(A) ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน เป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพ

การได้ยินของคนงานที่ความถี่ต่างๆ เนื่องจากหูของมนุษย์สามารถรับฟังเสียงได้ในขอบเขตจำกัด คือ ถ้าระดับเสียงที่มากเกินไปจะทำให้เกิดอันตรายต่อหู[3]

ดังนั้น ผู้ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เสียงดังหรือสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานๆ จะทำให้ความสามารถในการได้ยินลดลง เนื่องจากความดังของเสียงจะไปทำลายเซลล์ประสาทรับฟังเสียง (hair cell) ในหูชั้นในจนกระทั่งเซลล์ประสาทรับฟังเสียงเสื่อมสภาพและตายไปจนไม่สามารถส่งประสาทไปยังสมอง เมื่อเซลล์ประสาทรับฟังเสียงถูกทำลาย จะไม่สามารถรักษาให้กลับคืนสู่สภาพปกติได้ ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน ณ ความถี่เสียงแตกต่างกัน การตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน จังหวัดสระแก้ว [1] พบความผิดปกติคิดเป็นร้อยละ 11.90 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรม 7,000 คน ที่ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังต่างๆ กันเป็นระยะเวลา 10 ปี พบว่าความถี่ที่ 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ พนักงานกลุ่มที่สัมผัสเสียงดัง 80 dB(A) มีระดับการได้ยินเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม 9 dB(A) พนักงานกลุ่มที่สัมผัสเสียงดัง 95 dB(A) มีการเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินจากเดิม 15 dB(A) จากรายงานการศึกษาจากประเทศเยอรมัน พบว่า 83 % ของผู้ป่วยโรคหูอื้อเกิดเนื่องจากสัมผัสเสียงดัง [5] โรงงานผลิตภัณฑ์บรรจุขวดพนักงานมีการสัมผัสเสียงดังอยู่ในระดับ 101 dB(A) [6] โรงงานอะไหล่ พบว่าพนักงานหูเริ่มเสื่อมที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ และพนักงานมีประสาทหูเริ่มเสื่อมจากเสียงทั้งสองข้างมีมากกว่าหูเสื่อมข้างเดียวเป็นต้น[7]

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่ายังไม่มีการศึกษาระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานตามลักษณะงาน และการแยกความถี่เสียงของเครื่องจักรในช่วงความถี่มากกว่า 8000 เฮิรตซ์ รวมทั้งการรายงานผลภาวะประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง ของพนักงานในโรงงานโม่หินภาคใต้ มีน้อยมาก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน ในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นข้อมูลในการเลือกวัสดุดูดซับเสียงของเครื่องจักร และเลือกชนิดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม รวมทั้งไปเป็นพื้นฐานให้แก่ผู้ประกอบกิจการได้พิจารณากำหนดนโยบายหรือแนวทางในการควบคุมป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไป

1.2 คำถามการวิจัย

1. เครื่องจักรในโรงงานโม่หินที่แตกต่างกันก่อให้เกิดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงแตกต่างกันอย่างไร

2. ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หิน แตกต่างกันตามลักษณะงานหรือไม่

3. ความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน เป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หินที่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน

3. เพื่อศึกษาความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาระดับความดังเสียงและและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับเสียงสะสม ของพนักงานโรงงานโม่หินและความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อม ของพนักงานโรงงานโม่หิน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึงเดือนมีนาคม 2556

1.5 คำจำกัดความของการวิจัย

1. โรงงานโม่หิน หมายถึง กิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองหิน การโม่หิน และการขนส่งหิน

2. พนักงานโรงงานโม่หิน หมายถึง พนักงานหรือลูกจ้างที่ทำงานอยู่ในโรงงานโม่หิน

3. เสียง หมายถึง เสียงที่เกิดจากการสั่นของวัตถุและถูกส่งไปในรูปของคลื่นตามยาวในลักษณะส่วนอัดและส่วนขยายผ่านตัวกลาง ทำให้ประสาทรับเสียงเกิดการได้ยิน (Auditory sensation)

ตัวกลางในที่นี้อยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ เสียงในอากาศเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของความดันในอากาศที่สูงกว่า โดยแรงดันในบรรยากาศอาจเกิดโดยการสั่นของวัตถุทำให้เกิดคลื่นในอากาศ

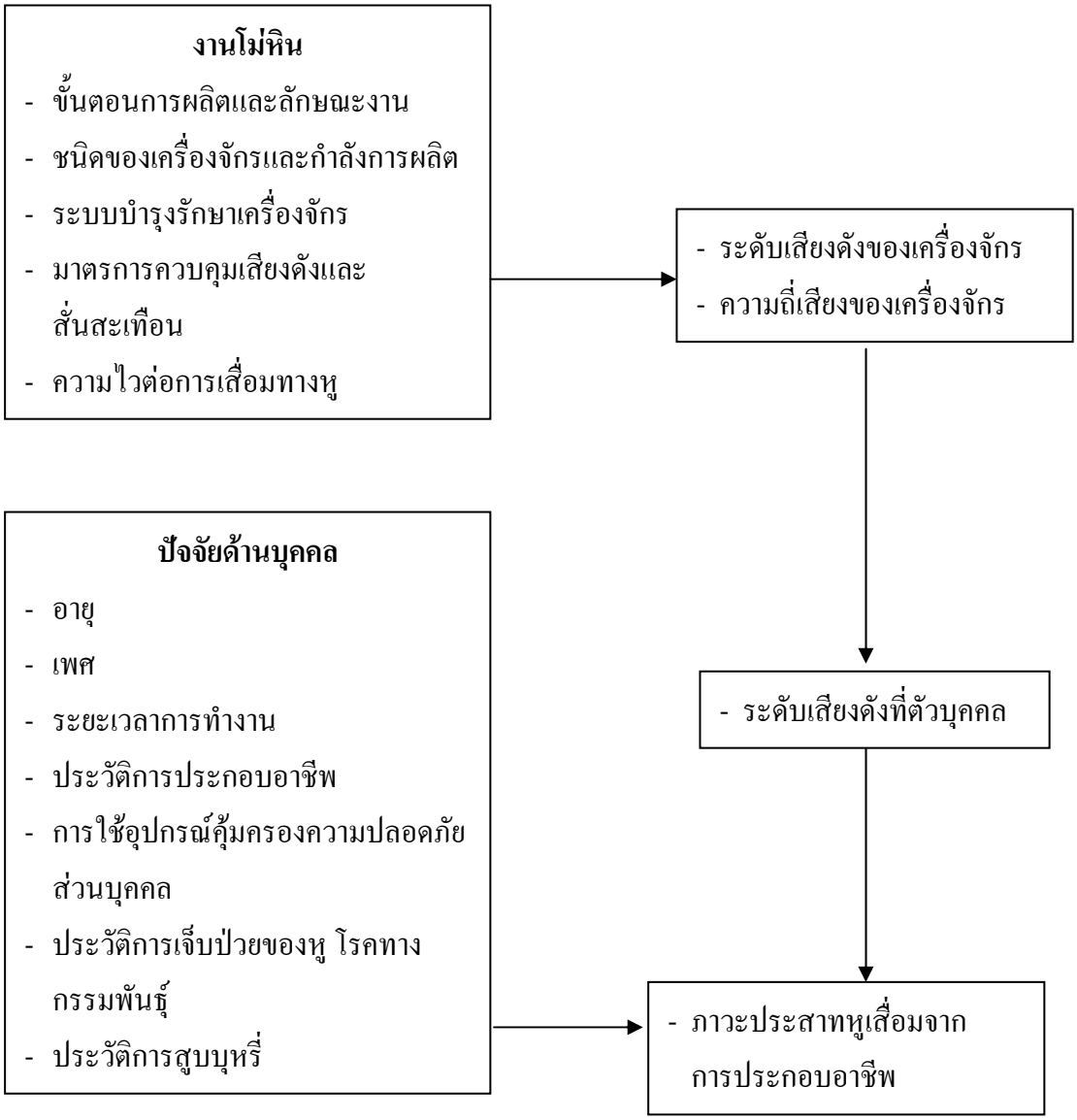
4. สมรรถภาพการได้ยิน หมายถึง ความสามารถในการได้ยินเสียงที่เบาที่สุดของแต่ละคนประเมินได้โดยการวัดด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (audiometer) ที่สามารถวัดความสามารถในการรับฟังเสียงของหูช่วงความถี่ต่างๆ

5. โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงหรือการสูญเสียการได้ยินจากเสียง (Noise - induced hearing loss) หมายถึง ภาวะการเสื่อมของประสาทหูเนื่องจากการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานซึ่งอาจเป็นข้างเดียวหรือสองข้าง โดยการตรวจวัดการได้ยินด้วยเครื่องตรวจสมรรถภาพการได้ยินในหูข้างใดข้างหนึ่งได้ค่าเฉลี่ยมากกว่า 25 dB ในระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 เฮิรตซ์หรือค่าเฉลี่ยมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 45 dB ในระดับการได้ยินที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

6. เครื่องจักรขนาดใหญ่ หมายถึง เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานโม่หินที่มีกำลังตั้งแต่ 60 แรงม้าขึ้นไป

7. เครื่องจักรขนาดเล็ก หมายถึง เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานโม่หินที่มีกำลังต่ำกว่า 60 แรงม้า

1.6 กรอบแนวคิดวิจัย



บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลตลอดจนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวคิดของการศึกษา โดยจำแนกหัวข้อการทบทวนวรรณกรรมเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1 การสูญเสียการได้ยินและการสูญเสียการได้ยินจากเสียง

2.2 การตรวจวัดระดับเสียงและการประเมินระดับเสียง

2.3 การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

2.4 การประกอบกิจการโรงงานโม่หิน

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงานโม่หิน

2.4.2 ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.4.3 มาตรการควบคุมเสียงทางวิศวกรรม

2.4.4 การเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment)

2.1 การสูญเสียการได้ยินและการสูญเสียการได้ยินจากเสียง

2.1.1 การสูญเสียการได้ยิน (Hearing Loss)

สามารถแบ่งประเภทของการสูญเสียการได้ยินได้ 5 ประเภท ดังนี้[8]

1. การนำเสียงบกพร่อง (Conductive Hearing Loss) เป็นความผิดปกติเกิดขึ้นในหูชั้นนอกและหูชั้นกลาง แต่ประสาทหูยังดีอยู่ เป็นผลให้มีความผิดปกติของกลไกการส่งผ่านคลื่นเสียงไปสู่หูชั้นใน ผู้ป่วยมีประวัติการอักเสบหรือมีความผิดปกติของหูชั้นนอก หรือหูชั้นกลาง เช่น มีของเหลวออกจากช่องหู อาจจะเป็นเลือดหรือหนอง การพูดคุยมักจะพูดเสียงเบาทุ้ม การได้ยินจะชัดเจนเมื่ออยู่ในที่มีเสียงดัง แต่ไม่ค่อยจะได้ยินในที่เงียบๆ มักมีปัญหาในการฟังเสียงขณะเคี้ยวอาหาร บางรายมีเสียงรบกวนในหู (Tinnitus) เป็นเสียงต่ำๆ การพูดจาชัดเจนออกเสียงได้ตามปกติการตรวจการได้ยินพบการสูญเสียในช่วงความถี่ต่ำๆ และมักไม่เกินกว่า 60 dB สาเหตุเกิดจากพยาธิสภาพที่หูชั้นนอก เช่น สิ่งแปลกปลอมทำให้เกิดการอุดตันในช่องหู ขี้หูอุดตัน ผนังช่องหูอักเสบบวมจนช่องหูตีบตัน โรคเนื้องอกในช่องหูชั้นนอก พยาธิสภาพที่แก้วหูเช่น เยื่อแก้วหูทะลุ แก้วหูอักเสบ เป็นต้น พยาธิสภาพในหูชั้นกลางเช่น มีเลือดออกในหูชั้นกลาง โรคหูน้ำหนวก (ทั้งชนิดมีน้ำไหลและแห้ง)

หูชั้นกลางมีหินปูนจับแข็ง ภาวะแทรกซ้อนจากเชื้อไวรัส กระดูก 3 ชิ้น แตกหรือหัก ซึ่งภาวการณ์นำเสียงบกพร่อง สามารถแก้ไขให้หายได้ด้วยการรักษาทางยาหรือการผ่าตัด

2. ประสาทรับฟังเสียงบกพร่อง (Sensorineural hearing loss) เป็นภาวะที่เกิดจากความผิดปกติที่หูชั้นใน (Cochlea) หรือที่ประสาทรับฟังเสียง (Acoustic nerve) ทำให้มีความยากลำบากในการรับฟังเสียง โดยเฉพาะเสียงสนทนา คือ ได้ยินเสียงแต่ฟังไม่รู้เรื่อง ผู้ป่วยอาจมีประวัติรับฟังเสียงได้ แต่ไม่รู้เรื่องในหูข้างที่มีปัญหา แต่ถ้ามีปัญหาทั้ง 2 ข้าง ผู้ป่วยจะได้ยินชัดในที่เงียบมากกว่าที่ที่มีเสียงดัง มักพูดเสียงดัง ถ้ามีการสูญเสียการได้ยินในระดับรุนแรงเสียงพูดมักจะเปลี่ยนหรือพูดไม่ชัดเนื่องจากไม่ได้ยินเสียงพูดของตนเอง ในรายที่มีเสียงดังรบกวนในหู (Tinnitus) มักเป็นเสียงพูด บางรายมีอาการเวียนศีรษะร่วมด้วย ถ้าประสาทรับเสียงบกพร่องในระดับรุนแรงแต่กำเนิด ผู้ป่วยจะเป็นใบ้ การตรวจการได้ยิน พบการสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่สูงๆ สาเหตุของประสาทรับฟังเสียงบกพร่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น

1) ประสาทรับฟังเสียงบกพร่องแต่กำเนิด: ขาดออกซิเจนขณะอยู่ในครรภ์หรือระหว่างคลอดติดเชื้อแต่กำเนิดหรือหลังคลอด เช่น ซิฟิลิส หัด หัดเยอรมัน ไข้หวัดใหญ่ ปอดอักเสบ คางทูม สุกใส การอักเสบของเยื่อหุ้มสมองหรือหูชั้นใน

2) ประสาทรับฟังเสียงบกพร่องจากยา: ผู้ป่วยจะมีการสูญเสียการได้ยินจากหูทั้ง 2 ข้าง พร้อมๆ กัน ยาบางชนิด ทำให้มีอาการชั่วคราว เมื่อหยุดยาการได้ยินอาจกลับคืนมาได้ แต่ยาบางชนิดทำให้มีอาการถาวรรักษาไม่หาย เช่น Kanamycin และ Streptomycin

3) ประสาทรับฟังเสียงบกพร่องจากเสียงดัง (Noise- induced hearing loss) โรคที่เกิดจากความผิดปกติเกี่ยวกับปริมาณของเหลวในหูชั้นใน (Meniere's disease) ทำให้มีอาการหูอื้อ เวียนศีรษะ บ้านหมุน คลื่นไส้อาเจียน และมีเสียงรบกวนในหูอาจเป็น หูเดียวหรือสองหูก็ได้ อาการของโรคจะเป็นซ้ำๆ กัน มีอาการเป็นๆ หายๆ ประสาทรับฟังเสียงบกพร่องในวัยชรา (Presbycusis hearing loss) เป็นความผิดปกติที่เกิดจากเซลล์ขนที่อยู่ในบริเวณฐานของก้นหอยในหูชั้นในมีการเสื่อมไปตามอายุ ทำให้การรับฟังเสียงสูงๆ ได้ไม่ดี มักมีเสียงดังในหูเป็นเสียงสูง ตรวจช่องหูไม่พบสิ่งผิดปกติ มีความผิดปกติของการได้ยินของหูทั้งสองข้าง มักพบในคนที่อายุ 40 ปีขึ้นไป

4) การบาดเจ็บของศีรษะหรือศีรษะถูกกระทบกระเทือน ทำให้ประสาทรับฟังเสียงบกพร่องเล็กน้อยไปจนถึงระดับรุนแรง

3. การรับฟังเสียงบกพร่องแบบผสม (Mixed hearing loss) เป็นภาวะที่ผิดปกติในการนำเสียงร่วมกับประสาทรับฟังเสียงบกพร่อง พบในโรคที่มีความผิดปกติในหูชั้นนอก หรือหูชั้นกลางร่วมกับความผิดปกติของหูชั้นใน เช่น โรคหูน้ำหนวกเรื้อรัง ซึ่งอาการลุกลามเข้าไปในหูชั้นในร่วมด้วย (Cochlear otosclerosis) อาการเหล่านี้รักษา โดยการผ่าตัดอาจช่วยทำให้การได้ยินดี

ขึ้นได้ระดับหนึ่ง คือ การแก้ไขความผิดปกติเกี่ยวกับการนำเสียงได้แต่ไม่สามารถแก้ไขภาวะประสาทรับฟังเสียงบกพร่องได้

4. การรับฟังเสียงบกพร่องจากสมองส่วนกลาง (Central hearing loss) เป็นความบกพร่องของสมองส่วนกลาง ทำให้ผู้ป่วยได้ยินเสียง แต่สามารถแปลความหมายของสัญญาณเสียงนั้นได้ (ความผิดปกติของการรับรู้ และแปลความหมาย Expressive Aphasia) ขณะเดียวกันก็ไม่สามารถโต้ตอบสัญญาณนั้นกลับไปด้วย เช่น ผู้ป่วยที่มีปัญหาหลอดเลือด สมอง ตีบ แตกหรือตัน ประสบอุบัติเหตุทางสมอง เป็นต้น

5. การรับฟังเสียงบกพร่องจากสภาวะทางจิตใจ (Functional or Physichological hearing loss) เกิดจากความผิดปกติทางจิตมิใช่สาเหตุเกิดจากทางร่างกาย สำหรับการวินิจฉัย ต้องอาศัยการตรวจโดยเฉพาะ และต้องปรึกษาแผนกจิตเวช เพื่อการรักษา

2.1.2 การสูญเสียการได้ยินจากเสียง (Noise - induced hearing loss)

การสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียง จัดอยู่ในประเภทประสาทรับเสียงบกพร่องแบบ Cochlea type เนื่องจากเสียงดังทำให้เกิดพยาธิสภาพที่หูชั้นใน โดยทำลาย Outer hair cells และ inner hair cell ให้เสื่อมหรือตายไป ทำให้เกิดผิดปกติจากการรับฟังเสียงขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ [8]

1. อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง (Acoustic trauma) เป็นการเสื่อมการได้ยินแบบฉับพลัน เนื่องจากสัมผัสเสียงที่ดังในช่วง 140 – 160 dB เช่น เสียงระเบิด เสียงปืน เป็นต้น ผู้ป่วยจะสูญเสียการได้ยินและมีเสียงดังรบกวนในหู (Tinnitus airum)

2. การสูญเสียการได้ยินจากเสียง (Noise - induced hearing loss) คือ ภาวะการเสื่อมของประสาทหูเนื่องจากการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานาน ซึ่งอาจเป็นข้างเดียวหรือสองข้าง [9] ลักษณะการสูญเสียการได้ยินจะดำเนินไปอย่างช้าๆ โดยระยะแรกผู้ป่วยจะสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 3,000 ถึง 6,000 เฮิรตซ์ ผู้ป่วยจะสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ มากที่สุด และถ้าหากผู้ป่วยยังคงสัมผัสเสียงดังติดต่อกันเป็นระยะเวลานานประสาทหูก็จะถูกทำลายตามไปด้วย ประสาทรับฟังเสียงจะพิการแบบถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายได้ [10]

2.1.3 กลไกการเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง

เสียงดังมีผลให้เกิดพยาธิสภาพในหูชั้นใน โดยทำลาย outer hair cells และ inner hair cells ให้ผิดรูปหรือหลุดออกจากแรงสั่นสะเทือนของเสียงที่ส่งมา ความผิดปกติดังกล่าวมี

ผลต่อระบบโลหิตที่มาหล่อเลี้ยงและระบบการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีภายในเซลล์ ทำให้มีผลต่อการรับสัญญาณเสียงของเซลล์ประสาทเกิดขึ้น ซึ่งในระยะแรกของการสัมผัสเสียงดัง ความผิดปกติจะเกิดขึ้นชั่วคราว หลังจากนั้นการได้ยินจะกลับมาผิดปกติ แต่ถ้าหากยังสัมผัสเสียงดังติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจมีผลทำให้เกิดการสูญเสียความสามารถของการได้ยินอย่างถาวรได้ [11] ซึ่งสามารถแบ่งความรุนแรงของการเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังออกเป็น 2 ระดับ [12] คือ

1. การสูญเสียการได้ยินชั่วคราว (Temporary hearing loss หรือ Temporary threshold shift: TTS) คือ อาการเสื่อมการได้ยินที่เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสกับเสียงดังโดยเซลล์ประสาทรับการได้ยินมีอาการล้าจากการสัมผัสเสียงดังต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ หรือได้รับเสียงที่ดังสม่ำเสมอและต่อเนื่องที่มีความเข้มสูงถึงอันตราย ทำให้ไม่สามารถแปรสัญญาณการสั่นสะเทือนเป็นคลื่นประสาทได้ เกิดอาการหูตึงชั่วคราว (Auditory fatigue) อาการนี้มักเกิดร่วมกับเสียงดังในหู (Tinnitus) ความถี่เสียงที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว คือ ที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ ถึง 6,000 เฮิรตซ์ อาการเสื่อมการได้ยินและเสียงดัง ในหูจะเป็นเพียง 2-3 นาที หรือนานเป็นวันขึ้นกับความดังเสียงและระยะเวลาที่สัมผัสเสียง นอกจากนี้ยังมีอาการ เช่น เสียงอื้ออึงในหู ทนเสียงดังไม่ได้ หูสองข้างได้ยินระดับเสียงไม่เท่ากัน อาการผิดปกติสามารถกลับคืนสู่ระดับปกติได้หลังจากหยุดสัมผัสเสียงดังภายใน 1-2 วัน

2. การสูญเสียการได้ยินอย่างถาวร (Permanent hearing loss หรือ Permanent threshold shift: PTS) คือ อาการเสื่อมการได้ยินอย่างถาวรที่เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสเสียงดังมากหรือหยุดการสัมผัสกับเสียงดังแล้วก็ยังคงมีอาการ โดยผู้ป่วยมีอาการล้าของเซลล์รับเสียงจนไม่สามารถได้ยินเสียงในระดับปกติจะเกิดขึ้น เมื่อหูได้รับเสียงที่มีความเข้มสูงเป็นประจำเป็นระยะเวลานานและในขณะเดียวกันก็มีอายุมากขึ้น และหากยังสัมผัสกับเสียงดังอย่างต่อเนื่องอีกก็จะทำให้เซลล์รับเสียงถูกทำลายอย่างถาวร (Degenerative change of hair cell) ในระยะแรกการสูญเสียการได้ยินจะเริ่มเสียที่ช่วงความถี่ของเสียง 3,000 ถึง 6,000 เฮิรตซ์ และจะพบเสมอว่า มีการสูญเสียที่ความถี่เสียง 4,000 เฮิรตซ์ ต่อมาเริ่มมีเสียงดังในหู ความไวของหูในการรับฟังเสียงลดลง เมื่อไม่ได้อยู่ในที่ที่มีเสียงดังจะรู้สึกว่าการได้ยินดีขึ้นอาจมีอาการปวดหูหรือเวียนศีรษะร่วมด้วย เมื่อทำงานในที่มีเสียงดังเป็นระยะเวลานานๆ จะมีการสูญเสียการได้ยินไปทีละน้อย โดยที่ไม่รู้สึกตัวและลุกลามไปถึงช่วงความถี่ของการสนทนา คือ 500-2,000 เฮิรตซ์ ซึ่งทำให้การรับฟังเสียงคำพูดไม่เข้าใจ ถ้าผิดปกติมากจะไม่ทราบทิศทางของเสียงที่ได้ยิน ทำการตรวจภายในช่องหูจะไม่พบสิ่งผิดปกติ ตรวจวัดการได้ยินด้วยเครื่องตรวจวัดการได้ยินจะได้กราฟแบบประสาทหูเสื่อม การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรจะไม่มีโอกาสคืนสู่สภาพการได้ยินปกติ รวมทั้งไม่มีทางรักษาให้หายได้

2.1.4 ลักษณะทางคลินิกของการสูญเสียการได้ยินจากเสียง

The American College of Occupational Medicine (ACOM) Noise and Hearing Conservation Committee ได้กำหนดลักษณะสำคัญของการสูญเสียการได้ยินจากเสียงหรือโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง ไว้ดังนี้[8]

1. การสูญเสียการได้ยินเป็นชนิดประสาทหูเสื่อม เนื่องจากมีพยาธิสภาพที่เซลล์ ขนของ organ of corti ในหูชั้นใน

2. มักเป็น 2 ข้าง โดยมีรูปแบบของกราฟบันทึกการได้ยินคล้ายกันทั้ง 2 ข้าง

3. มักไม่มีลักษณะการสูญเสียการได้ยินขั้นรุนแรง มักเสียที่ความถี่ต่ำประมาณ 40 dB และความถี่สูงประมาณ 75 dB

4. เมื่อหยุดทำงานในที่ที่มีเสียงดัง การได้ยินจะไม่เสื่อมเพิ่มขึ้น

5. การมีประสาทหูเสื่อมจากการทำงานในพื้นที่มีเสียงดังจะไม่ทำให้หูไวต่อการเสื่อมของการได้ยินมากขึ้น ในขณะที่ระดับการได้ยินเพิ่มมากขึ้น (หูตึงมากขึ้น) อัตราการเสื่อมจะช้าลง

6. การได้ยินเริ่มเสื่อมที่ 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ โดยที่การเสื่อมจะเกิดที่3,000, 4,000, 6,000 เฮิรตซ์ บ่อยกว่าที่ 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ การเสื่อมมักเกิดที่ 4,000 เฮิรตซ์ บ่อยที่สุดแต่อาจเสียที่ 3,000 หรือ 6,000 เฮิรตซ์ก็ได้

7. ถ้ายังคงทำงานในที่ที่มีเสียงดังต่อไป การเสื่อมที่ 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ จะขึ้นถึงจุดสูงสุดในเวลาประมาณ 10-15 ปี

8. การสัมผัสเสียงดังติดต่อกันยาวนานตลอดปีจะทำให้ประสาทหูเสื่อมรุนแรงกว่าการสัมผัสบ้างหยุดบ้าง ซึ่งหูมีโอกาสได้พักจากการสัมผัสเสียง

นอกจากนี้ลักษณะทางคลินิกที่พบของผู้ป่วยโรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดัง มีดังนี้

ผู้ป่วยจะรู้สึกว่าการได้ยินของตนเองลดลง อาการที่พบบ่อยที่สุด คือ ฟังคนอื่นพูดไม่ชัด หรือไม่เข้าใจที่ผู้อื่นพูดโดยเฉพาะในที่ที่มีเสียงดัง เพราะเสียงที่ดังรบกวนมักเป็นเสียงความถี่สูง ทำให้มาบดบังรบกวนการได้ยินคลื่นเสียงความถี่ต่ำจากคำพูด ผู้ป่วยจะได้ยินเสียงที่ความถี่ต่ำดีกว่าเสียงความถี่สูง มีเสียงดังรบกวนในหู (Tinnitus) โดยเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงความถี่สูง (Ringing) ความผิดปกติดังกล่าวจะเป็นพักๆ หรือตลอดเวลา แต่อาการจะเป็นมากขึ้นเมื่อเข้าไปอยู่ในบริเวณที่เสียงดังมากๆ รวมทั้งอาจมีอาการปวดหูหรือเวียนศีรษะร่วมด้วย เมื่อตรวจหูด้วย otoscope จะไม่พบสิ่งผิดปกติ ตรวจการได้ยินด้วยส้อมเสียงจะได้ยินการนำเสียงทางอากาศดีกว่าการนำเสียงทางกระดูก

และเมื่อตรวจการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer ได้ลักษณะกราฟการได้ยินเป็นแบบ 4,000 เฮิรตซ์ notch คือ สูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์มากที่สุด[13]

2.1.5 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง ได้แก่

1. ความเข้มของเสียง (Intensity) เสียงที่มีความเข้มสูงหรือเสียงดังมากสามารถทำลายประสาทหูได้มากกว่าเสียงที่มีความเข้มเสียงน้อย การทำงานที่ต้องสัมผัสกับเสียงที่มีความเข้มเสียงสูง ยิ่งทำให้เกิดการเสื่อมของประสาทหูได้มากขึ้น จากการศึกษาคนงานทหารในโรงงานผลิตกระสุนปืนเล็ก ของกรมสรรพาวุธทหารบกในแผนก 3 แผนก คือ แผนกเอ (เสียงดัง 105.6 dBA) แผนกบี (เสียงดัง 104.3 dBA) และแผนกเอฟ (เสียงดัง 90.4 dBA) เมื่อการตรวจการได้ยิน พบว่าคนงานในแผนกเอและบี มีระดับการได้ยินเลวกว่าคนในแผนกเอฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางความถี่ [14] การเปรียบเทียบผลการสูญเสียการได้ยินของกลุ่มพนักงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษากับพนักงานที่ไม่ได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์บรรจุขวด แสดงให้เห็นว่า พนักงานที่ปฏิบัติงานในที่มีความเข้มเสียงมากจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียการได้ยินสูงกว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานในที่มีความเข้มเสียงต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [6]

2. ชนิดของเสียง (Type of noise) ชนิดของเสียงที่ทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมได้แก่ เสียงที่มีความดังต่อเนื่อง (Continuous noise) เช่น เสียงการจราจร เสียงเลื่อยไฟฟ้า และเสียงที่ดังเป็นช่วงๆ (Transient noise) เช่น เสียงยิงปืน เสียงกระแทกของโลหะ เป็นต้น ความแตกต่างของชนิดของเสียงนั้นส่งผลให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินแตกต่างกัน โดยเสียงดังอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินดำเนินไปอย่างช้าๆ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานจึงพบความผิดปกติ ส่วนการสัมผัสเสียงที่ดังเป็นช่วงๆ เช่น เสียงกระแทก เป็นเสียงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ แต่มีระดับเสียงที่ดังมากอาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างฉับพลัน

3. ระยะเวลาที่ได้รับเสียงต่อวันและระยะเวลาการทำงาน (Duration of daily exposure and total work duration) เสียงสามารถทำลายประสาทหูของผู้สัมผัสได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นกับพลังงานเสียงทั้งหมดที่ได้รับเข้าสู่หูชั้นใน ดังนั้นถ้าผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังในแต่ละวันเป็นเวลานานหรือสัมผัสติดต่อกันเป็นเวลานานหลายปีก็มีโอกาสเป็นประสาทหูเสื่อมได้มากกว่าผู้ที่สัมผัสในเวลาน้อยกว่า ซึ่งการศึกษาในนักบินกองทัพอากาศไทย พบว่าชั่วโมงบินสะสมในแต่ละวันของนักบินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับการได้ยินที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ ในนักบินไอพ่นและนักบินลำเลียง[15] รวมทั้งพบว่า การสูญเสียการได้ยินมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการทำงาน โดยในการศึกษาการสูญเสียการได้ยินในคนงานโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษแห่งหนึ่ง[16] พบว่า พนักงาน

ที่ทำงานมานานกว่า 21 ปี สูญเสียการได้ยิน ร้อยละ 57.9 รองลงมา คือ พนักงานที่ทำงานนาน 16-20 ปี พบการสูญเสียการได้ยิน ร้อยละ 25

4. ความไวต่อการเสื่อมของหู (Individual susceptibility) เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน ซึ่งไม่เหมือนกัน บางคนเสื่อมง่าย บางคนเสื่อมยาก

5. อายุ (Age) สภาพร่างกายตามธรรมชาติมนุษย์เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกายค่อยเริ่มเสื่อมลง อายุที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดความผิดปกติที่เซลล์ขนในหูชั้นใน ทำให้การรับฟังเสียงสูงๆ ไม่ดี มีเสียงดังในหูเป็นเสียงสูงๆ มักพบในคนที่อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป เรียกอาการนี้ว่า ประสาทบกพร่องในวัยชรา (Presbycusis hearing loss) ซึ่งในการตรวจสมรรถภาพการได้ยินในตำรวจจราจรของกรุงเทพฯ พบว่า เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นสมรรถภาพการได้ยินของตำรวจจราจรลดลง คือ มีการสูญเสียการได้ยิน ร้อยละ 62.5 ในกลุ่มอายุ 40 ปีขึ้นไป สำหรับในกลุ่มอายุ 20-40 ปี พบเพียงร้อยละ 38.3 เท่านั้น การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียการได้ยินของคนงานในโรงงานกรณีศึกษาธุรกิจแปรรูปเนื้อไก่บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ซึ่งในการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุ พบว่า เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นสมรรถภาพการได้ยินของคนงานลดลงเช่นเดียวกัน[17]

6. ประวัติการเจ็บป่วย ด้วยโรคทางหู (Ear disease) เช่น โรคหูน้ำหนวก การอักเสบของหูชั้นกลาง การติดเชื้อของหูชั้นใน หรือประวัติบุคคลในครอบครัวมีความพิการทางหูแต่กำเนิด ปัจจัยเหล่านี้สามารถส่งผลให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้เช่นกัน

7. เพศ (Gender) พบว่ามีความแตกต่างของระดับการได้ยินเพียงเล็กน้อยระหว่างเพศชายกับเพศหญิง โดยในช่วงอายุ ระหว่าง10-20 ปี เด็กผู้ชายจะมีความสามารถในการได้ยินลดลงกว่าเด็กผู้หญิง เมื่อต้องรับฟังเสียงที่มีความถี่สูง และเด็กผู้หญิงยังคงมีความสามารถในการได้ยินดีกว่าผู้ชายในช่วงอายุเดียวกัน เช่นเดียวกับการเกิดประสาทหูเสื่อมในคนงานโรงงานกระสุนปืนเล็ก ซึ่งในคนงานทหารเพศชาย มีค่าเฉลี่ยระดับเริ่มการได้ยินเลวกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่บางความถี่[14]

8. ประวัติการสูบบุหรี่ (Smoking) บุหรี่ไม่มีผลโดยตรงต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการศึกษา พบว่า กลุ่มคนที่สูบบุหรี่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อม ทั้งแบบชั่วคราวและแบบถาวรสูงกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ และในกลุ่มคนที่สัมผัสเสียงดังในระยะเวลาที่เท่ากัน คนที่สูบบุหรี่และเคยสูบบุหรี่มีความเสี่ยงต่อความลำบากในการได้ยินเสียงมากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่

2.1.6 ความชุกของการเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียง

จากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 2002 พบว่า มีประชากรวัยแรงงานกว่า 30 ล้านคนที่สัมผัสกับเสียงดังจากการทำงานในระดับที่เป็นอันตราย และมีแรงงานประมาณ 9 ล้านคน ที่เสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน [18] ซึ่งจากรายงานสภาวะสุขภาพของประชาชน ปี ค.ศ. 2000 โดยหน่วยงานสาธารณสุขของประเทศอังกฤษ พบว่า อุบัติการณ์การเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียงจัดเป็น 1 ใน 10 อันดับแรกของโรคจากการประกอบอาชีพที่พบมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Finnish Institute of Occupational Health ประเทศฟินแลนด์ พบอุบัติการณ์การเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียงในคนงาน 50.3 คน ต่อ คนงาน 100,000 คน และจากการประมาณการในกลุ่มประชาชนวัยแรงงานจำนวน 60 ล้านคน ของประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีประชาชนวัยแรงงานถึง 2 ล้านคน ที่สูญเสียการได้ยิน นอกจากนี้ได้มีการสำรวจความชุกของการเกิดการสูญเสียการได้ยินในอาชีพต่างๆ ของหลายประเทศ[18] เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ อุตสาหกรรมถ่านหิน[18]ร้อยละ 90 ช่างไม้ร้อยละ 44 ช่างประปาร้อยละ 48 สำหรับในประเทศอังกฤษ ได้มีการสำรวจในช่างก่อสร้างพบความชุกของการเกิดการสูญเสียการได้ยิน ร้อยละ 11.5 ช่างกล ร้อยละ 16.3 พนักงานทำความสะอาด ร้อยละ 6.6 สำหรับประเทศไทย จากรายงานสถานการณ์อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546 พบว่า มีแรงงานร้อยละ 2.4 หรือ 116,462 คน จากแรงงานจำนวน 4.8 ล้านคน มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียง จากการสำรวจสถานการณ์และแนวโน้มปัญหาอาชีวอนามัย ใน ปี พ.ศ. 2526-2536 ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการตรวจการได้ยิน ในสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยง 9 ประเภท จำนวน 14 แห่ง รวม 1,191 คน พบผู้มีสมรรถภาพการได้ยินผิดปกติ [19] ที่ความถี่สูงร้อยละ 45.5 หูตึงเล็กน้อย ร้อยละ 42.0 หูตึงปานกลาง ร้อยละ 8.1 และหูตึงมากร้อยละ 3.9 นอกจากนี้ได้มีการสำรวจในกลุ่มอาชีพต่างๆ มาโดยตลอด จนถึงปัจจุบัน เช่น คนงานในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม [20] ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมเขตจังหวัดสงขลา ร้อยละ 30.6 โรงงานผลิตกระสุนปืนกรมสรรพาวุธ [14] ร้อยละ 80 นักบินกองทัพอากาศไทย [15] ร้อยละ 36.20 คนงานที่ปฏิบัติงานในสายการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดใหญ่ [21] ร้อยละ 21.0 ช่างสถานประกอบการซ่อมเครื่องยนต์[22] ร้อยละ 57.8 และช่างเคาะพ่นสีรถยนต์ ร้อยละ 77.3 กลุ่มพนักงานที่สัมผัสเสียงร่วม กับสารละลายอินทรีย์ [23] ร้อยละ 38.63 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าอุบัติการณ์ของการเกิดการสูญเสียการได้ยินจากเสียงยังคงมีปรากฏให้เห็นในทุกๆ ปี และในทุกอาชีพที่ต้องสัมผัสกับเสียงดังในการทำงาน

2.2 การตรวจวัดระดับเสียงและการประเมินระดับเสียง

2.2.1 การวัดเสียง (Sound surveys)

การวัดเสียงในสถานที่ทำงานเป็นประโยชน์ในการประเมินว่า พื้นที่จุดใดที่เสียง อยู่ในระดับอันตราย เครื่องจักรและอุปกรณ์ใดที่ทำให้เกิดเสียงดังในระดับอันตราย รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานที่ต้องทำงานสัมผัสกับเสียงดังด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมเสียง และลดการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งการตรวจวัดเสียงผู้ทำการตรวจวัดต้องมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 การสำรวจเสียง

การสำรวจเสียงมีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินระดับเสียงว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดเกี่ยวกับเสียงหรือไม่ โดยทั่วไปการสำรวจเสียงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ[24]

1. การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary noise survey) เป็นการสำรวจเป็นจุดๆ โดยใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound level meter) เพื่อสำรวจถึงปัญหาอย่างรวดเร็ว โดยดำเนินการในบริเวณที่คนงานไม่สามารถสนทนา หรือสื่อความหมายเข้าใจกันได้ ในระดับเสียงปกติ หรือในบริเวณที่ผู้ปฏิบัติงานหูอื้อเป็นเวลาหลายชั่วโมงหลังเลิกงาน การสำรวจในขั้นนี้ทำให้ทราบเพียงว่าระดับเสียงขณะนั้นเกินกว่ามาตรฐานหรือไม่ โดยไม่สามารถบ่งบอกสภาพแวดล้อมการทำงานโดยละเอียดได้ ฉะนั้น จึงไม่ควรใช้ค่าที่ได้จากการสำรวจขั้นต้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสินระดับการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน หากพบว่ามีระดับเสียงมากควรดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดต่อไป

2. การสำรวจรายละเอียด (Detailed noise survey) ข้อมูลที่ได้ในขั้นสำรวจเบื้องต้น จะช่วยให้การสำรวจในขั้นนี้ง่ายขึ้น เพราะทำให้ทราบว่าบริเวณใดที่ต้องการการสำรวจอย่างละเอียดวัตถุประสงค์ของการสำรวจขั้นนี้ คือ ต้องการทราบข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนได้รับ เพื่อหาแนวทางควบคุมเสียงทางวิศวกรรมและทางการบริหารจัดการเพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงได้อย่างเหมาะสม การระบุพื้นที่ที่ต้องป้องกันเสียงดังหรือระบุพื้นที่ที่ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน และเพื่อวัตถุประสงค์ทางกฎหมายโดยนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน การสำรวจรายละเอียดนิยมใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียงแบบ octave band analyzer เพื่อที่จะได้ทราบถึงลักษณะการกระจายของพลังงานเสียงในความถี่ต่างๆ รวมถึงอันตรายที่อาจจะเกิดจากเสียงด้วย ซึ่งมักจะเป็นการสำรวจที่ใช้ในการอนุรักษ์การได้ยิน การประเมินระดับเสียงที่ทำให้เกิดการรบกวนและเพื่อการศึกษาวิจัยและควบคุมเสียงอีกด้วย

3. การสำรวจพิเศษ โดยปกติใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ เช่น การสำรวจเสียงกระทบมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือวิเคราะห์เสียงกระทบร่วมกับเครื่องวัดระดับเสียงเพื่อความแม่นยำ เป็นต้น

2.2.1.2 รูปแบบของการวัดเสียง โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท [25] คือ

1. การวัดที่แหล่งกำเนิดเสียง เพื่อทราบว่าความดังของเสียงที่แหล่งกำเนิดหรือวัด ณ จุดที่คนทำงาน เพื่อทราบว่าคนทำงานได้รับเสียงดังในระดับที่เป็นอันตรายหรือไม่ การเลือกตำแหน่งที่เป็นแหล่งกำเนิดของเสียงอาจมีเสียงจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ปนด้วย ดังนั้น ในการวัดต้องมีการบันทึกรายละเอียดต่างๆ ในการวัดด้วย เช่น เทคนิคที่ใช้ ตำแหน่งที่วัด สภาวะที่ติดตั้งเครื่อง การปรับความถูกต้องของเครื่อง ระยะเวลาที่ได้รับเสียง รูปแบบของระดับเสียง และค่าที่จำเป็นอื่นๆ

2. การวัดเสียงแบบพื้นที่เป็นการวัดเสียงเพื่อจัดทำแผนที่เสียง โดยการตีตารางพื้นที่การทำงาน เช่น จัดแบ่งพื้นที่เป็นตารางขนาด 3 × 3 ตารางเมตร หรือ 4 × 4 ตารางเมตร เป็นต้น หลังจากนั้นทำการวัดเสียงระดับความดังเสียง ณ จุดกึ่งกลางของพื้นที่ย่อยแล้วนำผลการตรวจวัดที่ได้มากำหนดไว้ในแผนที่ที่ทำไว้ โดยจัดทำเป็นแผนที่เสียง การวัดแบบนี้ทำให้สามารถจัดแบ่งพื้นที่การทำงานเป็นโซนต่างๆ ตามระดับความดังของเสียงที่วัดได้ และกำหนดระยะเวลาการทำงานของคนงานที่สัมผัสเสียงในพื้นที่ต่างๆได้อย่างเหมาะสม ข้อมูลของการวัดเสียงใช้ประโยชน์ในการวางแผนและประเมินผลโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

2.2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง

1. ประเภทของเครื่องมือตรวจวัดเสียง ในปัจจุบันมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับเสียงมากมายหลายชนิด สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม สามารถแบ่งชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ได้เป็น 4 ประเภทดังนี้[24] คือ

1) เครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการวัดความดันเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปในอากาศ คุณสมบัติของเครื่องวัดระดับเสียง [57] ได้แก่ ตรวจวัดปริมาณเสียงในแต่ละจุด (Spot-check) อธิบายปริมาณเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเมื่อเครื่องวัดเสียงปริมาณสะสมไม่สามารถทำได้ หรือไม่เหมาะสมที่จะใช้เครื่องวัดเสียงปริมาณสะสม จำแนกและประเมินแหล่งกำเนิดเสียง เพื่อช่วยในการควบคุมทางวิศวกรรม ชนิดของเครื่องวัดระดับเสียงแบ่งเป็น 4 ชนิด ตามความแตกต่างกันตามความแม่นยำในการวัด ได้แก่

Type 0 เป็นเครื่องวัดระดับความดังเสียงที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ ± 0 dB (A) เครื่องวัดเสียงประเภทนี้ใช้ในการวิจัยในห้องปฏิบัติการ

Type 1 มีความแม่นยำในการวัด ± 1 dB (A) ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ต้องการความแม่นยำมากและใช้ตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ

Type 2 มีความแม่นยำในการวัด ± 2 dB (A) เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุดโดยในการตรวจวัดเสียงในการทำงาน OSHA บังคับให้ตั้ง frequency weighting networks ที่ A-scale

Type S เครื่องวัดระดับเสียงชนิดนี้เป็นชนิดพิเศษถูกออกแบบให้มีความทนทาน ในการใช้งานแตกต่างจากประเภทที่ 1

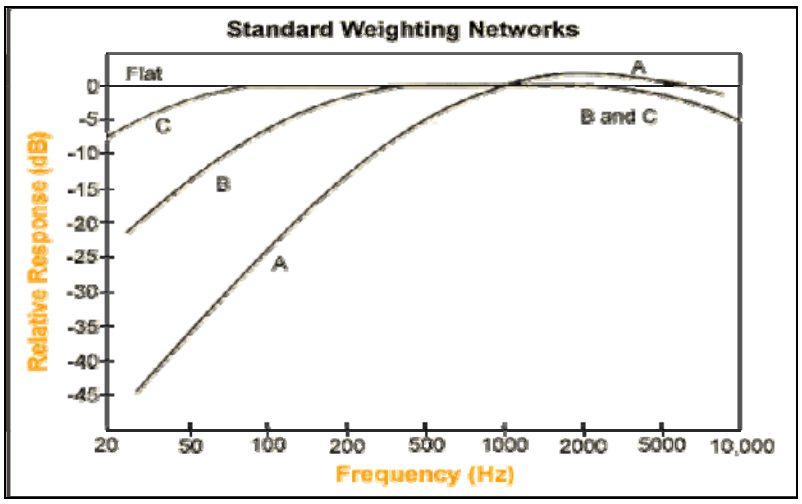
นอกจากนี้เครื่องวัดระดับเสียงยังมีอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองเสียงที่ความถี่ต่างๆ (weighting networks) ซึ่งมี 3 ประเภท คือ A B และ C

A-weighting networks ใช้สำหรับวัดเสียงเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน OSHA เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความดังที่ความถี่ต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับหูของมนุษย์ได้มากที่สุด

B-weighting networks ออกแบบให้ประมาณระดับเสียงที่มีความดังเท่ากับเสียงที่หูคนได้ยินที่ระดับความดันเสียงปานกลาง มีการใช้น้อยมาก

C-weighting networks ออกแบบให้ประมาณระดับเสียงที่มีความดังเท่ากับเสียงที่หูคนได้ยินที่ระดับความดันเสียงสูง ใช้สำรวจในบริเวณที่มีระดับความดันเสียงสูง

ในการประเมินอันตรายจากเสียงในงานอุตสาหกรรมที่มีอันตรายต่อหูของผู้ปฏิบัติงานนิยมใช้ระบบ A-weighting networks เพราะสามารถใช้แสดงถึงอันตรายของเสียงที่มีต่อการได้ยินได้ดีโดยได้รับการยอมรับและใช้ในการประเมินการได้รับเสียงตามมาตรฐานของนานาชาติ



ภาพประกอบ 1 แสดงค่าที่เครื่องวัดเสียงตอบสนองเมื่อมีเวทติ้งเนทเวอร์ก A B และ C
ที่มา: OSHA, 2005

เครื่องวัดระดับเสียง มี exponential time weighting ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมเวลา ในการตอบสนองต่อเสียงที่ทำการวัด มี 3 ระบบ คือ fast, slow และ impulse ซึ่งปรากฏอยู่บน sound level meter ใน fast mode เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง การตอบสนองของสัญญาณจะเร็วถึง 0.125 วินาที ในขณะที่ slow mode เข็มจะตอบสนองช้าประมาณ 1 วินาที สำหรับ impulse mode ใช้สำหรับเสียงกระแทก การตอบสนองของสัญญาณจะเร็วถึง 0.035 วินาทีในการตรวจวัดเสียงทั่วไป OSHA และ NIOSH ได้กำหนดให้ใช้ slow mode สำหรับวัดเสียง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับมาตรฐานของ OSHA

2) เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Sound frequency analysis) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการกระจายของระดับความดังเสียงในแต่ละความถี่ เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียงโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ octave band analyzer และ narrow band analyzer แต่ที่นิยมใช้มาก คือ octave band analyzer ซึ่งจะวัดความดังของเสียงในช่วงความถี่ที่คนได้ยินส่วนมากช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ – 20,000 เฮิรตซ์

3) เครื่องวัดเสียงกระแทก (Impulse noise analyzer) เป็นเครื่องมือพิเศษที่สามารถอ่านค่าของเสียงกระทบหรือเสียงกระแทกในระยะเวลาสั้นๆ ได้ ในปัจจุบันได้มีการออกแบบให้รวมอยู่ในเครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) โดยในการวัดจะวัดค่าที่สูงสุด (Peak level)

4) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการสัมผัสเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับความดังเสียงที่ไม่คงที่หรือไม่ได้ประจำ

อยู่ที่ใด ที่หนึ่งตลอดเวลา ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถพกพาเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมได้สะดวกในขณะทำงานเนื่องจากมีขนาดกะทัดรัดเหมาะสมต่อการพกพา โดยเครื่องจะทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับเสียงตลอดเวลาที่เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมทำงาน โดยทั่วไปเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) อุปกรณ์รวมเสียง (Integrator) และส่วนเก็บข้อมูลหรืออ่านค่า (Storage system or indicator)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อเครื่องมือตรวจวัดเสียง[26]

ปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบต่อการใช้เครื่องมือวัดเสียงและการอ่านค่าของเครื่องมือวัดเสียง ได้แก่

1. อุณหภูมิ (Temperature) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเสียงถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ 20 °F ถึง 140 °F (-29 °C ถึง 60 °C) ถ้าอุณหภูมิในพื้นที่ที่ทำการวัดเสียงสูงหรือต่ำกว่าที่ระบุไว้ควรศึกษาคู่มือการใช้ก่อน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด และไม่ควรจัดเก็บเครื่องมือวัดเสียงในที่ร้อนหรือเย็น เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมได้ง่าย

2. ความชื้น (Humidity) เครื่องวัดเสียงสามารถทำงานได้ในที่ที่มีความชื้นสูงได้เป็นระยะเวลานานตราบเท่าที่ความชื้นไม่กลั่นตัวเป็นไอน้ำเกาะติดบริเวณไดอะแกรมของไมโครโฟน

3. ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) ทั้งความดันบรรยากาศและอุณหภูมิมีผลกระทบต่อค่าที่ได้ของเครื่อง sound level calibrators ดังนั้นในการใช้งานควรศึกษาคู่มือในการใช้งานให้ละเอียดถี่ถ้วนก่อนใช้งาน

4. กระแสลมและฝุ่นละออง (Wind or dust) ลมและฝุ่นที่พัดผ่านไมโครโฟนของเครื่องมือวัดเสียงเป็นสาเหตุให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลที่ได้โดยทำให้ค่าที่ได้สูงขึ้น ดังนั้นควรใช้ฟองน้ำกันลม (Wind screen) สวมไมโครโฟนไว้ เพื่อป้องกันลมและฝุ่นเมื่อทำการตรวจวัดเสียงภายนอกอาคารและภายในอาคาร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้

5. สนามแม่เหล็ก (Magnetic fields) อุปกรณ์และการทำงาน เช่น การหลอมโลหะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกายไฟจากการเชื่อมโลหะและเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ สามารถสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งชักนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในเครื่องวัดเสียงได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้การอ่านค่าที่ได้เกิดความผิดพลาดไปจากเดิม

2.2.3 การตรวจวัดเสียง

การตรวจวัดเสียงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การตรวจวัดเสียงในสิ่งแวดล้อม โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียงและการตรวจวัดเสียงที่ตัวบุคคล โดยใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การตรวจวัดเสียง โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) สามารถทำได้โดยประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไมโครโฟน แบตเตอรี่ เข้ากับเครื่องวัดเสียงให้เรียบร้อย สำหรับขั้นตอนการตรวจวัดให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานของเครื่องที่ระบุไว้ พร้อมทั้งปรับค่าการตอบสนองของเครื่องตามมาตรฐานที่ต้องการนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบ หลังจากนั้นทำการติดตั้งไมโครโฟน โดยจัดระดับของไมโครโฟนให้อยู่ในระดับการได้ยินหรือระดับหูของพนักงาน (Hearing Zone) โดยให้ระดับไมโครโฟนสูงจากพื้นประมาณ 1.2-1.5 เมตร และห่างจากหูประมาณ 20 เซนติเมตร ผู้ที่ทำการตรวจวัดหรือบุคคลอื่นต้องไม่อยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและไมโครโฟน หรือต้องห่างจากไมโครโฟนอย่างน้อยที่สุด 2 เมตร รวมทั้งผู้ที่ทำการตรวจวัดเสียง ควรถือเครื่องวัดเสียงในลักษณะเฉียงออกจากลำตัวอย่างน้อย 50 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการสะท้อนของเสียงและควรหลีกเลี่ยงการวัดเสียงใกล้กำแพงหรือฝาผนังเพื่อป้องกันเสียงสะท้อน ในกรณีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ให้วัดระยะห่างจากเครื่องจักรประมาณ 1 เมตร เพื่อป้องกันเสียงสะท้อนแต่ถ้าเป็นเครื่องจักรขนาดเล็กให้วัดห่างประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วบันทึกค่าที่วัดได้ลงในแบบบันทึกการวัดเสียง[26]

2. การตรวจวัดเสียงโดยใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) สามารถปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานของเครื่องที่ระบุไว้ ก่อนทำการตรวจวัดควรอธิบายวัตถุประสงค์ในการใช้เครื่องและแจ้งข้อปฏิบัติให้กับผู้ปฏิบัติงานทราบ ปรับค่าการตรวจวัดตามค่ามาตรฐานที่มีการกำหนดไว้ สำหรับการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมที่ตัวผู้ปฏิบัติงานควรติดตั้งให้ใกล้กับหูของผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด และทำการตรวจสอบเครื่องวัดเป็นระยะๆ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีสิ่งใดปิดบังไมโครโฟนและเครื่องยังทำงานปกติ ระยะเวลาในการติดตั้งเครื่องวัดเสียงปริมาณสะสมควรให้ใกล้เคียงกับระยะเวลาที่พนักงานทำงานมากที่สุด[26]

2.2.4 การวิเคราะห์และการแปรผล

2.2.4.1 การวิเคราะห์และการแปรผลของเครื่องวัดระดับความดังเสียง

การใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง ตรวจวัดเสียงบริเวณพื้นที่หรือจุดที่มีผู้ปฏิบัติงาน เมื่อติดตั้งเครื่องมือแล้วทำการวัดให้อ่านค่าระดับเสียงออกมาในรูปค่าเฉลี่ยของระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานแล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ ในกรณีที่พื้นที่หรือจุดที่ทำการวัดมีเสียงกระแทกรวมอยู่ด้วยให้

ใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียงที่สามารถวัดเสียงกระแทกได้ วัดระดับเสียงกระแทกสูงสุดแล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2.2.4.2 การวิเคราะห์และการแปรผลของเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม

การตรวจวัดด้วย Noise dosimeter ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับเสียงที่ระดับแตกต่างกันในวันเดียวกัน สามารถคำนวณปริมาณเสียงที่ได้รับ Em (Mixed exposure) เทียบกับมาตรฐานได้ ดังนี้ [27]

$$EM = [\underline{C1}+\underline{C2}+\underline{C3}+\ldots\ldots\underline{C_n}]$$
$$T1 \quad T2 \; T3 \qquad Tn$$

โดย Em = ปริมาณเสียงที่ได้รับ

C_n = ระยะเวลา (จำนวนชั่วโมง) ที่คนงานได้รับเสียงที่ระดับหนึ่งๆ

Tn = ระยะเวลา (จำนวนชั่วโมง) ที่ยอมให้คนงานได้รับเสียงที่ระดับนั้นๆ

ถ้า Em > 1 แสดงว่าได้รับเสียงเกินมาตรฐาน

ถ้า Em = 1 คิดเป็น daily noise dose (D) = 100% โดย daily noise dose (D) ใช้แสดงถึง Em เป็นรูป %

การวัดระดับเสียงเป็น Daily noise dose เป็นค่าเฉลี่ยการได้รับเสียงจากการทำงานในช่วงเวลา 8 ชั่วโมง ถ้าต้องการเปลี่ยนค่า Daily noise dose ให้เป็นระดับเสียงเฉลี่ยสำหรับ การทำงาน 8 ชั่วโมงเป็น dB (A) ทำได้ ดังนี้

$$TWA = C + 16.61 \log (D/100)$$

โดย TWA = ระดับเสียงเฉลี่ยเป็น dB (A) ที่ได้รับใน 8 ชั่วโมง

D = Daily noise dose เป็น %

C = TLV = 90 dB (A)

ทั้งนี้ OSHA ได้ทำการแปลงค่า Daily noise dose เป็นค่า TWA และสรุปเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงการแปลงค่า Daily noise dose เป็นค่า TWA

Dose or percent	TWA (dB(A))
50	85.0
55	85.7
60	86.3
65	86.9
70	87.4
75	87.9
80	88.4
85	88.8
90	89.2
95	89.6
100	90.0
105	90.4
110	90.7
115	91.1
120	91.3
125	91.6

Assumes 5-dB exchange rate and 90-dB(A) PEL.

ที่มา: OSHA 29 CFR 1910.95

ในปัจจุบันเครื่องวัดเสียงปริมาณสะสมสามารถทำการวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 80 ถึง 130 dB(A) ตั้งค่า exchange rates ได้ที่ 3, 4, และ 5 dB(A) รวมทั้งตั้งค่า 8-hr criterion levels ได้ที่ 80, 84, 85 และ 90 dB(A) และสามารถทำการวัดและเก็บรวบรวมเกี่ยวกับระดับเสียง ระยะเวลา แล้วคำนวณออกมาเป็นระดับเสียงเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับใน 8 ชั่วโมงการทำงาน (TWA) และจะรายงานปริมาณของเสียงเป็นร้อยละของเวลาการสัมผัสเสียงที่ดังเกินมาตรฐาน

ตารางที่ 2 แสดงการอ่านค่าของ Noise dosimeter เป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณเสียงที่ทำการวัด

exposure conditions	Dosimeter with threshold set at 90 dB(A)	Dosimeter with threshold set at 80 dB(A)
90 dB(A) for 8 hours	100.0%	100.0%
89 dB(A) for 8 hours	0.0%	87.0%
85 dB(A) for 8 hours	0.0%	50.0%
80 dB(A) for 8 hours	0.0%	25.0%
79 dB(A) for 8 hours	0.0%	0.0%
90 dB(A) for 4 hours plus 80 dB(A) for 4 hours	50.0%	62.5%
90 dB(A) for 7 hours plus 89 dB(A) for 1 hour	87.5%	98.4%
100 dB(A) for 2 hours plus 89 dB(A) for 6 hours	100.0%	165.3%

Assumes 5-dB exchange rate, 90 dB(A) PEL, ideal threshold activation, and continuous sound levels.

ที่มา: OSHA 29 CFR 1910.95.

2.2.5 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

2.2.5.1 เสียงดังต่อเนื่องและเสียงดังเป็นระยะๆ ได้มีกำหนดค่ามาตรฐานเสียงในการทำงานไว้ดังต่อไปนี้

American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) ได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงดังต่อเนื่องและเสียงดังเป็นระยะๆ ไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาที่ปลอดภัยในการสัมผัสระดับเสียงต่อวัน

ระยะเวลาที่ได้รับเสียงต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับความดังของเสียงที่ได้รับต่อวัน (ชั่วโมง)
24	80
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
½	97
1/4	100

ที่มา: ACGIH, 2007

Occupational Safety and Health Act (OSHA) ได้กำหนดมาตรฐานระยะเวลาอนุญาตให้สัมผัสกับระดับเสียงดังหนึ่งๆ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงมาตรฐานระยะเวลาอนุญาตให้สัมผัสกับระดับเสียงดังหนึ่งๆ

ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัส (ชั่วโมง)	ระดับเสียงดัง dB(A), slow-response
8.0	90
6.0	92
4.0	95
2.0	100
1.0	105
0.5	110
0.25	115

ที่มา: OSHA 29 CFR 1910.95

World Health Organization (WHO) กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงได้ไม่เกิน 85 dB(A) ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง เพื่อป้องกันภาวะประสาทหูเสื่อมจากเสียง[28] ซึ่ง Environment Protection Agency (EPA) ได้กำหนดไว้เช่นเดียวกันกับมาตรฐานของ WHO คือ อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงได้ไม่เกิน 85 dB(A) ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง และนอกจากนี้ได้มีเปรียบเทียบระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงต่อวันที่ระดับเสียงต่างๆ ของ Occupational Safety and

Health Act (OSHA) และ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 แสดงเปรียบเทียบระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงต่อวันที่ระดับเสียงต่างๆ ของ OSHA และ NIOSH

ระดับเสียง dB(A)	ระยะเวลาที่ได้รับเสียง (ชั่วโมง)	
	OSHA	NIOSH
85	16	8
88	10.6	4
90	8	2.5
91	7	2
94	4.6	1
95	4	47 นาที
97	3	30 นาที
100	2	15 นาที

ที่มา: Occupational Noise Exposure, Revised Criteria, NIOSH, 1998.

2.2.5.2 มาตรฐานเสียงกระแทก

ACGIH ได้กำหนดให้ใช้เครื่องมือตรวจวัดเสียงตามมาตรฐานของ ANSI S1.4, S1.25 หรือ IEC 804 ซึ่งการวัดเสียงกระแทกจะถูกวัดอัตโนมัติในการวัดเสียงทั่วไป เครื่องมือตรวจวัดเสียง ต้องสามารถวัดเสียงในช่วง 80-140 dB(A) และช่วงของความต่างอย่างน้อยต้องเท่ากับ 63 dB ต้องไม่มีการสัมผัสเสียงกระแทกเกิน 140 dB(C) โดยไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเสียง และในกรณีที่เครื่องมือตรวจวัดเสียงไม่สามารถตั้งค่า weighting network แบบ C ได้ ให้ตั้งค่าเป็น unweighting ซึ่งค่าที่ได้จะต้องไม่เกิน 140 dB เช่นกัน [29] OSHA ได้กำหนดมาตรฐานเสียงกระแทก [30] ไม่เกิน 140 dB (peak) NIOSH ได้กำหนดมาตรฐานเสียงกระแทก [31] ไม่เกิน 140 dB(A)

2.2.5.3 มาตรฐานเสียงในการทำงานของประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานเสียงในการทำงานไว้ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. ๒๕๔๙ ไว้ ดังนี้

หมวด 3 เสียง

ข้อ 8 นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน (Time Weighted Average-TWA) มิให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6

ข้อ 9 ในบริเวณสถานประกอบกิจการที่มีระดับเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or Impulse Noise) เกิน 140 dB (A) หรือมีปริมาณเสียงสะสมของเสียงกระทบหรือเสียงกระแทกเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6 นายจ้างต้องให้ลูกจ้างหยุดทำงานจนกว่าจะได้ปรับปรุงหรือแก้ไขระดับเสียง

ตารางที่ 6 แสดงมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน

เวลาการทำงานที่ได้รับเสียง (ชั่วโมง)	ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA)
12	80
8	90
7	91
6	92
5	93
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ หรือน้อยกว่า	115

ข้อ 10 ภายในสถานประกอบกิจการที่สภาวะการทำงานมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 8 หรือข้อ 9 ให้นายจ้างดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขสิ่งที่เป็นต้นกำเนิดของเสียงหรือทางผ่านของเสียงหรือการบริหารจัดการ เพื่อให้มีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับอยู่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ในกรณียังดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขตามวรรคหนึ่งไม่ได้ นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงานเพื่อลดเสียงให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ในข้อ 8 หรือข้อ 9

ข้อ 11 ในบริเวณที่มีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 8 หรือข้อ 9 นายจ้างต้องจัดให้มีเครื่องหมายเตือน ให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลติดไว้ให้ลูกจ้างเห็นได้โดยชัดเจน

ข้อ 12 ในกรณีที่สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 dB(A) ขึ้นไป ให้นายจ้างจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีประกาศกำหนด โดยสรุปตามมาตรฐานของนานาชาติ ได้กำหนดให้สัมผัสเสียงดังต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ได้ไม่เกิน 85 dB(A) และกำหนดให้สัมผัสกับเสียงกระแทกไม่เกิน 140 dB (peak) ซึ่งหน่วยงานที่ใช้ข้อกำหนดดังกล่าว คือ ACGIH, NIOSH, WHO และ EPA ส่วน OSHA ยอมให้สัมผัสระดับความดังเสียงไม่เกิน 90 dB(A) ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานการสัมผัสเสียงดังต่อเนื่อง ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงไว้ไม่เกิน 90 dB(A) และกำหนดให้สัมผัสกับเสียงกระแทกได้ไม่เกิน 140 dB(A) ซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานของนานาชาติ

2.3 การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (hearing test)

การตรวจสมรรถภาพการได้ยินเป็นการตรวจวัดความสามารถในการได้ยินของหูทั้งสองข้างด้วยเครื่อง Audiometer เพื่อหาระดับเริ่มการได้ยิน (Hearing threshold)

2.3.1 ประเภทของการตรวจการได้ยิน

แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการตรวจได้เป็น 3 แบบ[13] คือ

1. การตรวจแบบคัดกรอง (Screening Audiometry) เช่น การตรวจโดยใช้ส้อมเสียง การตรวจคัดกรองการได้ยินในเด็กแรกเกิด การตรวจคัดกรองการได้ยินในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. การตรวจแบบมาตรฐาน (Standard Audiometry) ใช้ตรวจเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณา และใช้เป็นเกณฑ์ต่างๆ เช่น การเรียกร้องค่าทดแทน การรับเงินประกันภัยหรืออุบัติเหตุ การใช้เครื่องช่วยฟัง การขอจดทะเบียนคนพิการทางการได้ยิน การจัดการด้านการศึกษาพิเศษ การรับบุคคลเข้าทำงาน และการตรวจเพิ่มเติมเพื่อค้นหาตำแหน่งหรือสาเหตุของการสูญเสียการได้ยินต่อไป เป็นต้น การตรวจแบบมาตรฐานนี้ ได้แก่ การตรวจการได้ยินพื้นฐานและการตรวจสมรรถภาพของหูชั้นกลาง

3. การตรวจแบบพิเศษ (Special Diagnostic Audiometry) เป็นการตรวจเพื่อค้นหาตำแหน่งความผิดปกติของระบบการได้ยิน การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ การตรวจการได้ยินด้วยส้อมเสียง (Turning fork test) การตรวจการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ [32] (Pure tone audiometry) การตรวจโดยใช้คำพูด (Speech audiometry)

2.3.2 การตรวจการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone audiometry)

การตรวจการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์เป็นการตรวจโดยใช้เครื่องตรวจการได้ยินชนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดเสียงที่ให้เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) เสียงบริสุทธิ์จะมีความถี่ตั้งแต่ 125 ถึง 8,000 เฮิรตซ์ สามารถกำหนดให้เสียงดังมากน้อยตามความต้องการ สำหรับการตรวจการได้ยินแบบมาตรฐานจะตรวจโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ ที่ความถี่ 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 8,000 เฮิรตซ์ แต่การตรวจแบบคัดกรองในโรงงานอุตสาหกรรมหรือภาคสนามจะตรวจโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 เฮิรตซ์ สำหรับการตรวจการได้ยินแบบคัดกรองด้วยเสียงบริสุทธิ์ จะต้องมีความเข้าใจหลักการและวิธีการตรวจ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.2.1 ห้องที่ใช้ในการตรวจการได้ยิน

สำหรับการตรวจการได้ยินภาคสนาม เช่น ในสถานประกอบการ โรงเรียน ในสถานที่ดังกล่าวห้องที่ใช้ในการตรวจการได้ยินที่ปราศจากเสียงรบกวนยังขาดแคลน ผู้ทำการตรวจจะต้องคัดเลือกห้องที่เงียบที่สุดเป็นห้องปฏิบัติการตรวจการได้ยิน ซึ่งห้องตรวจการได้ยินที่มีระดับเสียงรบกวนต้องได้ตามมาตรฐานของ American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms, ANSI S3.1-1991 ANSI 1991b) เพื่อป้องกันเสียงรบกวนในขณะทำการตรวจ คณะผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเกณฑ์การตรวจคัดกรองการได้ยินมีมติให้ใช้มาตรฐานระดับเสียงห้องตรวจการได้ยิน โดยอิงตามเกณฑ์ของ OSHA -1983 เป็นมาตรฐานขั้นต่ำ เมื่อคัดเลือกห้องได้แล้วต้องทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในห้องที่ใช้ตรวจการได้ยินโดยวัดในช่วงที่คาดว่าจะมีเสียงรบกวนมากที่สุด ถ้าหากมีเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลมเครื่องปรับอากาศ ให้เปิดเครื่องใช้งานตามปกติแล้วจึงทำการวัด วิธีวัดระดับเสียง คือ ใช้เครื่องวัดเสียง วัด ณ ระดับศีรษะของผู้จะถูกตรวจการได้ยิน วัดแยกความถี่ ถ้ามีเสียงดังที่ความถี่ใดความถี่หนึ่งมากกว่าระดับเสียงในตารางที่ 8 แสดงว่าห้องนั้นไม่เหมาะสมที่จะเป็นห้องตรวจการได้ยิน

ตารางที่ 7 แสดงระดับเสียงในห้องที่ทำการตรวจการได้ยิน ตามเกณฑ์มาตรฐานของ Occupational Safety and Health Administration: OSHA 1983

ความถี่ (Hertz)	500	1,000	2,000	4,000	8,000
ระดับเสียง(dB)	40	40	47	57	62

ที่มา: OSHA 29 CFR 1910.95 App D

2.3.2.2 เครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer)

เครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) เป็นเครื่องตรวจการได้ยินชนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดเสียงที่ให้เสียงบริสุทธิ์ เสียงผสม เช่น เสียงคำพูดและเสียงอื่นๆ เสียงบริสุทธิ์จะมีความถี่ตั้งแต่ 125 ถึง 8,000 หรือ 12,000 เฮิรตซ์ และสามารถกำหนดเสียงให้ดังมากน้อยตามต้องการ ในการตรวจด้วยเสียงที่เป็นคำพูดทำได้โดยป้อนเสียงที่เป็นคำพูด ซึ่งอาจใช้เครื่องบันทึก เสียงคำพูด หรือใส่เสียงพูดของผู้ตรวจเอง (Live voice) เข้าไปในเครื่องตรวจการได้ยิน แล้วปล่อยเสียงนั้นเข้าไปในหูของผู้รับการตรวจ[8]เครื่องตรวจการได้ยินต้องได้มาตรฐานของAmerican National Standard Specifications for Audiometers, ANSI S3.6-1996 (ANSI 1996b) ซึ่งในการใช้งานเครื่องตรวจการได้ยินจำเป็นต้องมีความรู้ เรื่องส่วนประกอบของเครื่องการตรวจเช็ค และหลักการทำงานของเครื่อง ทั้งนี้เพื่อสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของผลที่ได้ เครื่อง Audiometer มีส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องกำเนิดเสียงที่ความถี่ต่างๆ ตั้งแต่ 125 - 8,000 dB (Oscillator)
2. เครื่องขยายสัญญาณเสียง (Amplifier)
3. เครื่องควบคุมความดังเสียง (Attenuator)
4. เครื่องส่งสัญญาณเสียงสำหรับการตรวจหู (Transducer)
5. Ear phone ใช้ทำการครอบหูทั้งสองข้างเมื่อทำการตรวจนำเสียงทางอากาศ
6. Bone vibrator เพื่อตรวจการนำเสียงทางกระดูก
7. หน้าปัด (Meter)

หลักการทำงานของเครื่องจะเริ่มจากเสียงที่ผ่านออกมาจาก Oscillator จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องขยายเสียง (Amplifier) และถูกส่งผ่านไปยังเครื่องควบคุมความดังของเสียง (attenuator) ซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มหรือลดความดังเสียงมีหน่วยเป็น dB หลังจากนั้นเสียงผ่านไปยังเครื่องมือ ส่งสัญญาณเสียงสำหรับตรวจหู (Transducer) ซึ่งประกอบด้วย Ear phone เพื่อทำการตรวจ

การนำเสียงทางอากาศและ Bone vibrator เพื่อตรวจการนำเสียงทางกระดูกเครื่องตรวจการได้ยินควรตรวจเช็คก่อนใช้งานเป็นประจำ ตามข้อกำหนดของ ISO 6189-1983 ได้แก่[33]

1. Listening check หรือ Function check เป็นวิธีการตรวจเช็คที่ควรทำทุกครั้งก่อนใช้เครื่องตรวจการได้ยิน Listening check เป็นการตรวจสอบปุ่ม Function ต่างๆ ปุ่มสัญญาณตอบสนอง ที่ครอบหูฟัง สายไฟไมโครโฟน ให้พร้อมในการใช้งาน วิธีการทดสอบสามารถทำได้ดังนี้ เปิดเครื่องตรวจการได้ยินตั้งความถี่ไว้ที่ 1,000 เฮิรตซ์ จากนั้นปรับปุ่มระดับเสียงดัง Hearing threshold level (HTL) ของเครื่องตรวจวัดการได้ยินไว้ที่ 70 dB กดปุ่มปล่อยสัญญาณเสียงตรวจสอบเสียงที่ครอบหูข้างขวาว่าสัญญาณเสียงดังสม่ำเสมอดีหรือไม่ และตรวจสอบปุ่มตอบรับสัญญาณกด-ปล่อย ดูว่ามีไฟกระพริบตามจังหวะการกด-ปล่อยหรือไม่ ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกันนี้ที่ความถี่ 2,000, 4,000, 6,000, 8,000 เฮิรตซ์ และกลับมาที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ จากนั้นให้ตรวจสอบปุ่มสัญญาณและที่ครอบหูฟังข้างซ้ายโดยเริ่มที่ความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ ปล่อยสัญญาณเสียงที่ระดับความถี่ 70 dB (HTL) จนครบทุกความถี่

2. Subjective test หรือ biological test ควรทำทุกเดือน วิธี Subjective test นี้ทำได้ โดยการตรวจการได้ยินในคนที่มีการได้ยินคงที่และมีระดับการได้ยินไม่เกิน 25 dB ทุกความถี่ แล้วนำผลการตรวจมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจที่ทราบค่าแล้วของคนเดียวกัน ถ้าพบว่ามีระดับการได้ยินแตกต่างกันมากกว่า 10 dB ที่ความถี่ใดความถี่หนึ่งต้องหยุดการใช้เครื่อง แล้วส่งเครื่องเพื่อสอบเทียบความถูกต้องอย่างละเอียด

3. Acoustic calibration สำหรับวิธีนี้ควรทำทุก 1-2 ปีโดยการสอบเทียบ ความถูกต้องของเครื่องตรวจการได้ยินจะใช้เครื่องวัดเสียง ชุดวิเคราะห์ความถี่และ Couper ที่ได้มาตรฐานการทำการสอบเทียบต้องดำเนินการโดยผู้ที่ชำนาญและมีห้องตรวจที่ได้มาตรฐานเท่านั้น

2.3.2.3 การเตรียมผู้ถูกทดสอบ

ก่อนตรวจผู้ถูกทดสอบควรงดรับฟังเสียงดังเกิน 80 dB(A) เป็นเวลา 8 - 16 ชั่วโมง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (TTS) หากไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ต้องสวมใส่ที่ครอบหูลดเสียงตลอดเวลาที่สัมผัสเสียงก่อนการทดสอบ และต้องออกจากที่มีเสียงดังก่อนถึงเวลาทดสอบการได้ยิน อย่างน้อย 15 นาที และมาถึงห้องตรวจการได้ยินก่อนอย่างน้อย 5 นาที เพื่อป้องกันการเหนื่อยหอบขณะตรวจวัด สำหรับตำแหน่งของผู้รับการตรวจควรนั่งในบริเวณที่ผู้ทำการตรวจสามารถสังเกตเห็นปฏิกิริยาขณะทำการตรวจได้ ทั้งเรื่องการขยับมือ แขน โดยให้ผู้รับการตรวจหันไปทางด้านข้างของผู้รับการตรวจ และผู้ที่รับการทดสอบควรงดดื่มสุราและ

ของมึนเมาทุกชนิดก่อนตรวจ ทำความสะอาดช่องหูและใบหูก่อนมารับการตรวจ รวมทั้งต้องไม่มีการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ หรือโรคเกี่ยวกับหู เช่น หวัด หูอักเสบเป็นหนอง[34]

2.3.3 ขั้นตอนการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

เทคนิควิธีการหา Hearing threshold เป็นวิธีการตรวจหาระดับการได้ยินของหู การวัดหาจุดที่มีระดับความดังของเสียงที่น้อยที่สุดที่หูนั้นจะเริ่มรู้สึกรับเสียงได้ เช่น การตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางอากาศ หรือการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางกระดูก หรือการใช้คำพูดในการตรวจ ซึ่งการตรวจด้วยวิธีการต่างๆ เหล่านี้จะสามารถบอกให้ทราบถึงความผิดปกติของหูชั้นนอก และชั้นกลาง ตลอดจนหูชั้นในที่เกี่ยวกับกลไกการได้ยินเสียงสามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้[35]

1. Descending Technique โดยการปล่อยระดับเสียงที่ดัง เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบได้ยินก่อนแล้วค่อยๆลดความดังลงทีละน้อย เรียกว่า วิธีตรวจแบบลง 10 dB ขึ้น 5 dB โดยจะลดความดังเสียงลงมาเป็นขั้นๆ ขั้นละ 10 dB จนถึงจุดหนึ่งที่ผู้ถูกทดสอบไม่ได้ยินเสียง ให้เพิ่มระดับเสียงจากจุดที่ไม่ได้ยิน ทีละ 5 dB หากไม่ได้ยินก็ให้เพิ่มอีก 5 dB จนเริ่มได้ยิน แล้วลดลงไปอีก 10 dB เมื่อแน่ใจว่าผู้ถูกทดสอบได้ยินแน่ชัดที่จุดนั้นๆ ให้ลดลง 10 dB อีกครั้ง ถ้าไม่ได้ยิน ให้เพิ่มขึ้น 5 dB ทำกลับไปกลับมาจนได้จุดที่ผู้ถูกทดสอบได้ยิน โดยใช้ระดับเสียงเบาที่สุดที่ผู้ถูกตรวจสามารถตอบสนองได้ร้อยละ 50 ถึง 70 ของจำนวนครั้งที่ให้สัญญาณ จุดนั้น คือ hearing threshold วิธีการนี้เป็นที่นิยมมากที่สุด

2. Ascending Technique เป็นวิธีตรงข้ามกับ Descending technique ใช้ในกรณีที่ผู้ถูกทดสอบอายุน้อย หรือหูหนวกมากๆ รวมทั้งผู้ที่ไม่แน่ใจว่าจะแสร้งทำเป็นหูหนวกหรือไม่ เริ่มต้นจากความดังที่ผู้รับการตรวจไม่ได้ยินก่อน แล้วเพิ่มความดังทีละ 10 dB จนถึงจุดที่ผู้ถูกทดสอบเริ่มได้ยินเสียงเบาที่สุด แล้วลดเสียงลง 5 dB (ขึ้น 10 ลง 5 dB) ทำกลับไปกลับมาจนได้จุดที่ผู้ถูกทดสอบได้ยินเสียงบ้างไม่ได้ยินเสียงบ้าง (ได้ยิน 50% ไม่ได้ยิน 50%) จุดนั้น คือ hearing threshold

3. Combination Technique ใช้วิธีผสมระหว่างวิธีที่ 1 และที่ 2 โดยใช้ระดับเสียงดัง-เบาสลับกันไป

2.3.4 วิธีการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

การตรวจสมรรถภาพการได้ยินผู้ทำการตรวจจะต้องมีความรู้ในเรื่องของวิธีการตรวจและเทคนิคในการตรวจสมรรถภาพการได้ยินที่ใช้ เพื่อให้ได้ผลการตรวจที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ สำหรับการตรวจสมรรถภาพการได้ยินนิยมใช้การตรวจโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) แบบมาตรฐาน

ซึ่งสามารถตรวจได้ 2 วิธี [33] คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air conduction) และการนำเสียงทางกระดูก (Bone conduction) วิธีการตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามมาตรฐานของ ASHA (1978a) มีดังนี้

2.3.4.1 วิธีการตรวจการได้ยินโดยการนำเสียงผ่านทางอากาศ (Air Conduction: AC) เป็นการวัดระดับการได้ยินของเสียงที่ส่งผ่านมาทางอากาศเข้าช่องหู

1. อธิบายให้ผู้ถูกทดสอบเข้าใจถึงวิธีการตรวจ เสียงสัญญาณที่จะได้ยิน และการกดสวิทช์สัญญาณตอบรับ
2. ให้ผู้ถูกทดสอบสวมที่ครอบที่หู เริ่มทำการทดสอบหูข้างที่ดีก่อน
3. ทำการตรวจหาค่าระดับการเริ่มต้นการได้ยิน (Hearing threshold) ด้วยวิธี Descending Technique
4. บันทึกค่า (Hearing threshold) บนตาราง Audiogram แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้กราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ
5. ทำการตรวจการได้ยินด้วยวิธีดังกล่าวของหูอีกข้างหนึ่ง
6. ในการบันทึกผลลงบน Audiogram ให้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

   O วงกลมสีแดง คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air Conduction) ของหูขวา

   X กากบาทสีน้ำเงิน คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air Conduction) ของหูซ้าย

2.3.4.2 วิธีการตรวจการได้ยิน โดยการนำเสียงผ่านทางกระดูก (Bone Conduction: BC) เป็นการวัดระดับการได้ยินของหูชั้นในโดยตรง โดยใช้ bone vibrator วางไว้ที่กระดูก mastoid

1. วาง bone vibrator ไว้บนกระดูก mastoid ให้แนบสนิทไม่สูงหรือต่ำเกินไป โดยไม่ใส่ที่ครอบหู (ear phone)
2. ทำการตรวจหาค่าระดับการเริ่มต้นการได้ยิน (Hearing threshold) เช่นเดียวกับการนำเสียงทางอากาศแต่ทำเฉพาะความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์เท่านั้น โดยเริ่มที่ความถี่ 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ แล้วกลับมาที่ 1,000 เฮิรตซ์ จากนั้นจึงทดสอบต่อที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์
3. บันทึกค่า (Hearing threshold) บนตาราง Audiogram แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้กราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ
4. ในการบันทึกผลลงบน Audiogram ให้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

   < สีแดง คือ การนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction) ของหูขวา

> สีน้ำเงิน คือ การนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction) ของหูซ้าย

สำหรับการตรวจการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์แบบมาตรฐานจะต้องทำการตรวจทั้ง Air Conduction และ Bone Conduction เพื่อจำแนกประเภทความผิดปกติของการได้ยิน ระดับการสูญเสียการได้ยิน และรูปแบบของการได้ยินได้อย่างถูกต้อง แต่ในการตรวจการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์แบบคัดกรองใช้เฉพาะการตรวจ Air Conduction เท่านั้น เพื่อคัดกรองว่าระดับการได้ยินปกติหรือต้องทำการส่งตรวจในทางคลินิกต่อไป ซึ่งการตรวจในระดับคลินิกมีหลายวิธีการ เช่น

1. Routine Audiometry เป็นการทดสอบที่ทำเป็นประจำในคลินิกเพื่อการวินิจฉัยโรคหรือติดตามผลการรักษา แบ่งออกเป็น

1) Puretone Air Conduction (AC) คือ การตรวจวัดการได้ยินโดยการนำเสียงทางอากาศ

2) Puretone Bone Conduction (BC) คือ การตรวจวัดการได้ยินโดยการนำเสียงทางกระดูก

3) Speech Audiometry คือ การวัดการได้ยินโดยใช้คำพูด

2. Masking Audiometry คือ การวัดการได้ยินเสียงโดยวิธีระมัดระวังเป็นพิเศษไม่ให้เสียงที่ตรวจในหูข้างหนึ่งข้ามกะโหลกศีรษะมายังหูอีกข้างหนึ่ง โดยใช้เสียงรบกวนปล่อยเข้าไปรบกวนหูด้านที่ดีขณะที่กำลังตรวจวัดหูอีกข้างหนึ่ง

3. Special Audiometer เป็นการทดสอบพิเศษ นอกเหนือไปจากการทดสอบประจำในคลินิก เพื่อหาพยาธิสภาพของหู

2.3.5 การแปลผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์

ในการตรวจสมรรถภาพการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์แบบมาตรฐานรูปแบบของ Pure tone audiogram สามารถบอกถึงประเภทความผิดปกติของการได้ยิน (Type of hearing loss) ระดับการสูญเสียการได้ยิน (Degree of Hearing Loss) และรูปแบบของการสูญเสียการได้ยิน (Audiometric configuration) การตรวจและแปลผลที่ได้จะนำไปสู่การตัดสินใจในการวินิจฉัยและการรักษาในขั้นต่อไป[12]

2.3.5.1 การจำแนกประเภทความผิดปกติของการได้ยิน (Type of hearing loss) โดยประเมินจาก Air Conduction (AC), Bone Conduction (BC), Air Bone gap A-B และ Speech discrimination (SD) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าชี้วัดการจำแนกประเภทความผิดปกติของการได้ยิน

Parameter Type	AC (dB)	BC (dB)	Air - Bone gap	SD (%)
Normal Hearing	<25	<25	No	>90
Conductive HL	>25 แต่ < 70	<25	Yes	>90
Sensorineural HL	>25	>25	No	<90
Mixed HL	>25	>25	Yes	<90

หมายเหตุ: Yes = Significant = A-B gap มากกว่า 10 เดซิเบล, No = ไม่มี A– B gap

2.3.5.2 การจำแนกระดับการสูญเสียการได้ยิน (Degree of Hearing Loss) ประเมินจาก Air Conduction สรุปได้ตามตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 9 แสดงการจำแนกระดับต่างๆของการสูญเสียการได้ยิน

ระดับการสูญเสียการได้ยิน	ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ 500-2000 Hz	คำที่นิยมใช้
หูได้ยินปกติ	-10 ถึง 25 dB	Normal hearing sensitivity
(ระดับ 1) หูตึงน้อย	26 - 40 dB	Mild hearing loss
(ระดับ 2) หูตึงปานกลาง	41 - 55 dB	Moderate hearing loss
(ระดับ 3) หูตึงค่อนข้างมาก	56 - 70 dB	Moderately severe hearing loss
(ระดับ 4) หูตึงมาก	71 - 90 dB	Severe hearing loss
(ระดับ 5) หูตึงหนวก	มากกว่า 90 dB	Profound hearing loss

ที่มา: สาธิต ชยาภัม, 2548

2.3.6 เกณฑ์การตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบบคัดกรองด้วยเสียงบริสุทธิ์

สำหรับการตรวจสมรรถภาพการได้ยินในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการตรวจทางอาชีวอนามัยที่สำคัญในการค้นหาภาวะประสาทหูเสื่อม หรือการสูญเสียการได้ยินในระยะเริ่มแรก โดยใช้เครื่อง Audiometer เป็นการตรวจวัดความสามารถในการได้ยินของหูทั้งสองข้างด้วยเครื่องตรวจวัดการได้ยินเพื่อหาระดับเริ่มการได้ยิน (Hearing threshold) ทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) ที่ความถี่ต่างๆ ตั้งแต่ระดับความถี่เสียงสนทนาจนถึงเสียงเครื่องจักร โดยการตรวจจะนำ

ข้อมูลไปสร้างเป็นกราฟเรียกว่า ออดิโอแกรม (Audiogram) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบบคัดกรองด้วยเสียงบริสุทธิ์มี ดังนี้ [36]

ตารางที่ 10 แสดงเกณฑ์การคัดกรองการได้ยิน

Authors	Criteria
สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม	ระดับการได้ยินมี 3 ระดับ ดังนี้ 1. ระดับการได้ยินปกติ คือ ระดับการได้ยินที่ความถี่ 500 - 6,000 เฮิรตซ์ เมื่อทำการตรวจวัดทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ในแต่ละความถี่มีค่าไม่เกิน 25 dB 2. ระดับการได้ยินที่ควรเฝ้าระวัง คือ ระดับเริ่มการได้ยินเสียงของหู เมื่อทำการตรวจการได้ยินทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500 - 6,000 เฮิรตซ์ มีการได้ยินเสียงมากกว่า 25 dB ในความถี่ใดความถี่หนึ่งที่ 500 - 6,000 เฮิรตซ์ 3. ระดับการได้ยินที่ผิดปกติสำหรับการสูญเสียการได้ยิน คือ ระดับการได้ยินที่มีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 เฮิรตซ์มากกว่า 25 dB หรือระดับเริ่มการได้ยินเสียงเฉลี่ยที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 45 dB
Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	ระดับการได้ยินที่ผิดปกติคือ ระดับการได้ยินที่ความถี่ใดความถี่หนึ่งที่ทำการตรวจมีค่าเฉลี่ยที่ความถี่ 2,000 3,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ เท่ากับหรือมากกว่า 10 dB
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)	ระดับการได้ยินที่ผิดปกติคือ ระดับการได้ยินที่ความถี่ใดความถี่หนึ่งที่ทำการตรวจมีค่าเฉลี่ยที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ เท่ากับหรือมากกว่า 15 dB

ตารางที่ 10 แสดงเกณฑ์การคัดกรองการได้ยิน (ต่อ)

Authors	Criteria
สมาคมแพทย์ประเทศสหรัฐอเมริกา (AMA)	ระดับเริ่มการได้ยินเสียงเฉลี่ยที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 เฮิรตซ์ มีค่ามากกว่า 25 dB
World Health Organization (WHO)	ระดับการได้ยินที่ผิดปกติสำหรับการสูญเสียการได้ยินคือ ระดับการได้ยินที่มีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ มากกว่า 25 dB หรือค่าเฉลี่ยมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 45 dB ในระดับการได้ยินที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์

2.3.7 เกณฑ์การพิจารณาผลการตรวจการได้ยินเพื่อส่งต่อพบแพทย์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค

ในการเฝ้าระวังการสูญเสียการได้ยิน คณะผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเกณฑ์การตรวจคัดกรองการได้ยินมีมติในที่ประชุมให้อ้างเกณฑ์ของ The Subcommittee on Medical Aspect of Noise of The American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery (AA0-HNS) มาใช้ในการพิจารณาส่งลูกจ้างที่มีระดับการได้ยินผิดปกติไปพบแพทย์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค[37] ดังนี้

1. ประวัติ ปวดหู น้ำไหลจากหู มีเสียงดังในหูมากและตลอดเวลา รู้สึกตื้อในหูข้างใดข้างหนึ่งมาประมาณ 1 ปี

2. ผลการตรวจการได้ยิน พิจารณาจากช่วงเวลาที่ทำการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่

1) การตรวจการได้ยินก่อนเข้าทำงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน (Baseline audiogram) เกณฑ์เพื่อคัดกรองเพื่อส่งแพทย์ในการวินิจฉัยมี ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000 เฮิรตซ์ หูข้างใดข้างหนึ่งมากกว่า 25 dB หรือ
- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ หูข้างใดข้างหนึ่งมากกว่า 45 dB หรือ
- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ ของหู 2 ข้างต่างกันมากกว่า 15 dB หรือ

- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ของหู 2 ข้างต่างกันมากกว่า 15 dB

2) การตรวจเฝ้าระวังการได้ยินครั้งต่อไป หรือการตรวจติดตามหรือตรวจประจำปีนำผลการตรวจการได้ยินพื้นฐาน (Baseline audiogram) มาประกอบการอ่านผล เพื่อหาระดับการได้ยินผิดปกติของลูกจ้าง เพื่อส่งต่อแพทย์ตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม โดยพิจารณาจาก

- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ต่างจาก baseline audiogram มากกว่า 15 dB หรือ

- ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ความถี่ 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ต่างจาก baseline audiogram มากกว่า 20 dB

2.4 การประกอบกิจการโรงงานโม่หิน

โรงงานโม่หินเป็นกิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองหิน การโม่หิน และการขนส่งหิน ซึ่งเป็นโครงการเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง การประกอบกิจการโรงงานโม่หินมี 3 กระบวนการหลัก ประกอบด้วย การทำเหมืองหินบนดินเพื่อระเบิดหินให้มีขนาดเล็กลง การโม่บดหิน เพื่อบดย่อยหินและคัดแยกขนาดตามความต้องการของตลาด และการขนส่งหินจากเหมืองหินเพื่อไปบดย่อยที่โรงงานโม่หินและการขนส่งหินจากโรงโม่หินไปให้ลูกค้า โดยโรงงานโม่หินมีการนำเอาเทคโนโลยีและเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการทำงาน โรงงานโม่หินมีกำลังการผลิตประมาณ 27,000 - 40,000 ตันต่อเดือน

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานโม่หิน

2.4.1.1 ขั้นตอนการผลิตของโรงงานโม่หิน

กระบวนการโม่หิน หรือ ย่อยหินนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับการย่อยหินในเหมืองหินปูน ดังแสดงในภาพประกอบ 2 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [38]

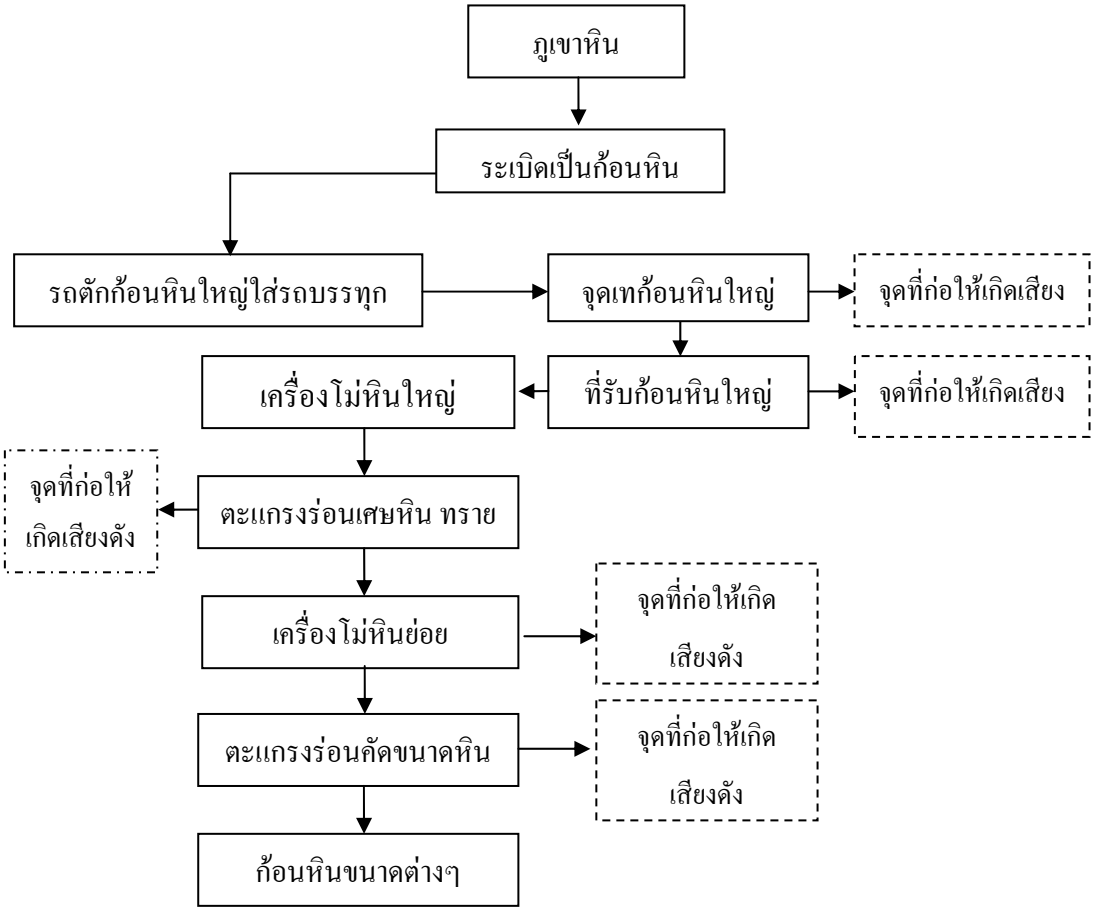
1. ระเบิดหินบริเวณภูเขา
2. บรรทุกหินที่ระเบิดจากภูเขามายังโรงโม่หิน
3. ป้อนหินลงปากโม่ ในขั้นนี้จะมีความแตกต่างกันบ้างระหว่างโรงงานโม่หินขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ดังนี้

1) โรงงานโม่หินขนาดเล็ก จะใช้แรงคนในการขนหินลงปากโม่ซึ่งเป็นปากโม่ขนาดเล็ก

2) โรงงานโม่หินขนาดใหญ่รถที่บรรทุกหินมาจะเทหินลงปากโม่ใหญ่ โดยจะมีคนงาน 1-2 คน คอยควบคุมการปล่อยหินให้ตกลงมาในปากโม่ และจะดูแลให้เครื่องโม่หินทำงานได้ตามปกติ กล่าวคือในบางครั้งที่ก้อนหินขนาดใหญ่ ตกลงมาขวางปากโม่ไว้ทำให้หินอื่นไม่สามารถลงปากโม่ได้ คนงาน 2 คนนี้ก็จะช่วยแก้ไข ซึ่งอาจจะทำโดยการทุบหินให้มีขนาดเล็กลง

3) หินที่โม่จากปากโม่ใหญ่นี้ จะเคลื่อนที่ไปตามสายพานผ่านตะแกรงแยกขนาดส่วนหินไม่สามารถผ่านตะแกรงจะเคลื่อนที่ต่อไป เข้าไปผ่านปากโม่ถัดไป โดยปกติโรงงานโม่หินหนึ่ง ๆ จะมีปากโม่ตั้งแต่ 3 ปากขึ้นไป

4) หินที่ถูกย่อยจนได้ขนาดแล้วจะเคลื่อนที่ไปตามสายพาน ซึ่งจะนำหินขนาดเดียวกันไปกองไว้ด้วยกัน หรือนำไปเก็บไว้ในยุ้งหิน และจากยุ้งหินจะมีรถบรรทุกนำไปขาย การถ่ายเทหินลงรถบรรทุกนี้จะมีคนงาน 1 คน คอยเปิดปากยุ้งให้หินหล่นลงไปในรถจนเต็ม และบางโรงงานโม่ หินที่ทำเฉพาะหินเล็ก จะใช้คนงานบรรจุถุงโดยนำถุงมารองที่ปลายทางหินที่แยกขนาดแล้ว



ภาพประกอบ 2 แสดงกระบวนการผลิตของโรงงานโม่หิน

2.4.1.2 กระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดเสียงดังในโรงงานโม่หิน

กระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดเสียงในโรงงานโม่หิน โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการเกิดผลกระทบ ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการระเบิด ในขั้นตอนนี้ก่อให้เกิดเสียงดัง จากการระเบิดหินบริเวณเหมืองหินซึ่งการระเบิดจะขึ้นอยู่กับวิธีการเจาะรูระเบิดการปิดปากรูระเบิดไม่แน่นทำให้ระเบิดขึ้นบนการอัดระเบิดในรูระเบิดที่มีน้ำทำให้ปุ๋ยละลายรูระเบิดไม่แน่นและการระเบิดในพื้นที่ที่ไม่ได้เปิดหน้าเหมืองจะส่งผลทำให้เกิดเสียงดัง

2. ขั้นตอนการลำเลียงหิน สู่โรงโม่หิน นับตั้งแต่การตักหินใส่รถบรรทุก การบดย่อยหินของเครื่องจักรและรถบรรทุกที่วิ่งจากเหมืองหินมายังโรงโม่หิน

3. ขั้นตอนการโม่หิน ในกระบวนการโม่หิน การเกิดเสียงดังจะเริ่มตั้งแต่การที่รถบรรทุกนำหินมาเทลงบนปากโม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเกิดเป็นเวลาสั้นๆ หลังจากนั้นเมื่อหินผ่านปากโม่ใหญ่ โดยหินที่ย่อยขนาดแล้วจะผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ กัน จากนั้นหินจะถูกลำเลียงขึ้นอุโมงค์ แล้วส่งเข้าตะแกรงอีกครั้งเพื่อทำการคัดเลือกหินแต่ละเกรด ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้จะเกิดเสียงดัง หินจะถูกลำเลียงมาตามสายพาน ซึ่งมีลักษณะทอดยาวเพื่อลำเลียงหินเข้าสู่โรงโม่หิน จากนั้นหินถูกลำเลียงเข้าสู่ตะแกรงเพื่อแยกหินออกเป็นขนาดต่างๆดังนี้ หิน 1 นิ้ว หิน 3/4 นิ้ว หิน 3/8 นิ้ว หินฝุ่นและหินคลุกจนถึงลานกองหิน จึงเป็นจุดที่ทำให้เกิดเสียงดัง ซึ่งจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการโม่หินนี้จะทำให้เกิดเสียงดังขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จากกระบวนการผลิตของโรงงานโม่หิน พบว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตภายในโรงงานโม่หินเล็กและโรงงานโม่หินใหญ่ มีข้อมูลด้านชนิดและลักษณะทั่วไป (ตารางที่ 11 และตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 แสดงชนิดและลักษณะทั่วไปของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็ก

ชนิดเครื่องจักร	ลักษณะทั่วไป	
	อายุการใช้งาน (ปี)	แรงม้า (Horsepower)
1. เครื่องป้อนหิน (Feeder)	10	30
2. เครื่องบดแบบจอว์ 42 × 30 นิ้ว	12	150
3. ตะแกรงคัดขนาด 4 × 12 ฟุต	15	30
4. เครื่องตี (IMPACTOR)	10	60
5. ถาดสั่น (จักจั่น)	12	5

ที่มา: บริษัท วีเหลี่ยม หว่อง กรุ๊ป จำกัด

ตารางที่ 12 แสดงชนิดและลักษณะทั่วไปของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่

ชนิดเครื่องจักร	ลักษณะทั่วไป	
	อายุการใช้งาน (ปี)	แรงม้า (Horsepower)
1. เครื่องป้อนหิน (Feeder)	17	30
2. เครื่องบดแบบจอว์ 42 × 30 นิ้ว	17	150
3. ตะแกรงคัดขนาด 4 × 7 ฟุต	17	20
4. เครื่องตี (IMPACTOR)	12	60
5. ถาดสั่น (จักจั่น)	10	5

ที่มา: บริษัท วีเหลี่ยม หว่อง กรุ๊ป จำกัด

2.4.1.3 ลักษณะงานของพนักงานโรงงานโม่หิน

โรงงานโม่หินมีการนำเอาเทคโนโลยีและเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการทำงาน โดยในการประกอบกิจการโรงโม่หินมี 3 กระบวนการหลัก ประกอบด้วย การทำเหมืองหินบนดินเพื่อระเบิดหินให้มีขนาดเล็กลง การโม่บดหิน เพื่อบดย่อยหินและคัดแยกขนาดตามความต้องการของตลาด และการขนส่งหินจากเหมืองหินเพื่อไปบดย่อยที่โรงโม่หินและการขนส่งหินจากโรงโม่หินไปให้ลูกค้า [39]

1. กระบวนการทำเหมืองหินบนดิน โดยวิธีการเจาะระเบิดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้เริ่มจากการเจาะระเบิดพนักงานแผนกเหมืองหินจะทำการเตรียมระเบิดเริ่มจากการเจาะระเบิดในส่วนชั้นหินปูนที่ผุใช้วัตถุระเบิดไดนาไมต์หรืออิมัลชั่นและแอมโมเนียม ไนเตรท ผสมน้ำมัน

ดีเซล แล้วจึงใส่เข้าไปในรูที่เจาะเตรียมไว้แล้ว ในขั้นตอนนี้จะมีพนักงานแต่งหน้าเจาะ พนักงานขับรถเจาะ ซึ่งมีหน้าที่เตรียมพื้นที่ในการระเบิดหินอยู่บริเวณเหมืองหิน ในกรณีที่ได้หินขนาดใหญ่จะต้องมีการระเบิดซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้หินขนาดเล็กลง ในขั้นตอนนี้ก็จะมีพนักงานขับรถป๊อกหินซึ่งมีหน้าที่ทำให้หินมีขนาดเล็กลงและเตรียมพื้นที่สำหรับระเบิดหินอีกครั้ง พนักงานแผนกเหมืองหินจึงต้องสัมผัสกับเสียงดังและอยู่ในบริเวณเหมืองหินตลอดเวลา

2. กระบวนการโม่หิน การบดย่อยหินเริ่มจากพนักงานขับรถสิบล้อบรรทุกหิน จากบริเวณเหมืองหินมาสู่ปากโม่เพื่อย่อยหินแล้วส่งเข้าตะแกรงตัวแรกเพื่อทำการคัดเลือกหินแต่ละเกรดโดยมีพนักงานขับรถแบ็คโฮเป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการตักหินใส่รถบรรทุกสิบล้อ และมีดัมพ์แมน ซึ่งมีหน้าที่ในการจดนับรายเที่ยวอยู่บริเวณปากโม่ พนักงานที่อยู่บริเวณปากโม่ ประกอบด้วยผู้ควบคุมเครื่องจักรที่จุดปากโม่ ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมเครื่องจักรที่จุดปากโม่ให้พร้อมใช้งานในการโม่หินอยู่ตลอดเวลา ส่วนพนักงานบดและย่อยหินมีหน้าที่ในการทำความสะอาดพื้นที่โรงโม่หิน รวมทั้งการบดและย่อยหิน สำหรับช่างแผนกบดและย่อยหินมีหน้าที่ในการควบคุมเครื่องจักรให้เป็นไปตามประสิทธิภาพของการผลิต ซ่อมแซม แก้ไข เครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้สามารถดำเนินการผลิตให้เป็นปกติ พร้อมทั้งมีผู้ช่วยช่างบดและย่อยหินในการควบคุมเครื่องจักรอยู่ในแผนกบดและย่อยหินด้วย

3. กระบวนการขนส่งหิน โดยใช้พนักงานขับรถแบ็คโฮตักหินเพื่อการขนส่ง และเริ่มต้นจากการขนส่งหินที่ได้จากการระเบิดในกระบวนการทำเหมืองหินโดยพนักงานขับรถสิบล้อ เพื่อนำมาเทปากโม่ใหญ่ และการขนส่งหินที่ผ่านการบดย่อยแล้วไปให้ลูกค้า หรือการตักหินโดยพนักงานขับรถตักใส่รถบรรทุกของลูกค้าที่เข้ามาซื้อหินในโรงงานโม่หินโดยสำนักงานเป็นจุดที่รถเข้าออกตลอดเวลาเพื่อชั่งหินซึ่งก่อให้เกิดเสียงดังโดยมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายขายมีหน้าที่ชั่งน้ำหนักและขายหินประจำวัน

2.4.2 ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.4.2.1 ความหมายของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา (Maintenance) หรือการซ่อมบำรุง (Repair) หมายถึงการดำเนินการใดๆ เพื่อเกิดผลในการธำรงรักษาสภาพความพร้อมในการทำงานของอาคาร เครื่องมือเครื่องมือกล เครื่องจักรและอุปกรณ์ เครื่องใช้ต่างๆให้คงอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา และใช้งานได้ดีเช่นเดียวกับเมื่อตอนเริ่มใช้ครั้งแรก [40]

2.4.2.2 ความสำคัญของการบำรุงรักษา

หลักการบริหารผลิตโดยทั่วไปของทุกสถานประกอบการจะพยายามควบคุมให้ได้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพภายในเวลาที่กำหนด ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดสามารถส่งสินค้าให้กับลูกค้าตามกำหนดเวลา ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำงานอย่างปลอดภัยและมีขวัญกำลังใจ ทั้งนี้เพื่อจะให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการประสานที่ดี มีการควบคุมเหตุขัดข้องหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดกับเครื่องจักร การบำรุง รักษาที่ดีจะสามารถช่วยไม่ให้เกิดความเสียหายต่อการทำงานและสามารถลดความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น ความสำคัญของการบำรุงรักษา สรุปได้ 4 ประการ [40] ดังนี้

1. เพื่อให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยให้การทำงานของเครื่องจักรเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ มีการใช้งานเครื่องจักรได้เต็มกำลังความสามารถและตรงกับความต้องการที่จัดหามามากที่สุด

2. เพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะการทำงานสูง (Performance) มีอายุการใช้งานยาวนาน กล่าวคือ เมื่อเครื่องจักรถูกใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือทำการซ่อมบำรุงแล้ว เครื่องจักรอาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหายหรือทำงานผิดพลาดจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมไม่ให้เกิดความเสียหายจนต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักร เมื่อเครื่องจักรมีสมรรถนะการทำงานสูงและมีอายุการใช้งานยืนยาว ผลตอบแทนที่ติดตามมา คือ กำไรที่เพิ่มขึ้น

3. เพื่อให้เครื่องจักรมีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) การผลิตสินค้าโดยใช้เครื่องจักรนั้น ความละเอียด ความเที่ยงตรง และการยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จะเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้น นอกจากเครื่องจักรจะมีสมรรถนะที่ดีแล้ว จะต้องมีความน่าเชื่อถือสามารถผลิตสินค้าได้ตามมาตรฐานไม่มีความคลาดเคลื่อนใดๆ เกิดขึ้น ซึ่งจะควบคุมให้เกิดสภาพเช่นนี้ได้ต้องมีโปรแกรมการบำรุงรักษาที่ดี

4. เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน (Safety) เป็นปัจจัยหรือจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ในการดำเนินการผลิต โดยอาศัยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ นั้น นอกจากประสิทธิภาพสมรรถนะ และความน่าเชื่อถือในการใช้งานแล้ว เครื่องจักรจะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องจักรทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บ

2.4.2.3 ประเภทของการบำรุงรักษา [41]

1. การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาตามกำหนด ตามแผนงาน ตามระบบที่วางไว้ทุกประการ งานที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้าได้ สามารถกำหนดระยะวัน เวลา สถานที่และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าได้ดำเนินการได้ แนวทางการบำรุงรักษานั้นอาจเลือกใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งได้ เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเพื่อแก้ไข เข้ามาดำเนินการ

2. การบำรุงรักษานอกแผน (Unplanned Maintenance) หมายถึง เป็นการบำรุงรักษานอกระบบงานที่วางไว้เนื่องจากเครื่องเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหายอย่างกะทันหัน ต้องเร่งรีบทำการซ่อมแซมทันทีให้เสร็จเรียบร้อยทันการใช้งาน การบำรุงรักษาประเภทนี้จะเกิดปัญหามากกว่าการบำรุงรักษาตามแผน เนื่องจากไม่สามารถทราบล่วงหน้ามาก่อน ไม่สามารถกำหนดวัน เวลา สถานที่ ที่แน่นอนได้ ทำให้ไม่สามารถเตรียมจัดหาผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ อะไหล่ ที่จะใช้บำรุงได้ทันที

2.4.2.4 ชนิดของการบำรุงรักษา [41]

1. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance, BM) เป็นการใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยสะดวกต่างๆ จนกระทั่งเกิดการขัดข้องจึงจะดำเนินการซ่อมบำรุง ซึ่งการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุจะต้องทำการตรวจสอบ และวิเคราะห์สาเหตุอย่างเร่งด่วน เพื่อลดความสูญเสียจากการขัดข้อง

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) เป็นการบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้องและมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสของการชำรุด โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเครื่อง เป็นต้น

3. การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance: PM) เป็นการผสมผสานระหว่างการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในจุดที่เหมาะสม

4. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance: CM) เป็นการแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรหรือดัดแปลงชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรให้ดีขึ้น เพื่อลดหรือขจัดเหตุขัดข้องที่อาจจะเกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขจึงเป็นงานที่มีการวางแผนล่วงหน้าและต้องมีความพร้อมของกำลังคน วัสดุและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อการดำเนินการก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น

5. การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Preventive, MP) โดยคำนึงถึงการพิจารณาออกแบบและเลือกใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือชิ้นส่วน เพื่อให้ปราศจากการบำรุงรักษา (Maintenance free) แสดงถึงความก้าวหน้าของการออกแบบเครื่องจักร อุปกรณ์ให้ลดงานการบำรุงรักษาลงมากที่สุด และประสิทธิภาพการเดินเครื่องการใช้งานสูงสุด

6. การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) เป็นการบำรุงรักษาทวีผลที่มุ่งแนวคิดให้พนักงานประจำเครื่องได้ดูแลและบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous maintenance)

2.4.3 มาตรการควบคุมเสียงทางวิศวกรรม

การควบคุมเสียงที่ดีที่สุด คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิดเสียง จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องชี้บ่งให้ได้ว่าเสียงที่จะทำการควบคุมนั้นมีต้นกำเนิดมาจากที่ใด [42]

2.4.3.1 แหล่งกำเนิดเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ เกิดเป็นเสียงที่คนเราได้ยิน (ซึ่งเป็นเสียงที่อยู่ในช่วงความถี่ 20 - 20,000 เฮิรตซ์) มีดังนี้

1. พื้นผิวที่สั่นสะเทือน เช่น แผงหรือแผ่น (Panel) ไม่ว่าจะเป็นไม้หรือโลหะก็ตาม

2. การกระแทกทางกล (Mechanical impact) เช่น การปั๊มโลหะ

3. การเคลื่อนไหวหรือการสั่นของก๊าซ (Pulsating gas flows) เช่น กรณีของก๊าซที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ (Reciprocating engines)

4. การอัดและการขยายตัวของตัวกลางที่อยู่รอบๆ ที่เกิดจากการทำงาน เช่น การทำงานของฟันเกียร์ การหมุนของใบมีดผ่านวัตถุที่อยู่กับที่

5. การไหลของอากาศรอบๆ สิ่งกีดขวางหรือบนพื้นผิวต่างๆ เช่น อากาศที่ไหลผ่านลูกกรงตาข่าย โครงครอบ

2.4.3.2 เทคนิคด้านวิศวกรรม

การควบคุมที่แหล่งกำเนิดโดยใช้การควบคุมเสียงด้วยวิธีทางวิศวกรรมถือเป็นมาตรการควบคุมเสียงที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้เพื่อลดการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งบางเทคนิคจะไม่ยุ่งยากมาก แต่มีผลต่อการลดการสัมผัสเสียงได้ดี เทคนิคด้านวิศวกรรมมีดังนี้

1. การบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม จะช่วยป้องกันหรือลดปัญหาเสียงดังที่เกิดจากเครื่องจักรได้เป็นอย่างดี สังเกตว่าเมื่อมีการรั่วไหลของไอน้ำ เกียร์ที่เสื่อมสภาพ สายพาน

ที่ตั้ง (ขึง) ไว้ไม่ดี (Slapping belts) ส่วนของเครื่องจักรที่หมุนที่ไม่ได้สมดุ เช่น กรณีของพัดลมของเตาเผาไฟล์วีล (Fly wheels) ลูกรอก ล้อหมุนสำหรับสวมสายพาน (Pulleys) ลูกเบี้ยว (Cams) และเพลา คาน (Shafts) การใส่น้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอต่างๆ เหล่านี้ล้วนทำให้เกิดเสียงดังขึ้นโดยใช่เหตุ

2. การจัดวางเครื่องจักรในตำแหน่งใหม่ เทคนิคนี้อาศัยความรู้ที่ว่าถ้าเป็นสถานที่เปิดไม่มีผนังกั้นรอบด้าน และไม่มีเพดาน (คืออยู่ภายนอกอาคาร) ระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบล ทุกๆระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 เท่า ดังนั้นถ้านำเครื่องจักรไปติดตั้ง (ถ้าหากทำได้) ภายนอกอาคารและให้ห่างจากที่คนทำงานก็จะสามารถลดการสัมผัสเสียงได้ อย่างไรก็ตามต้องไม่ลืมว่าโดยวิธีนี้ไม่ได้มีการดัดแปลง ปรับปรุง หรือแก้ไขใดๆที่เครื่องจักรที่จะลดระดับเสียงลง สำหรับการทำงานภายในอาคาร การใช้เทคนิคนี้อาจทำได้และมีประโยชน์หากผู้ปฏิบัติงานทำงานใกล้กับแหล่งกำเนิดเสียง (เครื่องจักร) ภายในระยะ 1 เมตร และมีพื้นที่เพียงพอ โดยการย้ายเครื่องจักรหรือไม่ก็ย้ายที่ทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้ห่างออกไป สำหรับการจัดวาง หรือติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงต้องวางให้ห่างจากมุมและผนังห้องมากที่สุด

3. การลดหรือการสั่นสะเทือน ในการควบคุมเสียงที่เครื่องจักรสามารถใช้วิธีง่ายๆ แต่ได้ผลต่อไปนี้ เช่น การกั้นหรือแยกเครื่องจักรที่เมื่อเดินเครื่องแล้วเกิดความสั่นสะเทือนขึ้นออกจากพื้นผิวที่สัมผัส (Vibration isolation) ด้วยการใช้วัสดุกันสะเทือนกั้นระหว่างสิ่งทั้งสอง หรือการควบคุมการสั่นสะเทือน (Vibration control) ด้วยการควบคุมการหมุนของเครื่องจักรให้สมดุล การแยกหรือลดการสัมผัส (Contact) ของชิ้นส่วนต่างๆ ออกจากกัน และการใช้วัสดุลดการสั่นสะเทือนที่พื้นผิวที่สั่นสะเทือน ซึ่งชนิดของวัสดุอุปกรณ์กันสะเทือนมี ดังนี้

1) ขดลวดสปริง (Steel spring) ที่มีประสิทธิภาพจะขึ้นกับความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด ความสูงของสปริง (Spring height) และเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด (Wire diameter) ขดลวดสปริงที่ดีจะมีความถี่พ้องต่ำลงมาได้ถึง 2 เฮิรตซ์ อย่างไรก็ตามวัสดุกันสะเทือนชนิดนี้มีข้อเสียคือ ความสั่นสะเทือนที่มีความถี่สูงสามารถเดินทางไปตามเส้นลวดของขดลวดนี้ได้ทำให้การส่งผ่านแรงสะเทือนสามารถไปตามโครงสร้างได้ จึงมีการปรับปรุงประสิทธิภาพขดลวดสปริงให้ดีขึ้นด้วยการติดตั้งแผ่นนีโอพรีนเข้าไปด้วย ทำให้ไม่มีการติดต่อ (สัมผัส) ระหว่างส่วนที่เป็นโลหะ

2) แผ่นเส้นใยแก้วอัดแน่น (Performed or compressed glass fiber pads) วัสดุกันสะเทือนชนิดนี้ทำด้วยเส้นใยแก้วอัดแน่นและปิดคลุมด้วยนีโอพรีน อากาศที่อยู่ภายในเส้นใยแก้วอัดแน่นนั้นจะทำหน้าที่เสริมการกันสะเทือน ด้วยการทำบทบาทเป็นตัวช่วยลดการสั่นสะเทือน (Damping) วัสดุชนิดนี้มักใช้เป็นแผ่นรองเครื่องจักรเพื่อกันการสั่นสะเทือน

3) แผ่นยางบีบอัด (Rubber in shear and compression) แผ่นยางเป็นวัสดุที่ใช้กันสะเทือน จะมีลักษณะที่สามารถถูกกดให้นูนหรือพองออกทางด้านข้างได้หรือถูกกดทับจนผิดรูป (Distortion) ก็ได้

4) ไซเรนเซอร์ (Silencers) เทคนิคการใช้ไซเรนเซอร์ควบคุมเสียงโดยเฉพาะเสียงจากท่อ ในการทำงานหลายกิจกรรมที่มีการถ่ายเทของอากาศหรือก๊าซจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ดังเช่นกรณีที่ระบบอากาศจากภายในเครื่องยนต์สู่บรรยากาศ ซึ่งทำให้เกิดเสียงดังจึงจำเป็นต้องทำการควบคุมเสียงโดยที่อากาศหรือก๊าซนั้นยังคงผ่านไปได้ ไซเรนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมเสียงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการทำงาน คือ

- dissipative silencers ไซเรนเซอร์ชนิดนี้ทำงานด้วยการสลายพลังงานเสียงให้เป็นความร้อนด้วยการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

- reactive silencers ไซเรนเซอร์ชนิดนี้ทำการลดเสียงลงได้ด้วยการอาศัยรูปทรงเรขาคณิต (geometric shapes) ของไซเรนเซอร์ และสามารถลดเสียงได้ในช่วงความถี่ไม่กว้างเท่ากับชนิดแรก เวลาจะเลือกไซเรนเซอร์ชนิดนี้มาใช้ควบคุมเสียงจึงต้องพิจารณาว่าเสียงดังที่จะทำการควบคุมนั้นมีระดับเสียงดังในช่วงความถี่ใด และเลือกใช้ที่สัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปจะใช้ไซเรนชนิดนี้กับเสียงที่ความถี่ต่ำ หลักการพื้นฐานของการทำงานไซเรนเซอร์ชนิดที่มีรูปทรงไม่สลับซับซ้อน (Simple reactive silencers) คือ การเปลี่ยนแปลงค่า impedance หรือค่าความต้านทานต่อการเคลื่อนตัวของคลื่นเสียง อันเนื่องมาจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันของพื้นที่หน้าตัด และมีการเกิดขึ้นของเสียงกำธร(Acoustic resonance) ภายในพื้นที่ส่วนขยาย (Expansion chamber) การเปลี่ยนแปลงของค่า impedance นี้เองที่ทำให้เกิดการต้านทานการเคลื่อนที่ของพลังงานเสียงไปข้างหน้า คลื่นเสียงภายใน chamber จะเคลื่อนที่สะท้อนกลับไปกลับ มาโดยไม่สามารถจะออกมาภายนอกได้

5) การลดแรงกระแทก เทคนิคนี้ยึดหลักว่าเมื่อส่วนของเครื่องจักรหรือกลไกการทำงาน ทำให้มีส่วนที่แข็งมากระทบย่อมเกิดเสียงดัง ดังนั้นหากสามารถลดแรงกระแทกลงได้ เสียงดังย่อมลดลง ซึ่งอาจทำได้โดย

- ลดน้ำหนัก ลดขนาด และ/หรือลดความสูงของมวลที่จะตกกระทบ

- ติดตั้งเบาะหรือแผ่นยางตรงส่วนของเครื่องจักรที่จะกระทบกัน

- เปลี่ยนส่วนของเครื่องจักรที่จะกระทบกันจากที่เป็นโลหะเป็นสารที่ไม่ใช่โลหะ (Non-metallic material) จะช่วยลดการเกิดเสียงก้อง (Resonance) ที่บริเวณหัวที่ตกกระทบ

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาในการศึกษาเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักร พบว่าวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบต่างๆทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และสามารถช่วยลดเสียงดังของเครื่องจักรได้ โดยการลดเสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ทำให้เป็นการเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตต่างๆ ในหลายๆ ผลงานวิจัยผู้ทำการวิจัยที่ผ่านมาได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นหลังการปรังปรุง เช่น การนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิตเครื่องดื่ม อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น [43]เฉลี่ยเท่ากับ 7.74 % การปรับปรุงระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง [44] ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.38 การจัดตั้งระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเครื่องเล่นวิดีโอเทป [42] หลังจากการปรับปรุงแล้วพบว่า เวลาที่สูญเสียในการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องลดลงร้อยละ 32 การเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตซีเมนต์ โดยวิธีการบำรุงรักษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ไขปรับปรุงงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนของโรงโม่และสายพานลำเลียงในสายการผลิตที่ 3 ร่วมกับคณะกรรมการ TPM ของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ [11] โดยตั้งเป้าหมายเพื่อลดการหยุดของเครื่องจักรลง 30 % จากปี 2543 ซึ่งมีจำนวนการหยุด 14 ครั้ง รวมเวลาเป็น 237 ชม.หลังจากใช้ระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแล้วพบว่าสามารถลดการหยุดของเครื่องจักรลงเหลือเพียง 3 ครั้ง รวมเวลา 33 ชม.นั่นคือเครื่องจักรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากปี 2543 จำนวน 3.28 ล้านตันเป็น 4.75 ล้านตันในปี 2544 หรือเพิ่มขึ้น 45.9 % การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมระบบการผลิตที่สามารถยืดหยุ่นได้ถูกใช้เพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่าเดิม วิธีการที่ดีกว่า และผลิตผลที่มีคุณภาพและอัตราการใช้ให้เป็นประโยชน์ของเครื่องมือเครื่องจักรที่เกี่ยวโยงกับระบบให้มีค่าสูงสุดเท่าที่จะทำได้ [45] แผนการบำรุงรักษาแบบใหม่อย่างเช่น TPM มีบทบาทสำคัญมากที่จะใช้ระบบการผลิตโดยอัตโนมัติ มีการสำรวจการทำ TPM ในอิตาลี [46] โดยมีการนำเสนอแบบจำลองในรูปแบบทั่วไปที่สามารถประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันพบว่าสิ่งที่มีผลต่อการทำ TPM ประกอบด้วย 7 สิ่งเช่น ผู้ที่สนับสนุนการทำ TPM หน่วยการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ TPM การกระจายการทำ TPM ทั่วทั้งองค์กร การบรรลุความต้องการของการทำ TPM ประเภทของอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทำ TPM การเชื่อมโยงระหว่าง TPM และเทคนิคไคเซ็น และการพัฒนาในอนาคตของโปรแกรม TPM เป็นต้น ผลที่ได้จากงานวิจัยจะเห็นว่าระบบการทำงานของเครื่องจักรมีการขัดข้องน้อยลง และสามารถลดเสียงดังของเครื่องจักรจึงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยศึกษาพัฒนาปรับปรุงจากระบบการบำรุงรักษาแบบการซ่อมหลังจากเครื่องจักรเสีย (Breakdown

Maintenance) ไปสู่ระบบบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือทำการพัฒนาระบบบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกันเดิมที่ใช้อยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยจัดระบบการจัดการระบบบำรุงรักษาให้เป็นระบบวิเคราะห์ปรับปรุงและกำหนดแผนการบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกันทั้งระยะสั้นและระยะยาวให้มีความเหมาะสมมากขึ้นตลอดจนการจัดทำสารสนเทศเพื่อการจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาโดยนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างประเภทต่างๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตตัวเก็บประจุ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตแผ่นบันทึกข้อมูลคอมแพ็คดิสก์ เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการปรับปรุง พบว่า ระบบการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยสามารถพิจารณาจากดัชนีชี้วัดประเภทต่างๆ ที่นำมาใช้ เช่น ระยะเวลาการชำรุดเสียใช้งานไม่ได้ของเครื่องจักรที่ลดลง อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่ลดลง ความดังของเสียงของเครื่องจักรที่ลดลง และอัตราการผลิตของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

นอกจากนี้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเพื่อป้องกันเสียงจากเครื่องจักรเป็นโปรแกรมที่ช่วยคำนวณการออกแบบมีการใช้งานที่ง่าย และลดความซับซ้อนในการทำงานลง รวมถึงลดโอกาสผิดพลาดในการออกแบบลงด้วย โปรแกรมสามารถคำนวณระดับของเสียงที่เกิดขึ้นได้ เมื่อผ่านกระบวนการป้องกันเสียงแล้วผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการวัดค่าเสียงจริงของโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่าง พบว่าการเปรียบเทียบให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นไม่เกิน 4.1 % อาจเนื่องมาจาก ระยะห่างระหว่างเครื่องจักรผนังห้องหรือจุดรับเสียงที่อยู่ใกล้กันมากรวมถึงระดับแอมพลิจูดของเสียงในแต่ละย่านความถี่ที่มีความแตกต่างกัน[47]

2.4.4 การเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment)

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับผู้ปฏิบัติงานในการสวมใส่ขณะทำงานเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพและสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการทำงาน โดยการเลือกใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล[48]มีดังนี้

1. เลือกซื้อให้เหมาะสมกับลักษณะอันตรายที่พบจากการทำงาน
2. อุปกรณ์ที่เลือกควรได้รับการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน
3. มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันอันตรายและทนทาน
4. มีน้ำหนักเบา สวมใส่สบาย ขนาดเหมาะสมกับผู้ใช้และง่ายต่อการใช้

5. มีให้เลือกหลายแบบและหลายขนาด

6. การบำรุงรักษาง่ายและไม่แพงเกินไป

การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงให้เหมาะสมกับความถี่เสียงมีดังนี้

2.4.4.1 ที่ครอบหู (Ear Muff) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันเสียงดังที่เป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินของหู ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายหูฟังที่ใช้ครอบใบหูทั้งสองข้าง โดยมีก้านโค้งครอบศีรษะและใช้วัสดุที่มีความนุ่มหุ้มทับส่วนตัวครอบหูนั้นมีการออกแบบให้แตกต่างของลักษณะการใช้งาน ซึ่งจะประกอบด้วย วัสดุป้องกันเสียง (acoustic) อยู่ภายในที่ครอบหู ส่วนตัวรองรอบนอกนั้นอาจจะบุด้วยโฟม พลาสติก ยางหรือบรรจุของเหลวไว้ เพื่อช่วยดูดซับเสียง ทำให้พลังงานของเสียงลดลง ที่ครอบหูแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยสามารถลดเสียงได้ตั้งแต่ 30-40 dB และลดเสียงที่ความถี่สูงกว่า 4000 เฮิรตซ์

2.4.4.2 ที่อุดหู (Ear Plugs) เป็นวัสดุที่ทำมาจากยางพลาสติกอ่อน ขี้ผึ้ง และฝ้าย หรือสาลี ที่ผู้ผลิตออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะกับรูหู เพื่อให้สามารถป้องกันเสียงซึ่งจะแตกต่างกันออกไปทั้งชนิดอุดหูทั้งสองข้างจะป้องกันเสียงได้ดีกว่าชนิดที่ใช้ชั่วคราว โดยสามารถลดเสียงได้ตั้งแต่ 15-25 dB และ ลดเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 4000 เฮิรตซ์ ได้ดี

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive design) เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หิน ที่แตกต่างกันตามลักษณะงานและความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร คือ พนักงานของโรงงานโม่หินจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ใช้ประชากรทั้งหมดในโรงงานโม่หิน (Census Technique) ทั้งหมด 6 แผนก โดยประกอบด้วย แผนกเหมืองหินจำนวน 16 คน แผนกบดและย่อยหินจำนวน 14 คน แผนกซ่อมบำรุงจำนวน 1 คน แผนกกลึงจำนวน 2 คน แผนกสำนักงานจำนวน 13 คน และแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมจำนวน 4 คน

3.2.2 การตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมที่ตัวบุคคล

กลุ่มตัวอย่างในการตรวจวัดคัดเลือกจากกลุ่มพนักงานที่มีการสัมผัสเสียงแบบเดียวกัน (Homogenous Exposure Group) ซึ่งใช้เทคนิคในการแบ่งตามลักษณะงานที่ทำ (Task –based approach) โดยใช้การทำสำมะโนประชากรทั้งหมด 50 คน

3.2.3 การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

1. การศึกษาครั้งนี้สำหรับการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานโรงงานโม่หินทั้งหมดที่สมัครใจเข้าร่วมตรวจสมรรถภาพการได้ยินได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน

2. เกณฑ์การคัดเข้า คัดออก

เกณฑ์การคัดเข้า

1) กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานโรงงานโม่หินทุกแผนกและพนักงานยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2) กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานปฏิบัติงานในโรงงานโม่หิน โดยทำงานมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ปี

เกณฑ์การคัดออก

ผู้ที่มีประวัติการเจ็บป่วยเรื้อรัง เช่น ประวัติการผ่าตัด หรือการติดเชื้อของหูอย่างรุนแรง ประวัติเป็นโรคเบาหวาน อุบัติเหตุ หูน้ำหนวกเรื้อรัง เส้นประสาทหูเสื่อม เส้นประสาทหูเรื้อรัง เป็นต้น

3.3 เครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แบบสอบถามในการวิจัย ครั้งนี้มีจำนวน 3 ชุด คือ

1. แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานโม่หิน ซึ่งดัดแปลงจากแบบสอบถามจากสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข โดยแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ประวัติการทำงาน

ส่วนที่ 3 ประวัติการสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ส่วนที่ 4 ประวัติด้านสุขภาพ

ส่วนที่ 5 ประวัติด้านพฤติกรรม

ส่วนที่ 6 แบบบันทึกการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

โดยแบบสอบถามส่วนที่ 1 ถึง ส่วนที่ 5 ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานโม่หินเป็นผู้ตอบแบบสอบถามและส่วนที่ 6 แบบบันทึกการตรวจสมรรถภาพการได้ยินผู้วิจัยเป็นผู้กรอกเอง

2. แบบประเมินความเสี่ยงโดยใช้แบบสอบถามสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หิน ซึ่งดัดแปลงจากประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่องให้โรงโม่บดหรือย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม ภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ซึ่งประเมินโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพของโรงงานโม่หิน

3.3.2 เครื่องมือตรวจวัดเสียง

1. เครื่องวัดระดับความดังเสียง รุ่น SoundPro SE/DL Series
2. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม รุ่น Spark 706
3. ไมโครโฟน
4. ขาตั้ง (Tripod)
5. ฟองน้ำกันแรงลม (Windscreen)
6. แบบบันทึกการตรวจวัดเสียง

3.3.3 เครื่องมือตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

1. แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน เพื่อการตรวจสมรรถภาพการได้ยินเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ประวัติการทำงาน การสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ประวัติด้านสุขภาพ ประวัติพฤติกรรมและแบบบันทึกผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (Audiogram)

2. เครื่องส่องหู (Otoscope) ใช้ส่องดูความผิดปกติของช่องหูและแก้วหู ผู้ทำการตรวจ คือ แพทย์ประจำห้องตรวจผู้ป่วยนอกแผนก หู คอ จมูกของโรงพยาบาลทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช

3. เครื่องตรวจสมรรถภาพการได้ยินสำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องออดิโอมิเตอร์ (Audiometer) และห้องตรวจการได้ยินของโรงพยาบาลทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำการตรวจการได้ยินโดยพยาบาลอาชีวอนามัย ของฝ่ายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.4.1 แบบสอบถาม ตรวจสอบความตรงของแบบสอบถามให้มีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความตรงของข้อความในแต่ละส่วนของหลักวิชาการ ซึ่งทำการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านโสตสัมผัสวิทยา ด้านอาชีวเวชศาสตร์ ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และด้านวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ จำนวน 4 ท่าน

3.4.2 เครื่องมือตรวจวัดเสียง ทำการปรับเทียบความถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องมือทุกครั้งในแต่ละวัน โดยปรับเทียบตามคู่มือการใช้งานของเครื่องมือ รวมทั้งตรวจสอบเครื่องมือและตรวจเช็คแบตเตอรี่ของเครื่องมือด้วย

3.4.3 เครื่องมือตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ผู้วิจัยจะต้องทำการปรับเทียบ (Calibration) ความถูกต้องของเครื่องมือ ทุกครั้งก่อนใช้ ด้วยวิธี Listening check สามารถทำได้โดยเปิดเครื่องตรวจการได้ยินตั้งความถี่ไว้ที่ 1,000 เฮิรตซ์ จากนั้นปรับปุ่มระดับเสียงดัง hearing threshold level (HTL) ของเครื่องตรวจวัดการได้ยินไว้ที่ 70 dB กดปุ่มปล่อยสัญญาณเสียงตรวจสอบเสียงที่ครอบหูข้างขวาว่าสัญญาณเสียงดังสม่ำเสมอดีหรือไม่ และตรวจสอบปุ่มตอบรับสัญญาณกด-ปล่อย ดูว่ามีไฟกระพริบตามจังหวะการกด-ปล่อยหรือไม่ ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกันนี้ที่ความถี่ 2,000, 4,000, 6,000 ,8,000 เฮิรตซ์และกลับมาที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์จากนั้นให้ตรวจสอบปุ่มสัญญาณและที่ครอบหูฟังข้างซ้ายโดยเริ่มที่ ความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ ปล่อยสัญญาณเสียงที่ระดับความถี่ 70 dB(HTL) จนครบทุกความถี่

3.5 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยศึกษาประชากร และกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานในโรงงานโม่หิน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย คือ

1. จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากโรงงานโม่หิน โดยออกหนังสือจากหลักสูตรอาชีวเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประสานกับโรงงานโม่หิน ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย และขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากพนักงานโรงงานโม่หิน
3. ตรวจวัดระดับเสียงของเครื่องจักรแยกตามความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน และตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมที่พนักงานโรงงานโม่หินสัมผัสตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน
4. ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน เก็บข้อมูลจากพนักงานโรงงานโม่หินและตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามความสมัครใจและอธิบายให้ผู้เข้าร่วมแต่ละคนทราบผลการตรวจของตนเอง
5. จัดทำรายงานสรุปผลการตรวจวัดเสียง การตรวจการได้ยินและเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่อโรงงานโม่หิน
6. ขั้นตอนการตรวจวัดและประเมินเสียง

1) ทำการสำรวจเบื้องต้น (Walk-through survey) โดยทำการสำรวจในบริเวณที่ทำการตรวจวัดเพื่อประเมิน ชนิดของเสียง แหล่งที่มาของเสียง ลักษณะการทำงาน การสัมผัสเสียงผู้ปฏิบัติงาน พร้อมทั้งทำแผนผังของบริเวณที่ตรวจวัดอย่างละเอียด เพื่อใช้ในการระบุจุดในการวัดเสียง และกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการตรวจวัดปริมาณเสียงสะสม

2) ทำการตรวจวัดเสียง[49]

(1) การตรวจวัดระดับความดังเสียงแยกความถี่ของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน โดยใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound level meter) รุ่น SoundPro SE/DL Series และปรับค่าในการตรวจวัดโดยจำแนกความถี่เสียงในการตรวจวัดเป็น 1/3 Octave Bands (33 ช่องความถี่) ย่านในการวิเคราะห์จะอยู่ในช่วง 12.5 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ ปรับค่าในการตรวจวัดตามมาตรฐานของ OSHA คือ ปรับค่า Unweighting และปรับให้อ่านค่า (Exponential Time Weighting) แบบช้า (slow) ติดตั้งเครื่องวัดเสียงให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร โดยหันหน้าไมโครโฟนเข้าหา แหล่งกำเนิดเสียงเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ให้วัดระยะห่างจากเครื่องจักรประมาณ 1 เมตร แต่ถ้าเป็นเครื่องจักรขนาดเล็กให้วัดห่างประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วบันทึกค่าที่วัดได้ลงในแบบบันทึกการวัดเสียง

(2) การตรวจวัดปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาในการทำงานเครื่องมือที่ใช้ คือ Noise dosimeter ตามมาตรฐานของ American National Standards Institute (ANSI) Standard S1.25-1978, "Specifications for Personal Noise Dosimeters" กำหนดค่าตรวจวัดตามมาตรฐาน[48]ของ OSHA ค่าexchange rate ที่ 5 dB ค่าcriterion levelที่ 90 dB (A) และตั้งค่าการตอบสนองแบบช้า (slow) และใช้ค่า threshold level คือ 80 dB (A) และมีเทคนิคในการตรวจวัด คือ หลังจากตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องเรียบร้อยแล้วทำการติดตั้งเครื่องมือเข้ากับเข็มขัดคาดเอวหรือกระเป๋าเสื้อหนีบไมโครโฟนติดกับปกคอเสื้อตรงไหล่ ให้ใกล้กับหูของผู้ปฏิบัติงาน (Hearing zone) มากที่สุด ให้ไมโครโฟนอยู่ในลักษณะตั้งตรง ทำการตรวจวัดหาระดับเสียงเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบบันทึก

7. ขั้นตอนการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

1) การเตรียมผู้รับการทดสอบ จะต้องมีการแนะนำวิธีการปฏิบัติตัวก่อนมาทำการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยินแก่ผู้รับการทดสอบ ดังนี้ คือ

(1) งดสัมผัสเสียงดังก่อนการตรวจอย่างน้อย 8-16 ชั่วโมง

(2) งดดื่มสุราและของมึนเมาทุกชนิดก่อนตรวจ

(3) ทำความสะอาดช่องหูและใบหูก่อนรับการตรวจ

(4) ในวันที่ทำการตรวจต้องไม่มีการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจหรือโรคเกี่ยวกับหู เช่น หวัด หูอักเสบเป็นหนอง เป็นต้น

2) การเตรียมห้องสำหรับใช้ตรวจการได้ยิน ผู้วิจัยทำการคัดเลือกห้องตรวจซึ่งต้องเป็นห้องที่มีเสียงรบกวนไม่เกินมาตรฐานของ American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms, ANSI S3.1-1991 (ANSI 1991b)

3) การตรวจคัดกรองโดยใช้การตรวจการได้ยินด้วยเสียงบริสุทธิ์แบบมาตรฐาน ซึ่งจะต้องทำการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินให้ผู้ร่วมวิจัย ทั้งวิธี Air Conduction และ Bone Conduction ทุกคนตามมาตรฐานของ ASHA (1978a) ดังนี้

(1) วิธีการตรวจการนำเสียงผ่านทางอากาศ (Air Conduction: AC) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- อธิบายให้ผู้ถูกทดสอบเข้าใจถึงวิธีการตรวจเสียงสัญญาณที่จะได้ยินและการกดสวิทซ์สัญญาณตอบรับ
- ให้ผู้ถูกทดสอบสวมที่ครอบที่หู เริ่มทำการทดสอบหูข้างที่ดีก่อน
- ทำการตรวจหาค่าระดับการเริ่มต้นการได้ยิน (Hearing threshold) ด้วยวิธี Descending Technique โดยทำการตรวจด้วยเสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์
- บันทึกค่า (Hearing threshold) บนตาราง Audiogram แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้กราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ
- ทำการตรวจการได้ยินด้วยวิธีดังกล่าวของหูอีกข้างหนึ่ง
- ในการบันทึกผลลงบน Audiogram ให้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

  O วงกลมสีแดง คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air Conduction) ของหูขวา

  X กากบาทสีน้ำเงิน คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air Conduction) ของหูซ้าย

(2) วิธีการตรวจการได้ยินโดยการนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction)

- วาง bone vibrator ไว้บนกระดูก mastoid ให้แนบสนิทไม่สูงหรือต่ำเกินไป โดยไม่ใส่ที่ครอบหู (ear phone)
- ทำการตรวจหาค่าระดับการเริ่มต้นการได้ยิน (Hearing threshold) เช่นเดียวกับการนำเสียงทางอากาศแต่ทำเฉพาะความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น โดยเริ่มที่ความถี่ 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ แล้วกลับมาที่ 1,000 เฮิรตซ์ จากนั้นจึงทดสอบต่อที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์
- บันทึกค่า (Hearing threshold) บนตาราง Audiogram แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้กราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ
- ในการบันทึกผลลงบน Audiogram ให้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

  < สีแดง คือ การนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction) ของหูขวา

  > สีน้ำเงิน คือ การนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction) ของหูซ้าย

4) ทำการแปลผลที่ได้โดยผู้เชี่ยวชาญทางโสตสัมผัสวิทยา 1 ท่าน และ แพทย์ประจำห้องตรวจผู้ป่วยนอกแผนก หู คอ จมูกของโรงพยาบาลทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช แล้วรายงานผลให้กับผู้รับการตรวจการได้ยินทราบรวมทั้งแนะนำในเรื่องการป้องกันให้กับผู้รับการตรวจทราบด้วย โดยมีเกณฑ์ในการวินิจฉัยการสูญเสียการได้ยิน[50] ดังนี้

(1) มีประวัติการทำงานในที่ที่มีเสียงดังหรือสัมผัสกับเสียงดังมากทันที

(2) ผลการตรวจด้วย otoscope พบว่าช่องหูชั้นนอกและเยื่อแก้วหูปกติส่วนกรณีที่สัมผัสกับเสียงดังมากที่เกิดขึ้นทันทีเช่นเสียงระเบิดจะพบว่าช่องหูชั้นนอกปกติแต่อาจมีแก้วหูทะลุร่วมด้วย

(3) จากผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน สามารถแบ่งโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพเป็นประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง[50] โดยการตรวจวัดการได้ยินด้วยเครื่องตรวจสมรรถภาพการได้ยินในหูข้างใดข้างหนึ่งได้ค่าเฉลี่ยมากกว่า 25 dB ในระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 เฮิรตซ์หรือค่าเฉลี่ยมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 45 dB ในระดับการได้ยินที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ โดยใช้เกณฑ์ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

8. การควบคุมมาตรฐานการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน[25] กล่าวไว้ว่าการควบคุมมาตรฐานการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ประกอบด้วย

1) การควบคุมคุณภาพของเครื่องมือ เครื่อง Audiometer ต้องมีการตรวจสอบ (Check) และสอบเทียบความถูกต้อง (Calibration) ซึ่งผู้วิจัยมีการตรวจสอบทุกวันก่อนการใช้งาน (Listening check) โดยให้ผู้ทำการตรวจรับฟังเสียงสัญญาณของเครื่องว่ามีความผิดปกติหรือไม่ รวมทั้งเครื่องมือผ่านการสอบเทียบมาตรฐานประจำปี ซึ่งมีเอกสารแสดงผลการสอบเทียบมาตรฐานจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้

2) การควบคุมมาตรฐานห้องที่ใช้ทดสอบห้องทดสอบการได้ยินเป็นห้องเงียบมีระดับความดังเสียงไม่เกินตามมาตรฐาน American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms, ANSI S3.1-1991 (ANSI 1991b) ในกรณีที่ไม่สามารถคัดเลือกห้องให้มีระดับเสียงรบกวนตามค่ามาตรฐานที่ระบุไว้ ได้ต้องทำการคัดเลือกห้องที่ระดับเสียงรบกวนน้อยที่สุดใช้เป็นห้องสำหรับตรวจการได้ยิน

3) การควบคุมมาตรฐานผู้ทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ภายใต้การดูแลของฝ่ายอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

4) การควบคุมมาตรฐานผู้เข้ารับการทดสอบ มีการสอบถามปัญหาสุขภาพที่อาจทำให้ผล การทดสอบผิดพลาดจากความเป็นจริง เช่น การใช้ยาที่อาจมีผลทำให้การได้ยินผิดปกติ

การเป็นโรคระบบหายใจส่วนบนขณะทดสอบ เช่น เป็นหวัด คัดจมูก เป็นต้น ซึ่งอาจมีผลทำให้หูอื้อ การได้ยินลดลง ผู้เข้ารับการทดสอบไม่มีอาการง่วงนอน สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้เป็นปกติมีการซักซ้อมความเข้าใจวิธีการทดสอบก่อนทำการทดสอบ มีการพักการรับฟังเสียงดังไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. รวบรวมข้อมูลและกรอกข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยทำการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง และใช้สถิติเชิงอนุมาน Chi-Square และ Fisher's Exact tests

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน เป็นวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive design) เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินที่แตกต่างกัน ตามลักษณะงานและความชุกของการสูญเสียการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน ซึ่งผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินแบ่งตามชนิดของเครื่องจักร

ส่วนที่ 2 ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หิน ที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน

ส่วนที่ 3 ความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน

ส่วนที่ 4 การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หิน

ส่วนที่ 1 ระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หิน

1. ระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักร มีดังนี้

ผลการวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็กด้วยเครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound Level Meter) จำนวน 5 เครื่องจักร พบว่า จุดปฏิบัติงานที่มีความดังเสียงสูงสุด คือ บริเวณเครื่องป้อนหิน วัดระดับความดังเสียงเฉลี่ยได้ 105.4 dB(A) และบริเวณตะแกรงคัดขนาด เครื่องบดแบบจอว์ เครื่องตีหิน และถาดสั่น (จักจั่น) มีระดับความดังเสียง 101.7 dB(A), 97.1 dB(A), 95.5 dB(A) และ 95 dB(A) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์ และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ WHO และ NIOSH คือ 85 dB(A) ทั้งบริเวณเครื่องป้อนหิน ตะแกรงคัดขนาด เครื่องบดแบบจอว์ เครื่องตีหิน และถาดสั่น (จักจั่น)

ส่วนความถี่เสียงของการเกิดระดับความดังเสียงที่แบ่งตามชนิดของเครื่องจักร พบว่า เครื่องป้อนหินมีระดับความดังเสียงที่เกินมาตรฐาน 85 dB (A) จะอยู่ในช่วงความถี่เสียง 250 เฮิรตซ์ -6.3 กิโลเฮิรตซ์ เครื่องบดแบบจอว์มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 800 เฮิรตซ์ - 3.15 กิโลเฮิรตซ์ ตะแกรงคัดขนาดมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 500 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์เครื่องตีหินมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 630 เฮิรตซ์ -1.6 กิโลเฮิรตซ์ และถาดสั่น(จักจั่น) มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 1 กิโลเฮิรตซ์ -1.25 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งระดับความดังเสียงของเครื่องป้อนหิน เครื่องบดแบบจอว์ ตะแกรงคัดขนาด เครื่องตีหิน และถาดสั่น (จักจั่น) จะเห็นได้ว่า มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐาน 85 dB(A) ในช่วง 250 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์ และพบว่า เครื่องป้อนหินระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 1.25 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 96.6 dB(A) เครื่องบดแบบจอว์ระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 1.25 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 87.7 dB(A) ตะแกรงคัดขนาดระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 2 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 92.8 dB(A) เครื่องตีหินระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 630 Hz เท่ากับ 86.2 dB(A) และถาดสั่น (จักจั่น) ระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 85.5 dB(A) ตามลำดับ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานไม่หินเล็ก

ความถี่เสียง (Hz)	เครื่องจักร				
	เครื่องป้อนหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องบดแบบจอว์ ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ตะแกรงคัดขนาด ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องตีหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ถาดสั่น (จักจั่น) ระดับเสียง (n=1) (dB(A))
12.5	27.7	27.7	27.7	32.1	28.8
16	27.0	28.4	33.3	32.8	26.4
20	36.2	39.9	26.9	34.9	31.9
25	38.3	34.8	40.4	42.0	37.7
31.5	49.6	38.9	41.4	46.4	40.5
40	58.6	42.0	44.7	47.4	46.3
50	61.7	46.4	55.3	56.9	57.6
63	70.5	52.3	62.6	61.0	62.8
80	73.6	56.7	60.0	67.4	71.5
100	78.6	63.5	60.8	74.5	71.5
125	76.0	67.5	67.1	71.6	73.0
160	80.3	68.4	70.1	71.5	75.7
200	84.4	74.5	72.8	76.6	75.2
250	85.2	76.8	77.0	77.3	77.5
315	87.4	78.2	79.0	80.6	79.9
400	90.4	82.9	83.4	81.4	81.2
500	92.7	83.6	86.5	83.8	83.0
630	92.5	84.4	88.4	86.2	84.0
800	94.7	85.4	89.7	85.4	84.2

ตารางที่ 13 ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็ก (ต่อ)

ความถี่เสียง (KHz)	เครื่องจักร				
	เครื่องป้อนหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องบดแบบจอว์ ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ตะแกรงคัดขนาด ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องตีหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ถาดสั่น (จักจั่น) (n=1) (dB(A))
1	95.7	87.2	90.8	85.6	85.5
1.25	96.6	87.7	91.9	85.5	85.3
1.6	96.5	87.5	92.6	85.0	84.7
2	96.0	87.6	92.8	84.4	84.3
2.5	94.9	87.1	92.3	84.2	84.0
3.15	93.2	86.0	91.2	82.3	82.5
4	91.4	84.8	90.1	79.9	80.6
5	88.8	82.8	88.5	77.7	76.8
6.3	85.5	79.3	85.6	73.8	73.1
8	82.7	73.8	82.8	70.0	70.3
10	78.5	69.1	78.7	65.2	66.0
12.5	72.0	62.8	73.8	59.5	58.5
16	64.7	54.4	67.3	52.3	51.0
20	52.3	45.4	56.2	46.5	45.7
ระดับเสียงรวม (dB(A))	105.4	97.1	101.7	95.5	95.0

ผลการวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่ด้วยเครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound Level Meter) จำนวน 5 เครื่องจักร พบว่า จุดปฏิบัติงานที่มีความดังเสียงสูงสุด คือ ตะแกรงคัดขนาดวัดระดับความดังเสียงได้ 107.7 dB(A) และบริเวณเครื่องตีหิน เครื่องบดแบบจอว์ เครื่องป้อนหินและถาดสั่นมีระดับความดังเสียง 105.6 dB(A), 103.6 dB(A), 94.9 dB(A) และ 87.3 dB(A) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ WHO และ NIOSH คือ 85 dB(A) ทั้งบริเวณตะแกรงคัดขนาด เครื่องตีหิน เครื่องบดแบบจอว์ เครื่องป้อนหินและถาดสั่น (จักจั่น)

ส่วนความถี่เสียงของการเกิดระดับความดังเสียงที่แบ่งตามชนิดของเครื่องจักรพบว่า เครื่องป้อนหินมีระดับความดังเสียงที่เกินมาตรฐาน 85 dB(A) จะอยู่ในช่วงความถี่เสียง 630 เฮิรตซ์ -800 เฮิรตซ์ เครื่องบดแบบจอว์มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่ 630 เฮิรตซ์ - 10 กิโลเฮิรตซ์ ตะแกรงคัดขนาดมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วง 250 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์ เครื่องตีหินมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่ 315 เฮิรตซ์- 6.3 กิโลเฮิรตซ์ และถาดสั่น (จักจั่น) มีระดับความดังเสียงไม่เกินมาตรฐาน 85 dB(A) ทุกความถี่ ซึ่งระดับความดังเสียงของเครื่องจักร ทั้งเครื่องป้อนหินเครื่องบดแบบจอว์ ตะแกรงคัดขนาด และเครื่องตีหินจะเห็นได้ว่า มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐาน 85 dB(A) ในช่วง 315 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์ และพบว่า เครื่องป้อนหินระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 630 เฮิรตซ์ เท่ากับ 86.8 dB(A) เครื่องบดแบบจอว์ระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 2 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 94.9 dB(A) ตะแกรงคัดขนาดระดับเสียงดังสูงสุด ที่ความถี่ 5 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 99.7 dB(A) เครื่องตีหินระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 2.5 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 97.1 dB(A) และถาดสั่น (จักจั่น) ระดับเสียงดังสูงสุดที่ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ เท่ากับ 77.6 dB(A) ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่

ความถี่เสียง (Hz)	เครื่องจักร				
	เครื่องป้อนหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องบดแบบจอว์ ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ตะแกรงคัดขนาด ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องตีหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ถาดสั่น (จักจั่น) ระดับเสียง (n=1) (dB(A))
12.5	32.0	27.7	27.9	28.1	27.8
16	27.4	31.9	27.5	28.5	26.8
20	28.9	25.4	39.0	30.5	24.3
25	40.4	28.8	48.5	49.7	45.6
31.5	43.6	45.5	49.6	54.5	39.5
40	49.0	42.9	55.1	53.9	44.5
50	58.2	56.3	57.1	64.0	47.4
63	61.0	56.6	62.0	65.1	56.6
80	66.1	57.3	66.9	70.9	54.8
100	73.8	62.6	70.1	71.8	54.7
125	75.9	65.3	74.6	75.8	63.1
160	74.7	69.4	78.4	75.3	65.4
200	80.5	72.6	84.1	82.1	69.1
250	79.2	76.3	88.2	83.4	70.3
315	82.1	79.1	90.3	86.0	72.4
400	83.6	81.5	93.8	89.7	73.6
500	85.7	84.6	95.3	90.6	75.3
630	86.8	86.0	95.1	91.5	76.4
800	85.6	88.4	97.2	92.4	75.8

ตารางที่ 14 ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินใหญ่ (ต่อ)

ความถี่เสียง (KHz)	เครื่องจักร				
	เครื่องป้อนหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องบดแบบจอว์ ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ตะแกรงคัดขนาด ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	เครื่องตีหิน ระดับเสียง (n=1) (dB(A))	ถาดสั่น (จักจั่น) (n=1) (dB(A))
1	84.9	90.5	98.9	93.4	77.6
1.25	83.5	92.4	98.9	95.2	77.3
1.6	82.3	93.9	99.2	96.4	76.9
2	81.0	94.9	98.3	97.0	77.0
2.5	79.9	94.6	96.6	97.1	76.4
3.15	77.8	94.6	94.6	96.4	75.0
4	75.9	93.9	92.5	94.5	73.7
5	73.4	92.4	99.7	92.0	71.1
6.3	70.1	90.6	85.9	87.4	66.0
8	66.8	90.5	81.6	83.6	62.6
10	63.1	85.0	76.5	79.1	57.9
12.5	57.6	77.0	69.7	73.0	52.3
16	50.8	69.8	62.2	66.0	47.1
20	45.7	56.7	51.6	55.9	45.2
ระดับเสียงรวม (dB(A))	94.9	103.6	107.7	105.6	87.3

2. ระดับความดังของเสียงกระแทกมี ดังนี้

การวัดระดับความดังของเสียงกระแทกได้ทำการตรวจวัดบริเวณจุดปฏิบัติงานของพนักงานโรงงานโม่หินเล็ก จำนวน 5 จุด โดยจุดที่มีความดังสูงสุดของเสียงกระแทก (peak) คือ บริเวณเครื่องป้อนหินวัดความดังเสียงได้ 130.1 dB(peak) ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ของ OSHA รองลงมา เครื่องตีหิน บริเวณถาดสั่น (จักจั่น) บริเวณตะแกรงคัดขนาดและบริเวณเครื่องบดแบบจอว์มีระดับเสียง 129.2 dB(peak), 128.1 dB(peak), 125.1 dB(peak) และ 123.6 dB(peak) มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามลำดับ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ระดับความดังเสียงกระแทกในบริเวณจุดปฏิบัติงานของโรงงานโม่หินเล็ก

จุดปฏิบัติงาน	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุดของเสียงกระแทก dB (peak)
1. บริเวณเครื่องบดแบบจอว์ (n=1)	78.5 - 123.6
2. บริเวณเครื่องป้อนหิน (n=1)	110.9 - 130.1
3. บริเวณเครื่องตีหิน (n=1)	97.6 - 129.2
4. บริเวณตะแกรงคัดขนาด (n=1)	112.3 - 125.1
5. บริเวณถาดสั่น (จักจั่น) (n=1)	84.7 - 128.1

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน 140 dB(peak) (OSHA 29 CFR 1910.95)

การวัดระดับความดังของเสียงกระแทกได้ทำการตรวจวัดบริเวณจุดปฏิบัติงานของพนักงานโรงงานโม่หินใหญ่ จำนวน 5 จุด โดยจุดที่มีความดังสูงสุดของเสียงกระแทก (peak) คือ บริเวณตะแกรงคัดขนาดวัดความดังเสียงได้ 129.6 dB(peak) ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA รองลงมาบริเวณเครื่องป้อนหิน บริเวณเครื่องตีหิน บริเวณเครื่องบดแบบจอว์ และ บริเวณถาดสั่น (จักจั่น) มีระดับเสียง 128.0 dB(peak), 127.0 dB(peak), 123.4 dB(peak) และ118.3 dB(peak) มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามลำดับ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ระดับความดังเสียงกระแทกในบริเวณจุดปฏิบัติงานของโรงงานโม่หินใหญ่

จุดปฏิบัติงาน	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุดของเสียงกระแทก dB (peak)
1. บริเวณเครื่องบดแบบจอว์ (n=1)	76.1-123.4
2. บริเวณเครื่องป้อนหิน (n=1)	101.7-128.0
3. บริเวณเครื่องตีหิน (n=1)	102.8-127.0
4. บริเวณตะแกรงคัดขนาด (n=1)	103.6-129.6
5. บริเวณถาดสั่น (จักจั่น) (n=1)	71.1-118.3

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน 140 dB(peak) (OSHA 29 CFR 1910.95)

ส่วนที่ 2 ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน

จากการตรวจวัดระดับความดังเสียงสะสมที่พนักงานโรงงานโม่หินสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานด้วยเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) พบว่า ตามเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ ACGIH, NIOSH, WHO และ EPA คือ 85 dB(A) มีพนักงานจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 22 ที่ต้องสัมผัสกับเสียงดังเกินค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ระดับความดังเสียงสะสมที่สัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน (n=50)

ระดับความดังเสียง	จำนวน	ร้อยละ
ระดับความดังของปริมาณเสียงสะสม dB(A)		
TWA 85 dB(A)		
น้อยกว่า 85	39	78.00
มากกว่าหรือเท่ากับ 85	11	22.00

หมายเหตุ: TWA 85=85 dB(A) (NIOSH ACGIH WHO และ EPA)

จากข้อมูลระดับความดังเสียงสะสมที่พนักงานโรงงานโม่หินสัมผัส ตลอดระยะเวลาการทำงาน เมื่อทำการจำแนกตามแผนกพบผลการศึกษา ดังนี้

ตามเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ ACGIH, NIOSH, WHO และ EPA คือ 85 dB(A) พบว่าลักษณะงานบดและย่อยหินของแผนกบดและย่อยหินมีพนักงานสัมผัสเสียงดังเกินค่ามาตรฐานมากที่สุดร้อยละ 20 รองลงมา คือ ลักษณะงานไฟฟ้าร้อยละ 2 ตามลำดับ

ส่วนการวัดระดับเสียงกระแทก ได้ทำการตรวจวัดตามลักษณะงานของพนักงานโรงงานโม่หิน พบว่า พนักงานโรงงานโม่หินที่มีลักษณะงานสัมผัสความดังสูงสุดของเสียงกระแทก (peak) คือ งานไฟฟ้า (147.20 dB(peak)) รองลงมา คือ งานดัมพ์แมน งานแต่งหน้าเจาะ งานกลึง งานผู้ช่วยช่างบดและย่อยหิน งานขับรถป็อกหิน งานช่างบดและย่อยหิน งานขับรถเจาะ งานขับรถแบ็คโฮ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA โดยงานขับรถตัก งานควบคุมเครื่องจักร งานขับรถสิบล้อ งานสำนักงาน งานซ่อมบำรุง งานคุ้ยหินและงานบดและย่อยหินมีค่าระดับเสียงกระแทกอยู่ระหว่าง 134.9-139.54 dB(peak) ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณเสียงสะสมตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน (TWA) เกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน (n=50)

ลักษณะงาน	TWA 85 dB(A)				
	จำนวนตัวอย่าง	Dose (%)	ค่าเฉลี่ย dB(A)	ค่า min-max	ระดับเสียงกระแทก (dB peak)
งานบดและย่อยหิน	4	360.58±186.20	94.35±4.63	48.1-113.2	134.90
งานผู้ช่วยช่างบดและย่อยหิน	2	344.65±438.90	93.95±6.57	47.8-111.0	142.05
งานช่างบดและย่อยหิน	2	483.85± 242.04	95.90±3.82	52.6-114.5	141.90
งานควบคุมเครื่องจักร	2	318.20±142.41	93.95±6.57	52.0-114.8	137.65
งานไฟฟ้า	1	50.80	85.10	51.0-114.3	147.20
งานคุ้ยหิน	1	31.80	81.70	61.2-104.6	135.30
งานแต่งหน้าเจาะ	3	28.20±19.57	79.83.±6.15	47.1-114.3	143.00
งานขับรถเจาะ	2	26.40±22.34	74.15±7.07	47.8-111.0	141.53
งานขับรถป็อกหิน	1	16.50	77.00	48.3-124.9	142.00
งานขับรถแบ็คโฮ	3	36.70±37.15	75.13±7.59	49.5-127.4	141.53

ตารางที่ 18 ปริมาณเสียงสะสมตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน (TWA) เกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน (n=50) (ต่อ)

ลักษณะงาน	TWA 85 dB(A)				
	จำนวนตัวอย่าง	Dose (%)	ค่าเฉลี่ย dB(A)	ค่า min-max	ระดับเสียงกระแทก (dB peak)
งานขับรถตัก	1	23.20	79.50	55.9-107.6	139.30
งานขับรถสิบล้อ	5	34.04±21.96	80.38±4.29	51.8-124.2	139.54
งานดัมพ์แมน	2	34.70±103.17	71.60±8.20	52.5-117.9	143.50
งานกลึง	2	20.45±11.95	72.85±4.45	46.6-106.0	142.20
งานซ่อมบำรุง	1	20.30	78.50	50.3-113.0	136.30
งานสำนักงาน	18	17.33±20.61	68.21±8.36	49.8-101.2	137.48

ส่วนที่ 3 ความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน

ในการศึกษาความชุกของการเกิดภาวะประสาทหูเสื่อมจากเสียงในพนักงานโรงงานโม่หินได้ทำการศึกษาในพนักงานโรงงานโม่หิน 6 แผนก รวม 50 คน โดยทำการตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามความสมัครใจ พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างสมัครใจเข้าตรวจสมรรถภาพการได้ยิน จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมีผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ดังต่อไปนี้

1. ผลการตรวจความผิดปกติของหูด้วยเครื่องส่องหู

การตรวจความผิดปกติของหูชั้นนอกและแก้วหูด้วยเครื่องส่องหู (Otoscope) ของพนักงานโรงโม่หินจำนวน 50 คน พบว่ามีสภาพปกติ ร้อยละ 100

2. ผลการตรวจสภาพการได้ยินด้วยเครื่องมือตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometer)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่องมือตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometer) ผ่านการวินิจฉัยจากแพทย์แผนกหู คอ จมูก 1 ท่านและผู้เชี่ยวชาญทางด้านโสตสัมผัสวิทยา 1 ท่าน

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน พบว่า มีประสาทหูเสื่อมจากเสียง 30 % และมีสมรรถภาพการได้ยินปกติเพียง 70 % โดยใช้เกณฑ์ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณากลุ่มประสาทหูเสื่อมจากเสียง พบว่า แผนกที่พบความชุกของภาวะหูเสื่อมจากเสียง ได้แก่ แผนกเหมืองหิน แผนกสำนักงาน แผนกบดและย่อยหิน และแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมและแผนกซ่อมบำรุงตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

แผนก	จำนวน คน (%)	ปกติ คน (%)	ประสาทหูเสื่อมจากเสียง คน (%)
เหมืองหิน	16(32.0)	10(62.50)	6(37.50)
บดและย่อยหิน	14(28.0)	12(85.71)	2(14.29)
ซ่อมบำรุง	1(2.0)	0(0)	1(100)
โรงกลึง	2(4.0)	2(100.0)	0(0)
สำนักงาน	13(26.0)	9(69.23)	4(30.77)
ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม	4(8.69)	2(50.0)	2(50.0)
รวม	50(100.0)	35(70.0)	15(30.0)

3. ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบ่งตามพื้นที่การทำงาน

จากการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบ่งตามพื้นที่การทำงาน พบว่าพนักงานที่ทำงานสัมผัสเสียงน้อยกว่า 85 dB(A) ร้อยละ 78 และมีพนักงานสัมผัสเสียงมากกว่า หรือเท่ากับ 85 dB(A) ร้อยละ 22 ดังตารางที่ 20

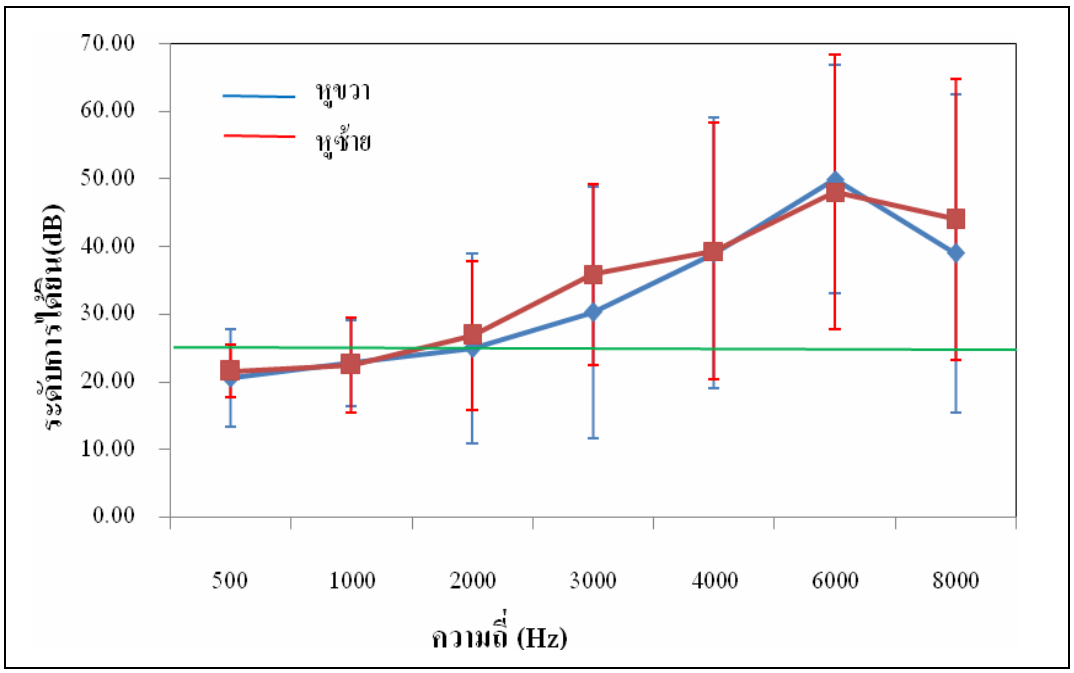
ตารางที่ 20 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินแบ่งตามพื้นที่การทำงาน

เสียงแบ่งตามพื้นที่การทำงาน	ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน		P-Value
	ปกติ	ผิดปกติ	
การทำงานสัมผัสเสียง			0.602
ทำงานสัมผัสเสียง < 85 dBA	28	11	
ทำงานสัมผัสเสียง ≥ 85 dBA	7	4	

4. กราฟแสดงการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแบ่งตามแผนก

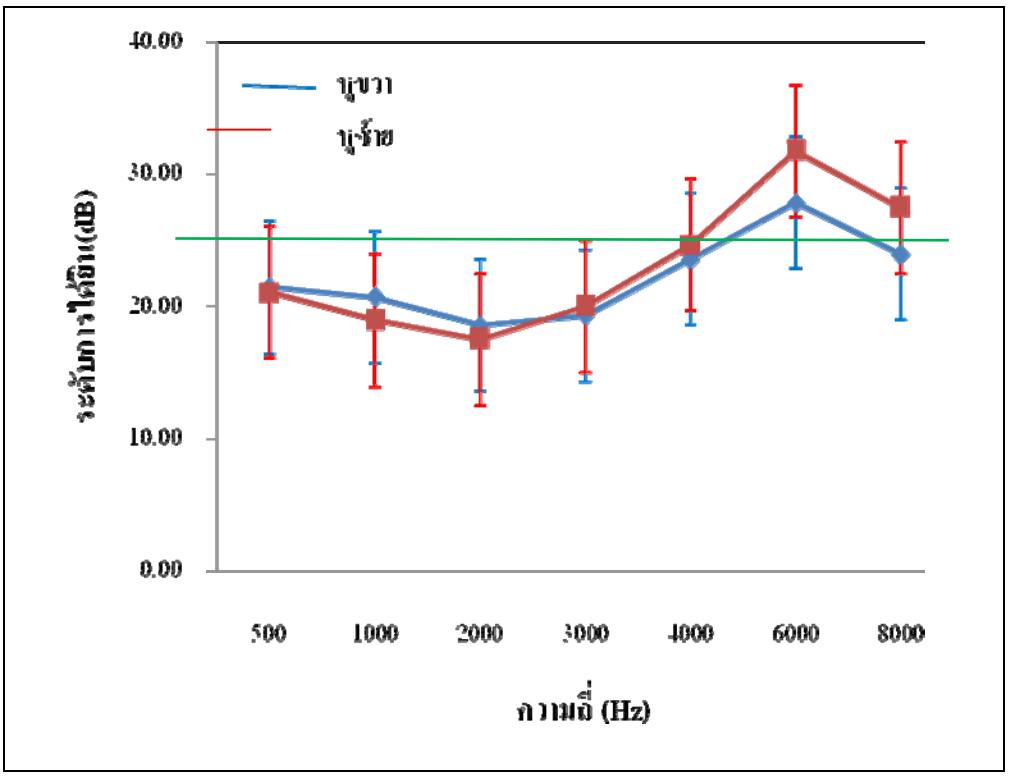
จากการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแบ่งตามแผนกทั้งหมด 6 แผนก คือ แผนกเหมืองหิน แผนกบดและย่อยหิน แผนกซ่อมบำรุง แผนกโรงกลึง แผนกสำนักงาน และแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม โดยแผนกที่พบความชุกของภาวะหูเสื่อมจากเสียง ได้แก่ แผนกเหมืองหิน แผนกสำนักงาน แผนกบดและย่อยหิน แผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมและแผนกซ่อมบำรุง ตามลำดับ

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกเหมืองหินพบว่า ความถี่ 500 เฮิรตซ์– 2,000 เฮิรตซ์พบว่า มีระดับการได้ยินของหูขวาปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 22 dB และหูซ้ายมีระดับการได้ยินปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน 22.77 dB ที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์ -6,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวา เท่ากับ 41.02 dB และ 38.21 dB ตามลำดับ ดังภาพที่ 3



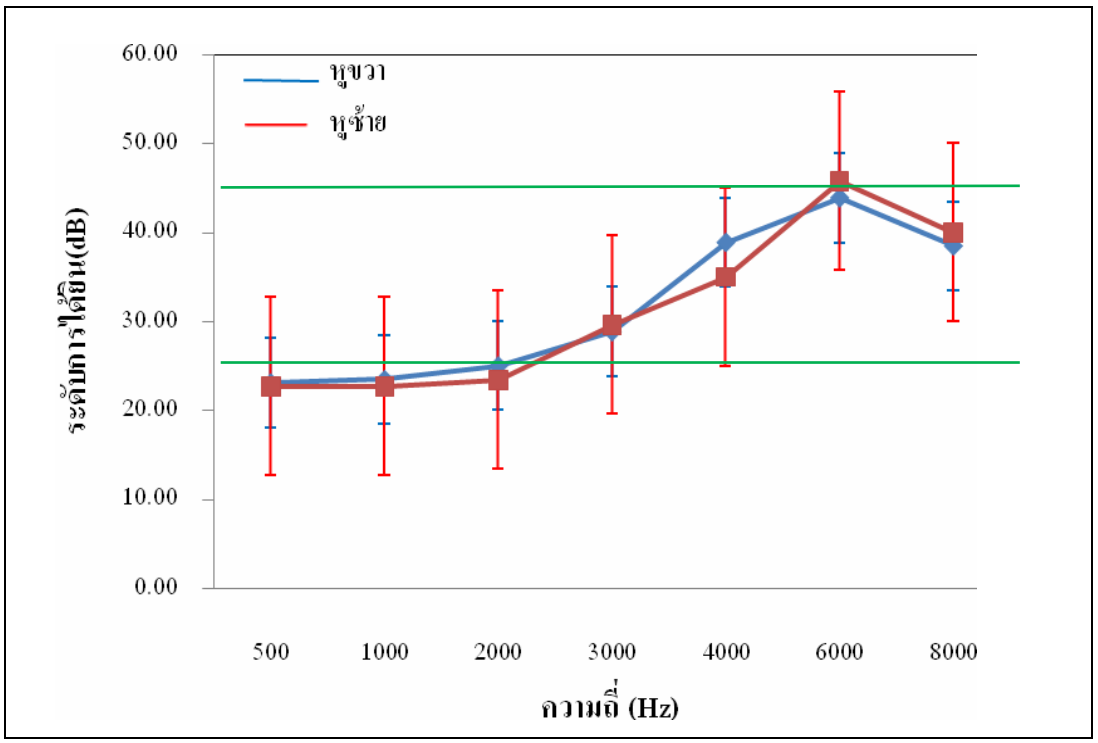
ภาพที่ 3 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกเหมืองหิน (n=16)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกบดและย่อยหิน พบว่า ที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ – 2,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 19.15 dB และ 20.24 dB และที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์ - 6,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติที่ความถี่ 6,000 เฮิรตซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยิน เท่ากับ 31.79 dB และ 27.86 dB ตามลำดับส่วนความถี่อื่นๆ ของหูซ้ายและหูขวาปกติ ดังภาพที่ 4



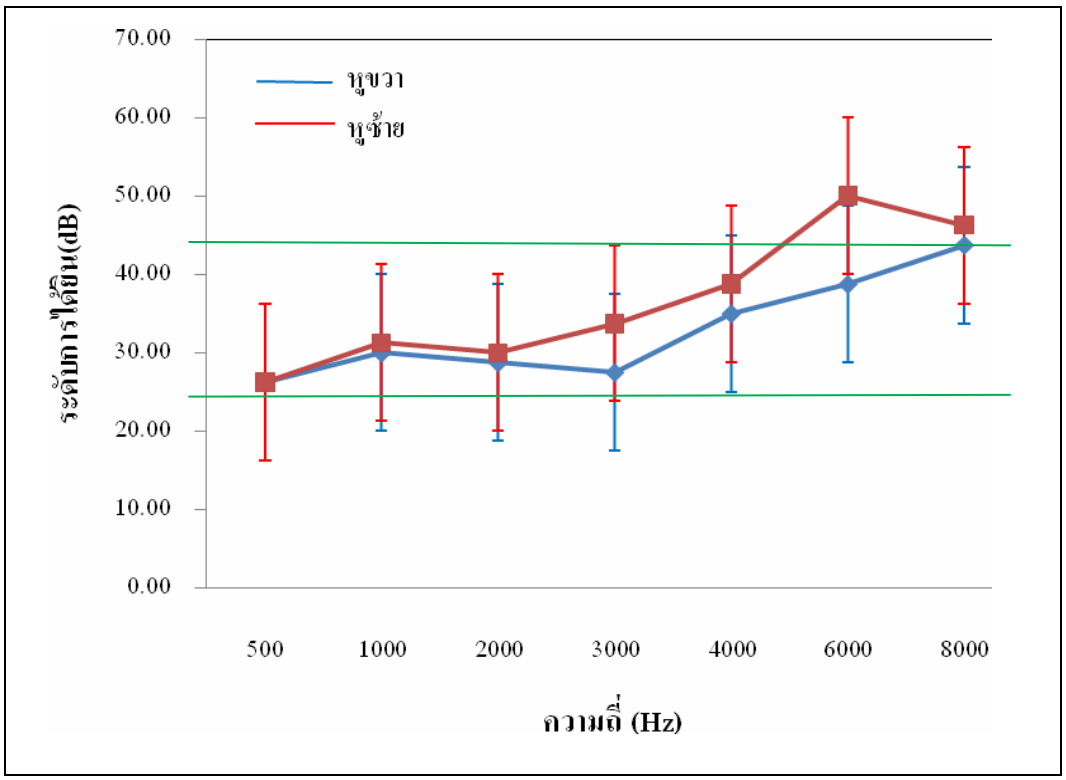
ภาพที่ 4 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกบดและย่อยหิน (n=14)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกสำนักงานพบว่า ที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ – 2,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 21.94 dB และ 20.67 dB ตามลำดับ และที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์- 6,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยิน เท่ากับ 37.08 dB และ 35.55 dB ตามลำดับ ดังภาพที่ 5



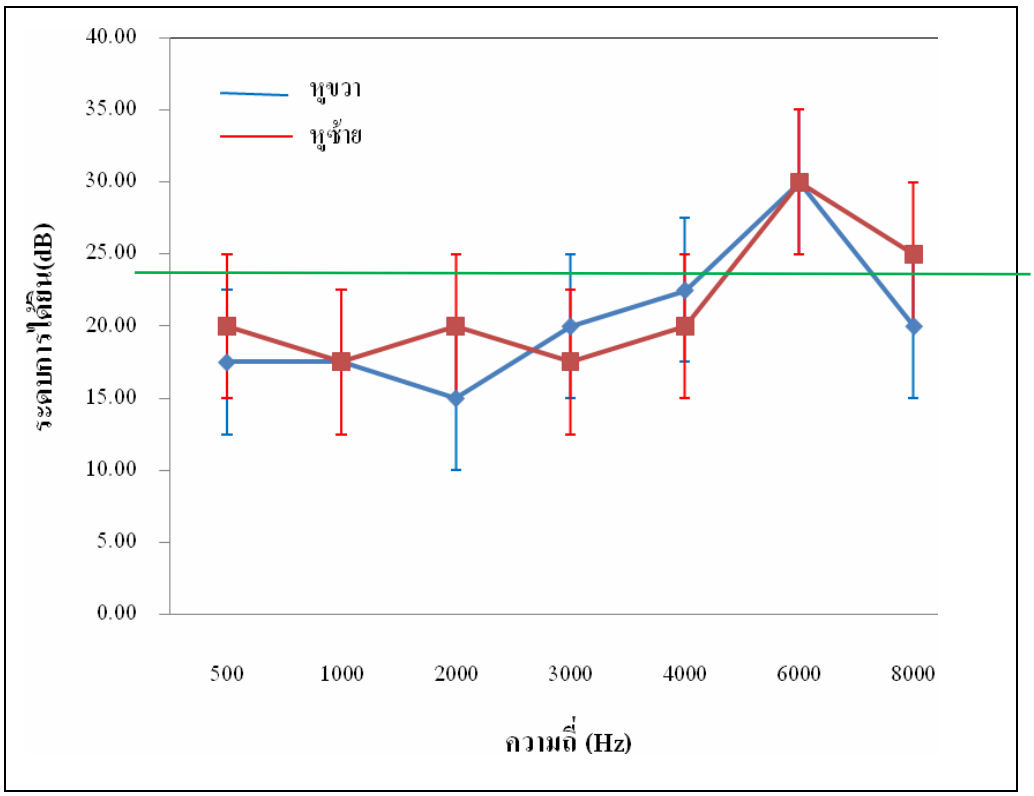
ภาพที่ 5 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกสำนักงาน (n=13)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ – 2,000 เฮิรตซ์ พบว่ามีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 29.17 และ 28.33 dB ตามลำดับ และที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์-6,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยิน เท่ากับ 43.33 dB และ 33.75 dB ตามลำดับ ดังภาพที่ 6



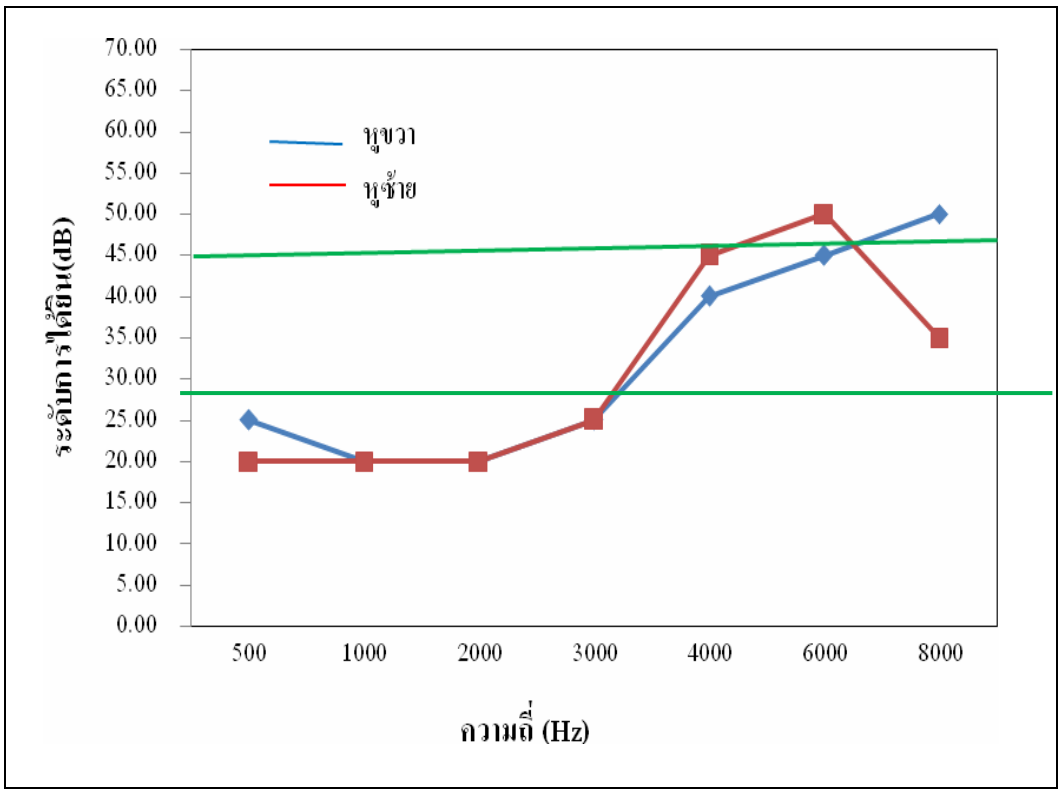
ภาพที่ 6 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (n=4)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกโรงกลึงพบว่า ที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์–2,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 17.92 dB และที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์ - 6,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติที่ความถี่ 6,000 เฮิรตซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 30 dB ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกโรงกลึง (n=2)

ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานแผนกซ่อมบำรุงพบว่า ที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ – 2,000 เฮิรตซ์ พบว่า มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 20 dB และ 21.67 dB ตามลำดับ และที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์ - 6,000 เฮิรตซ์ พบว่ามีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาปกติที่ความถี่ 3,000 เฮิรตซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 25 dB และที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์– 6,000 เฮิรตซ์ มีระดับการได้ยินของหูซ้ายและหูขวาผิดปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเท่ากับ 47.50 dB และ 42.50 dB ตามลำดับ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานแผนกซ่อมบำรุง (n=1)

5. ในการศึกษาความชุกของการเกิดภาวะประสาทหูเสื่อมจากเสียง ในพนักงานโรงงานโม่หิน ได้ทำการศึกษาในพนักงานโรงงานโม่หิน 6 แผนก รวม 50 คน โดยทำการตรวจสมรรถภาพการได้ยินตามความสมัครใจ พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างสมัครใจเข้าตรวจสมรรถภาพการได้ยินทุกคน ซึ่งมีลักษณะข้อมูลทั่วไปมีดังต่อไปนี้

5.1 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามลักษณะประชากร

กลุ่มตัวอย่างที่สมัครใจเข้ารับการตรวจสมรรถภาพการได้ยินส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 72 มีอายุมากกว่า 25 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 98 ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามลักษณะประชากรของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

ลักษณะประชากร	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการตรวจการได้ยิน		p-value
		ปกติ	ผิดปกติ	
อายุ (ปี)				0.574[a]
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ปี	4 (8.00)	2	2	
มากกว่า 25 ปี	46 (92.00)	33	13	
เพศ				
ชาย	36 (72.00)	25	11	1.000[a]
หญิง	14 (28.00)	10	4	
ระดับการศึกษา				1.000[a]
ต่ำกว่าปริญญาตรี	49 (98.00)	34	15	
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	1 (2.00)	1	0	

a= Fisher's Exact tests

b= Chi-Square test

5.2 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการทำงานในปัจจุบัน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยประกอบอาชีพที่สัมผัสเสียงดังมาก่อน ร้อยละ 2 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เคยสัมผัสเสียงดัง พบว่า ส่วนใหญ่เคยทำงานโรงงานอุตสาหกรรมอื่นมาก่อนร้อยละ 98 โดยมีระยะเวลาการประกอบอาชีพที่สัมผัสเสียงดัง โดยเฉลี่ย 6.14 ปี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทำงานในแผนกสำนักงานมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมา คือ แผนกเหมืองหินร้อยละ 34 มีระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาร้อยละ 38 และระยะเวลาการทำงานส่วนใหญ่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ร้อยละ 62 ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการทำงานในปัจจุบันของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

ประวัติการทำงานในปัจจุบัน	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการตรวจการได้ยิน		p-value
		ปกติ	ผิดปกติ	
ลักษณะการประกอบอาชีพที่สัมผัสเสียงดัง				0.228[a]
ไม่เคยสัมผัสเสียงดัง	1 (2.00)	1	0	
เคยสัมผัสเสียงดัง	49 (98.00)	34	15	
ระยะเวลาการทำงานที่สัมผัสเสียงดัง	Mean=6.14, SD=5.81			0.158[b]
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี	30 (60.00)	23	7	
มากกว่า 5 ปี	20 (40.00)	12	8	
ลักษณะงาน				0.389[a]
งานบดและย่อยหิน	14 (28.00)	12	2	
งานเหมืองหิน	17 (34.00)	11	6	
งานสำนักงาน	18 (36.00)	11	7	
งานซ่อมบำรุง	1 (2.00)	1	0	
แผนกงาน				0.389[a]
เหมืองหิน	17 (34.00)	11	6	
บดและย่อยหิน	14 (28.00)	12	2	
สำนักงาน	18 (36.00)	11	7	
ซ่อมบำรุง	1 (2.00)	1	0	
ระยะเวลาการทำงานในหนึ่งสัปดาห์				0.198[b]
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 ชม./สัปดาห์	31 (62.00)	21	10	
มากกว่า 40 ชม./สัปดาห์	19 (41.30)	14	5	
การทำงานล่วงเวลา				
ไม่ได้ทำงานล่วงเวลา	31 (62.00)	21	10	0.198[b]
ทำงานล่วงเวลา	19 (38.00)	14	5	

a= Fisher's Exact tests

b= Chi-Square test

5.3 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คิดว่าทำงานสัมผัสเสียงดังมากกว่า 8 ชั่วโมง ร้อยละ 38 ด้านการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงในการทำงาน พบว่าโดยส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์ทุกครั้งเมื่อสัมผัสเสียงดังร้อยละ 80 โดยอุปกรณ์ป้องกันเสียงหน่วยงานจัดให้โดยแจกให้ร้อยละ 100 โดยการเบิกใช้เพียงพอร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติการสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

การสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการตรวจการได้ยิน		p-value
		ปกติ	ผิดปกติ	
การสัมผัสเสียงดัง (ชั่วโมงต่อวัน)				0.198[a]
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมง	31 (62.00)	21	10	
มากกว่า 8 ชั่วโมง	19 (38.00)	14	5	
การใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงในการทำงาน				0.702[b]
ใช้ปลั๊กอุดหู	40 (80.00	27	13	
ไม่เคยใช้เลย	10 (20.00)	8	2	

a= Fisher's Exact tests

b= Chi-Square test

5.4 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านสุขภาพ

กลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการตรวจสมรรถภาพการได้ยินส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางหู คิดเป็นร้อยละ 94 พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการใช้ยาสเตรปโตมัยซินหรือยาเจนตามัยซิน ร้อยละ 98 ด้านประวัติทางกรรมพันธุ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีญาติหูตึง หูหนวก เป็นใบ้มาแต่กำเนิดร้อยละ 96 และจากการซักประวัติ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีอาการเสียงดังหรือเสียงรบกวนในหูร้อยละ 100 และส่วนใหญ่มีการได้ยินปกติร้อยละ100 ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านสุขภาพของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

ประวัติด้านสุขภาพ	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการตรวจการได้ยิน		p-value
		ปกติ	ผิดปกติ	
ประวัติอาการทางหู				1.000[a]
ปกติ	47 (94.00)	32	15	
ผิดปกติ				
หูอื้อ	2 (4.00)	2	0	
เส้นประสาทหูเสื่อม	1 (2.00)	1	0	
โรคประจำตัว				1.000[a]
ไม่มี	46 (92.00)	32	14	
มี	4 (8.00)	3	1	
การกินยา				
เคย	1 (2.00)	1	0	
ไม่เคย	49 (98.00)	34	15	
ประวัติการใช้ยาสเตรปโตมัยซินหรือยาเจนตามัยซิน				1.000[a]
เคย	1 (2.00)	1	0	
ไม่เคย	49 (98.00)	34	1	
ญาติ พี่น้อง ตึง เป็นใบ้โดย กำเนิด				0.514[a]
ไม่มี	48 (96.00)	34	14	
มี	2 (4.00)	1	1	

5.5 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านพฤติกรรม

กลุ่มตัวอย่างก่อนมาทำงานพฤติกรรมที่ทำเป็นประจำส่วนใหญ่การใช้หูฟังวิทยุเทป ร้อยละ 38 รองลงมา ไม่เคยมีพฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ร้อยละ 28 ส่วนใหญ่ไม่เคยมีพฤติกรรมที่อาจมีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน สำหรับพนักงานที่เคยมีพฤติกรรมปัจจุบันที่อาจมีผลต่อสมรรถภาพการได้ยิน พบว่า มีการฟังดนตรีเสียงดังมากที่สุด ร้อยละ 38 ดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินจำแนกตามประวัติด้านพฤติกรรมของพนักงานโรงงานโม่หิน (n=50)

ประวัติด้านสุขภาพ	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการตรวจการได้ยิน		p-value
		ปกติ	ผิดปกติ	
ก่อนมาทำงานพฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ				0.857[a]
ไม่เคย	14 (28.00)	11	3	
ใช้หูฟังวิทยุเทป	19 (38.00)	13	6	
ฟังดนตรีเสียงดัง	13 (26.00)	8	5	
เล่นดนตรี	1 (2.00)	1	0	
เที่ยวดิสโก้เทค	3 (6.00)	2	1	
ปัจจุบันพฤติกรรมที่ท่านทำประจำ				0.177[a]
ไม่เคย	18 (36.00)	15	3	
ใช้หูฟังวิทยุเทป	11 (22.00)	8	3	
ฟังดนตรีเสียงดัง	19 (38.00)	10	9	
เที่ยวดิสโก้เทค	2 (4.00)	1	0	
การสูบบุหรี่				0.003*
ไม่สูบ	35 (70.00)	25	10	
เคยสูบ	15 (30.00)	10	5	
การตรวจการได้ยิน				0.021
ไม่เคยตรวจ	25 (50.00)	21	4	
เคยตรวจ	25 (50.00)	14	11	

a= Fisher's Exact tests

ส่วนที่ 4 การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หิน

การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงภายในโรงงานโม่หิน โดยใช้แบบสอบถามที่ประยุกต์มาจากประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง ให้โรงโม่บดหรือย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม ภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

จากการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงภายในโรงงานโม่หินมีดังนี้

1. ด้านการระเบิดหิน ได้แก่

1.1 จากการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียง พบว่าในปัจจุบันมีรูปแบบการควบคุมป้องกันเสียงดังโดยการเจาะตัดปรับพื้นที่บริเวณหน้าเหมืองมีการเจาะรูแบบแนวดิ่ง การตัดยอดเขาใช้รถเจาะตัดปรับพื้นที่ให้รถเจาะเข้าไปเจาะรูแบบแนวดิ่งได้ มีการเจาะรูระเบิดแบบสลับฟันปลาและมีรูเจาะเอียงจากแนวดิ่ง 10-15 องศา โดยใช้แก๊ปหน่วงเวลา เพื่อป้องกันเสียงดัง ในขณะเจาะหินมีการใช้รถเจาะหินที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงดัง

ภาพประกอบ 9 แสดงการเจาะรูระเบิดโดยใช้รถเจาะ

1.2 การระเบิดหน้าเหมืองในปัจจุบันมีลักษณะการระเบิดหน้าเหมือง โดยมีการควบคุมการใช้วัตถุระเบิดปริมาณไม่เกิน 124 กก./จังหวะถ่วง มีการระเบิดวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 16.00-16.30 น. โดยมีสัญญาณธงและสัญญาณเตือนทุกครั้ง มีการให้สัญญาณเตือนในการระเบิดต้องได้ยินในรัศมี 500 ม. ก่อนและหลังการระเบิด พร้อมมีเจ้าหน้าที่ตรวจตราดูความเรียบร้อยภายในรัศมี 100 ม.รวมทั้งประสานงานกับเหมืองข้างเคียงทุกวันที่มีการระเบิดหินเพื่อความปลอดภัย

จากการศึกษา พบว่า การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านการระเบิดหินผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง ให้โรงโม่บดและย่อยหิน มีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ซึ่งสามารถช่วยลดเสียงดังจากการระเบิดหินได้

2. ด้านเครื่องจักร ได้แก่

2.1 จากการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน พบว่า โรงโม่หินมีเครื่องตีหิน (Impactor) ที่มีฝาครอบหรืออุปกรณ์ปิดคลุม โดยมีลักษณะเป็นระบบปิด ลักษณะตัวเครื่องจักรเป็นโลหะแข็งปิดทึบ เครื่องตีหิน มีประตูปิดเปิดสำหรับตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน พร้อมสลักกลอนประตูที่แข็งแรงปิดกั้นแรงกระแทกจากภายในโรงโม่หิน

2.2 โรงงานโม่หินมีการจัดทำระบบปิดมีหลังคา สำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher) เครื่องบดชุดที่ 2 (Secondary Crusher) และเครื่องบดชุดที่ 3 (Tertiary Crusher) โดยมีลักษณะระบบปิดของโรงโม่หินที่มีการจัดทำระบบปิดมีหลังคาปิดคลุม 3 ด้าน สำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher) โรงงานโม่หินมีหลังคาสำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher) ซึ่งทำด้วยเหล็กหนา โรงงานโม่หินมีการจัดทำระบบปิดโดยมีฝาครอบบริเวณเครื่องบดชุดที่ 2 (Secondary Crusher) และเครื่องบดชุดที่ 3 (Tertiary Crusher)

ภาพประกอบ 10 แสดงการจัดทำระบบปิดที่มีหลังคาปิดคลุม 3 ด้าน

จากการศึกษาพบว่าการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเครื่องจักรผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เรื่องให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 โดยโรงงานโม่หินเครื่องจักรมีอุปกรณ์ปิดคลุมที่มีลักษณะเป็นระบบปิด ซึ่งสามารถช่วยลดเสียงดังจากเครื่องจักรได้

3. ด้านระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่

3.1 จากการประเมิน พบว่า โรงโม่หินมีการกำหนดผู้รับผิดชอบในเรื่องระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในหน่วยงาน โดยมีการกำหนดผู้รับผิดชอบ (line responsibility) ที่มีหน้าที่ตามภาระงานที่กำหนด (Job Description) มีการกำหนดผู้รับผิดชอบตรวจเช็คบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีความพร้อมก่อนเริ่มกระบวนการผลิต ทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ทำงานให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและ เมื่อเกิดความผิดปกติต่อเครื่องจักรผู้รับผิดชอบจะต้องแจ้งต่อผู้บังคับบัญชาทันที

3.2 โรงงานโม่หินในปัจจุบัน พบว่ามีการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้าน และมีหลังคาสำหรับเครื่องบดแร่และ ตะแกรงร่อนคัดขนาด โดยโรงงานโม่หินมีการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้าน โดยใช้วัสดุแข็งแรงโดยโครงสร้างหลังคาและผนังทำจากเหล็กหนาบุด้วยสังกะสี

ภาพประกอบ 11 แสดงการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้าน

3.3 โรงงานโม่หินในปัจจุบัน พบว่า เครื่องจักรโรงโม่หินมีการปิดคลุมด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดเสียงดัง โดยลักษณะของการปิดคลุมวัสดุอุปกรณ์เครื่องจักรมีการปิดคลุมด้วยฝาครอบที่ทำด้วยโลหะแข็งทึบและมีการปิดคลุมด้วยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ลดเสียงดัง

จากการศึกษา พบว่าการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เรื่อง ให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ซึ่งสามารถช่วยลดเสียงดังจากเครื่องจักรได้ โดยมีการกำหนดผู้รับผิดชอบ (line responsibility) ที่มีหน้าที่ตามภาระงานที่กำหนดทำให้มีผู้รับผิดชอบตรวจเช็คบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีความพร้อมก่อนเริ่มกระบวนการผลิตส่งผลทำให้ลดเสียงดังจากเครื่องจักรได้

4. ด้านมาตรการควบคุมเสียง ได้แก่

4.1 เมื่อประเมินลักษณะของอุปกรณ์ที่ปิดคลุมระบบสายพานลำเลียง พบว่าโรงงานโม่หินมีระบบสายพานลำเลียงที่มีการปิดคลุมด้วยตาข่ายและมีระบบสายพานลำเลียงที่มีอุปกรณ์ปิดคลุมโดยตลอด

4.2 โรงงานโม่หินในปัจจุบัน พบว่าลักษณะของลูกกลิ้งในระบบสายพานลำเลียง พบว่า บริเวณลูกปืนตุ๊กตามีการอัดจาระบีและสภาพลูกกลิ้งมีการตรวจสอบว่าไม่แตกหรือขาด

4.3 โรงงานโม่หินมีบริเวณจุดที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้น เพื่อลดแรงกระแทกหรือการสั่นสะเทือน โดยลักษณะของแนวกั้นบริเวณจุดที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้น ซึ่งทำด้วยแท่งเหล็กตันมีการกำหนดความเร็วในการยกดัมพ์ของรถสิบล้อเทหินเข้าปากโม่ เพื่อลดแรงกระแทกหรือการสั่นสะเทือนบริเวณแนวกั้นที่จุดเทหินเข้าปากโม่

ภาพประกอบ 12 แสดงการเทหินเข้าปากโม่ที่มีแนวกั้นบริเวณจุดที่เทหิน

4.4 กระบวนการทำงานของการผลิตก่อนที่รถสิบล้อบรรทุกหินจากเหมืองหินมาสู่บริเวณปากโม่ของโรงโม่หินมีการป้องกันเสียงดัง ตามเส้นทางขนส่งแร่ลักษณะการควบคุมป้องกันมีการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ของรถสิบล้อก่อนบรรทุกหินจากเหมืองหินมาสู่บริเวณปากโม่ของโรงโม่หินตามเส้นทางขนส่งแร่มีการปลูกต้นสนและบริเวณที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้นเพื่อลดแรงกระแทกและป้องกันเสียงดัง

4.5 สำหรับมาตรการการควบคุมเสียงดังของเครื่องจักรโรงงานโม่หินที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีลักษณะของมาตรการควบคุมเสียงดัง ของเครื่องจักรโรงโม่หิน โดยมีการตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตรวจสอบซ่อมแซมโครงสร้างของโรง โม่หินให้ดีอยู่เสมอ มีการควบคุมการเทหินให้เหมาะสม ทำงานโม่หินในเวลาที่กำหนดไว้ในช่วง 8.00 น.-16.30 น.และมีการกั้นหรือแยกเครื่องจักรโรงงานโม่หินที่เมื่อเดินเครื่องแล้วเกิดความสั่นสะเทือนด้วยการใช้วัสดุกันสะเทือนกั้น

จากการศึกษา พบว่าการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านมาตรการควบคุมเสียงผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง ให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ซึ่งมาตรการควบคุมเสียงสามารถลดเสียงดังจากเครื่องจักรและกระบวนการผลิตได้ โดยมาตรการควบคุมเสียงดังของเครื่องจักรโรงโม่หินที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีลักษณะของมาตรการควบคุมเสียงดังของเครื่องจักรโรงงานโม่หินที่มีการตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงการตรวจสอบซ่อมแซมโครงสร้างของโรงงานโม่หินให้ดีอยู่เสมอทำให้มาตรการดังกล่าวข้างต้นสามารถลดเสียงดังได้

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเป็นการศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินที่แตกต่างกันตามลักษณะงาน และความชุกของภาวะหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ระดับความดังเสียงในโรงงานโม่หินขนาดเล็ก บริเวณเครื่องป้อนหิน เครื่องบดแบบจอว์ ตะแกรงคัดขนาด เครื่องตีหิน และถาดสั่นมีระดับเสียงในช่วง 95.0-105.4 dB(A) ส่วนในโรงงานโม่หินขนาดใหญ่มีระดับเสียงในช่วง 87.3-107.7 dB(A) ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ ACGIH, WHO, NIOSH, EPA (85 dB(A)) ส่วนความถี่เสียงของการเกิดระดับความดังเสียงในโรงงานโม่หินขนาดเล็ก พบว่า เครื่องป้อนหินมีระดับความดังเสียงที่เกินมาตรฐาน 85 dB(A) จะอยู่ในช่วงความถี่เสียง 250 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์ เครื่องบดแบบจอว์ มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 800 เฮิรตซ์- 3.15 กิโลเฮิรตซ์ ตะแกรงคัดขนาดมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 500 เฮิรตซ์ - 6.3 กิโลเฮิรตซ์ เครื่องตีหินมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 630 เฮิรตซ์ – 1.6 กิโลเฮิรตซ์ และถาดสั่น (จักจั่น) มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่เสียง 1 กิโลเฮิรตซ์ – 1.25 กิโลเฮิรตซ์ ส่วนในโรงงานโม่หินขนาดใหญ่ พบว่า เครื่องป้อนหินมีระดับความดังเสียงที่เกินมาตรฐาน 85 dB(A) จะอยู่ในช่วงความถี่เสียง 630 เฮิรตซ์ - 800 เฮิรตซ์ เครื่องบดแบบจอว์มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่ 630 เฮิรตซ์-10 กิโลเฮิรตซ์ ตะแกรงคัดขนาดมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วง 250 เฮิรตซ์-6.3 กิโลเฮิรตซ์ เครื่องตีหินมีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐานในช่วงความถี่ 315 เฮิรตซ์ - 6 .3 กิโลเฮิรตซ์ และถาดสั่น (จักจั่น) มีระดับความดังเสียงไม่เกินมาตรฐาน 85 dB(A) ทุกความถี่

1.2 ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน พบว่า พนักงานโรงงานโม่หินสัมผัสเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ร้อยละ 22 ที่กำหนดโดย ACGIH, NIOSH, WHO และ EPA โดยลักษณะงานที่สัมผัสเสียงเกิน 85 dB(A)ได้แก่ ลักษณะงานบดและ

ย่อยหินของแผนกบดและย่อยหิน ลักษณะงานไฟฟ้าของแผนกสำนักงาน ส่วนการวัดระดับเสียงกระแทก พบว่า ลักษณะงานสัมผัสความดังสูงสุดของเสียงกระแทก (peak) คือ งานไฟฟ้า (147.20 dB(peak))รองลงมาคือ งานดัมพ์แมน งานแต่งหน้าเจาะ งานกลึง งานผู้ช่วยช่างบดและย่อยหิน งานขับรถป็อกหิน งานช่างบดและย่อยหิน งานขับรถเจาะ งานขับรถแบ็คโฮ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA โดยงานขับรถตัก งานควบคุมเครื่องจักร งานขับรถสิบล้อ งานสำนักงาน งานซ่อมบำรุง งานคุ้ยหินและงานบดและย่อยหินมีค่าระดับเสียงกระแทกอยู่ระหว่าง 134.9-139.54 dB(peak) ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA

1.3 ผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินในพนักงานโรงงานโม่หิน จำนวน 50 คน พบว่า พนักงานโรงงานโม่หินมีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อมร้อยละ 30 โดยพบในแผนกเหมืองหิน แผนกสำนักงาน แผนกบดและย่อยหิน แผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมและแผนกซ่อมบำรุง โดยใช้เกณฑ์ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

1.4 การประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงภายในโรงโม่หิน พบว่า การประเมินทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการระเบิดหิน ด้านเครื่องจักร ด้านระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรและด้านมาตรการควบคุมเสียงผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เรื่องให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535

2. อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเป็นการศึกษาระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินที่แตกต่างกันตามลักษณะงานและความชุกของภาวะหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน สามารถอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 3 หมวดตามวัตถุประสงค์การศึกษาได้ดังต่อไปนี้

- ระดับความดังเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หิน

ผลการศึกษาการตรวจวัดระดับความดังเสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินขนาดเล็กและโรงงานโม่หินขนาดใหญ่ พบว่าเครื่องจักรในโรงงานโม่หินมีระดับความเสียงและความถี่เสียงเกินมาตรฐาน 85 dB(A) เนื่องจากเครื่องจักรในโรงงานโม่หินมีอายุการใช้งานนาน และการซ่อมบำรุงอาจไม่ทั่วถึงทุกจุด นอกจากนี้วัสดุดูดซับเสียงของเครื่องจักรอาจเกิดการชำรุดเสียหาย ทำให้เครื่องจักรมีระดับความดังเสียงและความถี่เสียงเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งทางโรงงานได้กำหนดมาตรการต่างๆ ตามประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เรื่องให้โรงโม่บดและย่อยหินมีระบบ

ป้องกันสิ่งแวดล้อมภายใต้พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ 2535 เพื่อลดสภาวะการเกิดเสียงดังในการทำงานของเครื่องจักรแล้ว แต่ยังพบปัญหาเสียงดังอยู่เพราะ อาจจะเกิดจากปัจจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว

จากผลการศึกษาการตรวจวัดระดับความดังเสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็กและโรงงานโม่หินใหญ่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระดับความดังเสียงของเครื่องจักรของโรงงานโม่หิน กับการศึกษาในต่างประเทศ พบว่าใกล้เคียงกับการศึกษานี้ ได้แก่ การตรวจวัดเสียงบริเวณแผนกเจาะและแผนกตัดของโรงงานชิ้นส่วนอะไหล่[7]พบว่ามีระดับเสียงพื้นที่ทำงานเกินมาตรฐาน 85 dB(A) คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนระดับเสียงพื้นที่ทำงานแผนกอื่นๆ มีระดับเสียงพื้นที่ทำงานเกินมาตรฐาน 85 dB(A) คิดเป็นร้อยละ 60.46 ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงตลอดระยะเวลาการทำงาน 101.8 dB(A) เช่นเดียวกับการศึกษาระดับเสียงในพื้นที่ทำงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศปากีสถาน[51]พบว่า ระดับเสียงอยู่ในช่วง 88.4-104 dB(A) การศึกษาการสัมผัสเสียงของพนักงานรีดเหล็กในโรงงานรีดเหล็กของประเทศไนจีเรีย[52]พบว่า ระดับเสียงในพื้นที่การทำงานแผนกรีดเหล็ก 86 dB(A) การสัมผัสเสียงของคนงานในโรงงานในประเทศซาอุดิอาระเบียตะวันออก[53]พบว่า การตรวจวัดระดับเสียงในโรงงานมีระดับเสียงดังเกิน 85 dB(A) มีทั้งพนักงานที่ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง จะเห็นว่าระดับความดังเสียงของการศึกษาในต่างประเทศจะมีระดับเสียงเกินมาตรฐาน 85 dB(A) และระดับความดังเสียงในการศึกษานี้มีความดังเสียงใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศ ส่วนการเปรียบเทียบระดับความดังเสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินในการศึกษานี้กับในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นของประเทศไทยมีวิจัยที่ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ การสำรวจระดับของเสียงในพื้นที่ทำงานของคนงานโรงงานธุรกิจแปรรูปเนื้อไก่ [17]บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 72.5-105 dB(A) ในคนงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ต่างๆ สัมผัสเสียงดังในช่วง 79.1-105 dB(A) การวัดระดับเสียงจากการทำงานของพนักงานแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุงของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์[54]พบว่า มีผู้ปฏิบัติงานร้อยละ 22.2 ที่สัมผัสเสียงดังเกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) และการตรวจวัดระดับเสียงของเครื่องจักรในโรงงานซอยหินแกรนิต[54]พบว่า ระดับเสียงของเครื่องจักรอยู่ในช่วง 86.7-103.5 dB(A)

ส่วนการศึกษาความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หินเล็กพบว่า ระดับเสียงดังสูงสุดในช่วงความถี่ 630 เฮิรตซ์ - 1.25 กิโลเฮิรตซ์ และความถี่เสียงของเครื่องจักรในโรงงานโม่หินใหญ่พบว่า ระดับเสียงดังสูงสุดในช่วงความถี่ 630 เฮิรตซ์ - 5 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งการศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษาในประเทศไทยคือ การประเมินความเสี่ยงของปัจจัยคุกคามต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานโม่หินในเขตภาคตะวันออกของประเทศไทย[2]พบว่า ระดับความดังเสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเกินค่ามาตรฐานสูงที่สุดร้อยละ 100 โดยระดับเสียงดังสูงสุดที่พบอยู่ในช่วงความถี่ 500 เฮิรตซ์ – 4,000 เฮิรตซ์ นอกจากนี้การศึกษาความถี่เสียงของเครื่องจักรโรงงานโม่หินเล็กและโรงงานโม่หิน

ใหญ่พบว่า ใกล้เคียงกับงานวิจัยในต่างประเทศ ได้แก่ การสัมผัสเสียงของโรงงานโม่หินในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ [56]โดยการตรวจวัดระดับเสียงของตะแกรง พบว่า ระดับเสียงดังสูงสุด 104.6 dB(A) ที่ความถี่ 115 เฮิรตซ์ และการสำรวจระดับเสียงเครื่องบดแบบจอว์ของเครื่องบดและย่อยหินชุดที่สองในโรงงานโม่หิน[57]พบว่า ระดับเสียงดังสูงสุด 102.2 dB(A) ที่ความถี่ 115 เฮิรตซ์ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้

ด้านความดังเสียงกระแทกในการศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์ความดังเสียงกระแทกไม่เกิน 140 dB(peak) ตามที่ OSHA กำหนด ในขณะที่กฎหมายไทยมีการกำหนดให้สัมผัสกับเสียงกระแทกไม่เกิน 140 dB(A) ในทางปฏิบัติจึงใช้เกณฑ์ 140 dB(A) เป็นเกณฑ์เมื่อต้องวัดเสียงกระแทก แต่หน่วยวัดแบบ dB(A) เป็นการกำหนดค่าความดังเสียงแบบ A-weighting network ซึ่งจะกรองเสียงให้มีค่าใกล้เคียงกับการตอบสนองของหูมนุษย์มากที่สุด ในขณะที่หน่วยกระแทก dB(peak) เป็นแบบ unweighting network โดยค่าที่ได้เกิดจากความดันเสียงที่เกิดขึ้นจริงไม่ได้กรองเสียงออก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการใช้หน่วย dB(C) แบบ C-weighting network ที่มีการออกแบบให้มีความไวต่อเสียงที่มีความดันเสียงสูงที่หูมนุษย์สามารถได้ยิน ดังนั้น การใช้หน่วย dB(A) แทน dB(peak) หรือ dB(C) จะทำให้การประเมินความดังเสียงกระแทกต่ำกว่าที่สัมผัสจริง ดังนั้นควรปรับปรุงเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายไทยให้เป็น 140 dB(peak) หรือ 140 dB(C) ตามมาตรฐานสากล ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของ OSHA กำหนดให้ความดังเสียงกระแทกสูงสุดที่ 140 dB(peak) และ ACGIH ได้กำหนดไว้ที่ 140 dB(C) จากงานวิจัยงานไฟฟ้าได้รับเสียงกระแทกมาก ซึ่งพนักงานต้องสัมผัสเสียงตลอดเวลาเนื่องจากต้องปฏิบัติงานอยู่บริเวณเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุก็คือ เครื่องจักรอาจขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องหรือวัสดุดูดซับเสียงของเครื่องจักรอาจเกิดการชำรุดเสียหายทำให้พนักงานที่เข้าไปปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังกล่าว

- ระดับความดังเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หิน

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดระดับเสียงสะสมของพนักงานโรงงานโม่หินตามลักษณะงาน 50 คน พบว่า 36.36 % ของพนักงานโรงงานโม่หินสัมผัสเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ที่กำหนดโดย ACGIH, NIOSH, WHO และ EPA โดยลักษณะงานที่สัมผัสเสียงเกิน 85 dB(A) ได้แก่ ลักษณะงานบดและย่อยหินและงานไฟฟ้า ซึ่งพนักงานที่ปฏิบัติงานบดและย่อยหินและงานไฟฟ้าได้สัมผัสเสียงขณะปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีการสัมผัสเสียงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้พนักงานเกิดสภาวะโรคประสาทหูเสื่อม นอกจากนี้ในเรื่องของการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงของผู้ปฏิบัติงานนั้นพบว่า แม้จะมีการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันเสียงอย่างเพียงพอและผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง แต่ก็ยังพบปัญหาการไม่ใช้โดยเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุก็คือ เกิดจากไม่สะดวก

รำคาญ ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของตัวอุปกรณ์ป้องกันเสียงที่ทำให้ไม่สะดวกต่อการสวมใส่ ดังนั้น การพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงก็เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการใช้ของผู้ปฏิบัติงานเช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในต่างประเทศที่พบไม่มีการตรวจวัดระดับเสียงสะสมที่ตัวบุคคล จะเห็นว่าการตรวจวัดระดับเสียงสะสมที่ตัวบุคคลให้ผลใกล้เคียงกับระดับเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรของโรงโม่หิน โดยการวัดระดับเสียงและความถี่เสียงของเครื่องจักรพบแผนกที่มีความเสี่ยงมาก คือ แผนกบดและย่อยหิน เช่นเดียวกับเมื่อทำการตรวจวัดระดับเสียงที่ตัวบุคคลพบว่า แผนกบดและย่อยหินก็เป็นแผนกเสี่ยงเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากการตรวจวัดระดับเสียงที่ตัวบุคคลจะทำให้ทราบถึงปริมาณเสียงสะสมที่สัมผัสอย่างแท้จริง ซึ่งพนักงานโรงงานโม่หินที่สัมผัสเสียงเกินค่ามาตรฐานในงานวิจัยนี้มีค่าแตกต่างกับระดับเสียงสะสมของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นในประเทศไทยได้แก่ การสัมผัสเสียงของคนงานในโรงงานไม้แปรรูปขนาดใหญ่[58]พนักงานสัมผัสเสียงดังเกิน 85 dB(A) ร้อยละ 57.1 การตรวจวัดระดับเสียงสะสมของผู้ปฏิบัติงานในแผนกจ่ายผ้ากลางโภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง ของโรงพยาบาลสงลานครินทร์[54] มีผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังเกิน 85 dB(A) ร้อยละ 22.2 การศึกษาระดับเสียงสะสมในสถานประกอบการดิสโก้เทค[59] พบว่า มีพนักงานได้รับเสียงเกินค่ามาตรฐาน85 dB(A) ร้อยละ 100 เช่นเดียวกับการศึกษาระดับเสียงสะสมของพนักงานในสถานบันเทิงจังหวัดพิษณุโลก[60]พบว่า มีพนักงานสัมผัสเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 dB(A) ร้อยละ 66.67

ส่วนงานวิจัยต่างประเทศใกล้เคียงกับการศึกษานี้ คือ การประเมินการสัมผัสเสียงที่ตัวบุคคลของพนักงานขับเครนในโรงงานรีดเหล็ก[61]พบว่า คนงานที่สัมผัสเสียงดังเกิน 85 dB(A) ร้อยละ 23.7

การสัมผัสเสียงสะสมที่ตัวบุคคลของพนักงานรถไฟในตอนเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา[62]มีคนงานที่สัมผัสเสียงดังเกิน 85 dB(A) ร้อยละ 22 และการศึกษาการสัมผัสเสียงสะสมที่ตัวบุคคลของพนักงานในโรงงานรีดเย็น[62]พบว่า มีพนักงานสัมผัสเสียงสูงสุด 100 dB(A) จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าใกล้เคียงกับผลการตรวจวัดระดับเสียงสะสมของพนักงานโรงโม่หินในงานวิจัยนี้

- ความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของพนักงานโรงงานโม่หิน

จากการศึกษาพบว่าแผนกเหมืองหิน แผนกสำนักงาน แผนกบดและย่อยหิน แผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมและแผนกซ่อมบำรุงมีความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของเสียงร้อยละ 30 ซึ่งจากการพิจารณาเห็นว่า พนักงานมีภาวะประสาทหูเสื่อมค่อนข้างมาก เนื่องมาจากพนักงานได้สัมผัสเสียงสะสมมาเป็นระยะเวลานานและเกิดจากความประมาทในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง โดยพนักงานอาจไม่ใส่อุปกรณ์ป้องเสียงตลอดเวลาการทำงาน นอกจากนี้อาจ

เกิดจากพฤติกรรมการดำรงชีวิตประจำวันเช่น ใช้หูฟังวิทยุเทป ฟังดนตรีเสียงดัง เป็นต้น ซึ่งพนักงานอาจจะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดังกล่าวเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะหูเสื่อมได้

เมื่อพิจารณาความชุกของภาวะประสาทหูเสื่อมของเสียง จะเห็นว่าความชุกของภาวะหูเสื่อมใกล้เคียงกับผลการตรวจวัดระดับเสียงสะสมของพนักงานโรงโม่หิน ซึ่งใกล้เคียงกับความชุกจากการสำรวจภาวะหูเสื่อมกลุ่มอาชีพอื่นของประเทศไทยได้แก่ พนักงานของโรงงานอุตสาหกรรมเขตจังหวัดสงขลา[64]มีภาวะหูเสื่อมจากเสียงดัง ร้อยละ 30.6 คนงานที่ปฏิบัติงานในสายการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดใหญ่[65] มีการสูญเสียการได้ยินร้อยละ 21.0 กลุ่มพนักงานที่สัมผัสเสียงร่วมกับสารละลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตตู้ลำโพง[23] ร้อยละ 38.63 พนักงานที่ปฏิบัติงานแผนกการผลิตของโรงงานผลิตน้ำตาลทราย[66] มีสมรรถภาพการได้ยินที่ผิดปกติ ร้อยละ 34.32 และพนักงานแผนกทอผ้าโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้าจังหวัดระยอง[67] ร้อยละ 24.31 ซึ่งอาจเพราะต้องสัมผัสเสียงดังในกระบวนการทำงานโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยินเช่นเดียวกัน

ส่วนงานวิจัยจากต่างประเทศ ไม่พบการศึกษาในพนักงานโรงโม่หิน แต่พบการศึกษาที่ใกล้เคียงในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ได้แก่ การศึกษาการสูญเสียการได้ยินของพนักงานอิหร่านแผนกเจาะและแผนกตัดในโรงงานชิ้นส่วนอะไหล่[7] ร้อยละ 27.84 การรายงานการสัมผัสเสียงของประชากรในภาคตะวันออกของซาอุดิอาระเบีย[52] พบว่า ความชุกของการสูญเสียการได้ยินร้อยละ 32.4 และความชุกของการสูญเสียการได้ยินในคนงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ[68] พบว่า ความชุกของการสูญเสียการได้ยินร้อยละ 28.3 การสูญเสียการได้ยินของพนักงานชายของโรงงานปิโตรเลียมเหลวในเมืองไทเป[69] ที่รายงานความชุกของภาวะหูเสื่อม ร้อยละ 56.8 ซึ่งสูงกว่างานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยของพนักงานชายโรงงานปิโตรเลียมเหลว มากกว่าอายุงานเฉลี่ยของพนักงานโรงโม่หินในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนั้นมีงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาปัญหาด้านอาชีวอนามัยของการสัมผัสเสียงในพนักงานโรงงานสิ่งทอทางภาคเหนือของประเทศอินเดีย[70] ที่พบความชุกของภาวะหูเสื่อมที่ระดับเสียงสูงในช่วงความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้โดยเป็นเหตุผลสำคัญที่ก่อให้เกิดสูญเสียการได้ยินจากการประกอบอาชีพ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะต่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาวิธีการแก้ไขแหล่งกำเนิดเสียงสะสม เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดกับพนักงานโรงงานโม่หิน

2. ควรสำรวจระดับความดังเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงโม่หิน ในเขตอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อทำให้เห็นขนาดปัญหาและนำเสนอเจ้าของสถานประกอบการให้กำหนดนโยบายต่อไป

3. ควรมีการศึกษาพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันเพื่อค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียการได้ยินส่วนบุคคล

3.2 ข้อเสนอแนะต่อสถานประกอบการ

1. ควรให้สถานประกอบการจัดโครงการอนุรักษ์การได้ยินขึ้น เพื่อป้องกันการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน โดยการอบรมความรู้เพิ่มเติมเรื่องโอกาสเสี่ยงของการสัมผัสเสียง ความรุนแรงของโรค และโครงการอนุรักษ์การได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความตระหนักเพิ่มมากขึ้นซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดนโยบายอนุรักษ์การได้ยินที่ชัดเจนเป็นลายลักษณ์อักษรโดยผู้บริหาร

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจวัดระดับความดังเสียงประกอบด้วย สำรวจเบื้องต้นเพื่อกำหนดบริเวณที่เสี่ยงต่อการได้ยิน และสำรวจการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงานเพื่อแจกแจงคนงานที่จะนำเข้าโครงการอนุรักษ์การได้ยิน ตรวจวัดเสียงอย่างละเอียดเพื่อค้นหาแหล่งกำเนิดเสียงดัง โดยทำการตรวจวัดเสียงดังจากแหล่งกำเนิดเสียงทีละแหล่ง ณ ความถี่ต่างๆ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดมาตรการควบคุมเสียง/วิธีควบคุมเสียงดัง ซึ่งประกอบด้วย

- มาตรการด้านวิศวกรรมคือ การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด การควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียง จากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังผู้ปฏิบัติงาน
- มาตรการด้านการบริหารจัดการคือการควบคุมเสียงที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน โดยการหมุนเวียนในที่ทำงานที่มีเสียงดัง การใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงขณะทำงาน เป็นต้น
- มาตรการด้านการแพทย์ คือ การตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานเป็นระยะๆ สม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 4 ให้สุขศึกษาและฝึกอบรม เพื่อกระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์การได้ยินอย่างจริงจัง ได้แก่ นโยบายการอนุรักษ์การได้ยิน อันตรายจากเสียงดัง การเกิดประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ และสาธิตการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 บังคับให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดที่อุดหูและชนิดที่ครอบหูโดยจะต้องแนะนำให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงตลอดเวลาที่ต้องทำงานสัมผัสเสียงดังซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ต้องคำนึงถึงคุณภาพและความสะดวกในการใช้งานด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสมรรถภาพการได้ยินโดยจัดให้มีการตรวจครั้งแรกของลูกจ้างและการตรวจสมรรถภาพการได้ยินในครั้งต่อไปตามกำหนดอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 จัดทำระบบข้อมูลข่าวสารโดยข้อมูลทุกอย่างในทุกขั้นตอนจะต้องจัดเก็บในลักษณะที่ง่ายต่อการรวบรวมและค้นหา

2. ควรมีการตรวจติดตามสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงโม่หินอย่างต่อเนื่องทุกปีและควรมีการตรวจสมรรถภาพการได้ยินพนักงานโรงโม่หิน ที่เข้าปฏิบัติงานใหม่ (Baseline audiogram) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการติดตามผลได้

3. ควรมีการตรวจวัดสภาพเสียงดังในการทำงานในที่มีการสัมผัสเสียงดังที่เกินมาตรฐานทุกปี หรืออย่างน้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร

4. จากข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้สถานประกอบการควรทำการปรับปรุงพื้นที่ที่มีปัญหาเสียงดังและเสียงกระแทกโดยวิธีการควบคุมทางด้านวิศวกรรม เช่น ใช้ฐานรองเครื่องจักรเพื่อลดเสียงดัง บุบริเวณระหว่างตัวเครื่องกับพื้นผิวที่มีการสั่นสะเทือนโดยวัสดุกันการสั่นสะเทือน เลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงของเครื่องจักรให้เหมาะสม ซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรอยู่เสมอ และการทำความสะอาดเครื่องจักรเป็นประจำเพื่อแก้ปัญหาสาเหตุการเกิดเสียงดัง

บรรณานุกรม

1. ชฎายุทธ อันติมานนท์. สมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หินจังหวัดสระแก้ว. กรุงเทพฯ; 2546.
2. อัศวินี นามะกัน. การประเมินความเสี่ยงของปัจจัยคุกคามต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานโม่หิน เขตภาคตะวันออก. กรุงเทพฯ; 2543.
3. Health and safety Executive. Noise mapping in paper mills [Internet]; 1989 [cited 2012 July 11]. Available from: www.hse.gov.uk/pubns/pbis2.pdf
4. Burn. The change Hearing threshold of worker industry. International Journal of Occupational Hygiene 1973; 1-5.
5. Mazurek, R., & Olze, H., & Haupt, H., & Szczepek.A. The More the Worse: the Grade of Noise-Induced Hearing Loss Associates with the Severity of Tinnitus. [Internet]. Journal of International Journal of Environmental Research and Public Health; 2010. [cited 2012 July 11]. Available from: www.mdpi.com/journal/ijerph
6. ปราโมทย์ สัมมาทัต. (ม.ป.ป.). การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงรบกวนอุตสาหกรรม กรณีศึกษาพนักงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์บรรจุขวด. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
7. DAMON KETABI. ABALEAZL BARKHORDARI. Noise Induce Hearing Loss among Workers of an Iranian Axial Part Factory. International Journal of Occupational Hygiene 2010; 1-5.
8. สุนันทา พลปัถพี. ตำราอาชีวเวชศาสตร์ : โรคหูตึงเหตุอาชีพ. กรุงเทพฯ: เจ เอส เค การพิมพ์; 2542.
9. สุนันทา พลปัถพี. ตำราหู คอ จมูก: โสตสัมผัสวิทยาในงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์; 2540.
10. วันเพ็ญ กุลเลิศพรเจริญ. ตำรา โสต ศอ ลารินซ์ วิทยา. กรุงเทพฯ: โฮลิสติกพับลิชชิ่ง; 2538.
11. สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร. การเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตซีเมนต์โดยวิธีการซ่อมบำรุง. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2545.
12. วิชีต ชีวเรืองโรจน์. ตำรา โสต ศอ นาสิกวิทยา. กรุงเทพฯ: โฮลิสติกพับลิชชิ่ง; 2544.

บรรณานุกรม (ต่อ)

13. สาธิต ชยาภัม. โสตสัมผัสวิทยาพื้นฐาน: ประเภทของการตรวจการได้ยิน. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ หน่วยโสตทัศนศึกษา; 2542.
14. สุภัทรี บุญพราหมณ์. อุบัติการณ์ประสาทหูเสื่อมของคนงานทหารในโรงฝึกงานผลิตกระสุนปืนเล็กกรมสรรพากรทหารบก. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2544.
15. ดรุณี ดวงรัศมี. การศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมในนักบินกองทัพอากาศไทย. [วิทยานิพนธ์] กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2542.
16. นิรมล นราวิวัฒน์. การสูญเสียการได้ยินในคนงานโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ. [อินเตอร์เน็ต]. 2543. [เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2555]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rajavithi.go.th/journal/103/noise_induced_hearing_loss.htm
17. ธนพล อิทธิทูล. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียการได้ยินของคนงานในโรงงานกรณีศึกษาธุรกิจแปรรูปเนื้อไก่บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน). [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2551.
18. National Institute for Occupational Safety and Health. Work-Related Hearing loss. [Internet]. [cited 2012 July 12]. Available from: http: www.cdc.gov/niosh
19. วิโรจน์ เอี่ยมจรัสรังสี. การเฝ้าคุมโรคหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ: สถานการณ์และแนวโน้มปัญหาอาชีวอนามัยในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2538.
20. วิชัย เอียดเอื้อ. การศึกษาภาวะหูเสื่อมจากเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรมเขตจังหวัดสงขลา: สงขลา: ฝ่ายอาชีวอนามัย ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 กรมอนามัย; 2537.
21. กัลยาณี ตันตรานนท์.การสูญเสียการได้ยินของคนงานและอุปกรณ์ป้องกันเสียงกรณีศึกษาในโรงงานผลิตอาหารกระป๋องขนาดใหญ่. [วิทยานิพนธ์]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
22. ชัชนี คำภิบาล. การสูญเสียการได้ยินของช่างสถานประกอบการซ่อมและเคาะพ่นสีรถยนต์. [วิทยานิพนธ์].ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2544.
23. อัจฉราณี สังสะนะ. ผลของการสัมผัสเสียงและสารละลายอินทรีย์ต่อการสูญเสียการได้ยิน. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2543.
24. ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล. อันตรายจากเสียง การสั่นสะเทือนและความกดดันบรรยากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2537.

บรรณานุกรม (ต่อ)

25. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. การอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบการ. [อินเตอร์เน็ต]. 2533. [เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2555]. เข้าถึงได้จาก: http://www.32.brinkster.com
26. Occupational Safety & Health Administration: Occupational Safety and Health Standards Occupational noise exposure. [Internet]. [cited 2012 July 10].Available from : http://www.osha.gov.
27. พรพิมล กองทิพย์. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์; 2545.
28. World Health Organization. Occupational and community noise fact sheet N^0 258. [Internet]. [cited 2012 July 12]. Available from: www.who.int/peh/Occupational_health/ OCHweb/OSHpages/OSHDocuments/Factsheets/noise.pdf
29. Cincinati OH. The American Conference of Governmental Industrial hygienists. TLVs and BEIs; 2007.
30. Occupational Safety & Health Administration. Occupational Safety and Health Standards: Occupational noise exposure 1910.95. [Internet]. [cited 2012 July 10].Available from: http://www. osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_documant?p_table=STANDARDS& p_id=973&p_text_version=FALSE
31. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for A Recommended Standard: Occupational Noise Exposure Revised Criteria [Internet]. [cited 2012 July 12]. Available from: http: www.cdc.gov/niosh/98-126 html
32. ศิริพันธ์ ศรีวันยงค์. การตรวจการได้ยินในตำรา โสต ศอ นาสิกวิทยา. กรุงเทพฯ: โฮลิสติก พับลิชชิ่ง; 2544.
33. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการเฝ้าระวังการสูญเสียการได้ยิน. กรุงเทพฯ: การควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข; 2547.
34. สุภาภรณ์ หลักรอด. คู่มือประเมินอันตรายจากเสียงดังและการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้นสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข. กรุงเทพฯ; 2541.
35. พูนพิศ อมาตยกุล และรจนา ทรรทรานนท์. โสตสัมผัสวิทยาเบื้องต้น. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.; 2522.

บรรณานุกรม (ต่อ)

36. Global burden of hearing loss in the year 2000. [Internet]. [cited 2012 July 10]. Available from: http://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_hearingloss.pdf
37. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์; 2547
38. จิว เชาว์ถาวร. การเจ็บป่วยและการบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากงานของพนักงานโรงโม่หินจังหวัดพะเยา. เชียงใหม่; 2554.
39. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่นในพื้นที่ทำเหมืองหินและโรงโม่หินบริเวณตำบลหน้าพระลานและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม; 2537.
40. เฉลิมพล วงศ์อัมไชย. การบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยในเทคโนโลยีความปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2553.
41. โกศล ดีศีลธรรม. การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี; 2547.
42. สราวุธ สุธรรมาสา. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม : การควบคุม. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2522.
43. สรัณญา ศิลาอาสน์. การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2552.
44. ภานุวัฒน์ เลาหสม. การปรับปรุงระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง. [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2547.
45. Pekka Katila. Applying Total Productive Maintenance-TPM Principles in the Flexible Manufacturing Systems. Technical Report LULEA TEKNISKA TVERSITET 2000; 23.
46. Roberto Cigolini and Francesco Turco. Total productive maintenance practices: a survey in Italy. Journal of Quality in Maintenance Engineering 1997; 4: 259-272.
47. พงษ์เกษม โพธิ์แก้ว. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเพื่อป้องกันเสียงจากเครื่องจักร [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.
48. อุปกรณ์คุมครองความปลอดภัยส่วนบุคคล. [อินเตอร์เน็ต]. 2533 [เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2557]. http://e-book.ram.edu/e-book/h/HA233/chapter6.pdf

บรรณานุกรม (ต่อ)

49. Occupational Safety & Health Administration: OSHA Technical Manual Chapter 5 Noise and hearing conservation. [Internet]. [cited 2012 July 10]. Available from: http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/exposure/environment_effects.html
50. อรพันธ์ ตันติมานนท์.คู่มือการใช้เครื่องมือทางด้านอาชีวเวชศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: พระพุทธศาสนาแห่งชาติ; 2556.
51. Hafish Danish Ashraf, Younous, Pardeep Kumar, M. Talha Siddiqui, Syed Salman Ali, M.Irfanullah Siddiqui. Frequency of hearing loss among textile industry workers of weaving unit in Karachi Pakisatan. Student corner 2009; 575-579.
52. Foluwasayo, E. O. Tanimola, M.A. & Toye, G.O.. Noise exposure awareness attitudes and use of hearing protection in a steel rolling mill. In Nigeria Occupational Medicine 2005; 55: 487-489.
53. Hafiz O. Ahmed. The accuracy of self-reported high noise exposure level and hearing loss in a working population in Eastern Saudi Arabia. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2004; 227-234.
54. ธิติยา รักษ์ศรี. การติดตามสมรรถภาพการได้ยินและสภาพเสียงดังจากการทำงานในคนงานโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เปรียบเทียบย้อนหลัง 3 ปี. [วิทยานิพนธ์]. สงขลา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2547.
55. บัญจรัตน์ โจลานันท์, ธีรศักด์ ทองประสาน, ชุติพงษ์ พงศ์สนิท. การควบคุมมลพิษทางเสียงในโรงงานซอยหินแกรนิต.วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ 2549; 29:499-514.
56. Cross-sectional survey of noise exposure in the mining industry. [Internet]. [cited 2013 November 10]. Available from: http://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/csson.pdf
57. Prakash. Noise and dust survey in mines. National Institute of Technology 2010; 1-73
58. กัลยา อุรัจนานนท์, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์, วันเพ็ญ ทรงคำ. การสัมผัสเสียงและการรับรู้ภาวะเสี่ยงจากการสัมผัสเสียงของคนงานในโรงงานไม้แปรรูปขนาดใหญ่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2549.

บรรณานุกรม (ต่อ)

59. อนามัย ธีรวิโรจน์, ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ.การศึกษาความสัมพันธ์ด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียงดังที่มีผลต่อระดับการได้ยินของผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบการดิสโก้เทค ในเขตจังหวัดชลบุรี. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2541.
60. นวลน้อย เพชรบัว, สานิต พรมชาติ, สมชาย เพชรอำไพ. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการสูญเสียการได้ยินของพนักงานสถานบันเทิงจังหวัดพิษณุโลก ปี 2548. [วิทยานิพนธ์]. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2549.
61. Lin Z., Dong-Liang C. Hui-Jual L. Zhuo L. Yi-ming Z. Personal exposure assessment of overhead-traveling crane drivers in steel rolling mills. International congress on noise as a Public Health Problem 2008; 9: 1-9.
62. Paul London, Patrick breysse, Yuju chen.Noise exposure of rails worker of a north American chemical facility. American Journal of Industrial Medicine 2005;47:364-369.
63. Chai DL, Lu JQ, Zeng L, Su YG, Lei Z, Zhao YM. Measurement of personal noise exposure in a cold rolling mill. Center for Clinical Epidemiological Research 2006; 40: 93.
64. วิชัย เอียดเอื้อ. การศึกษาภาวะหูเสื่อมจากเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรมเขตจังหวัดสงขลา. สงขลา: ฝ่ายอาชีวอนามัย ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 กรมอนามัย; 2537.
65. กัลยาณี ตันตรานนท์.การสูญเสียการได้ยินของคนงานและอุปกรณ์ป้องกันเสียงกรณีศึกษาในโรงงานผลิตอาหารกระป๋องขนาดใหญ่. [วิทยานิพนธ์].เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
66. สุภาพร ธารเปี่ยม.สมรรถภาพการได้ยินและพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของคนงานในโรงงานผลิตน้ำตาลทราย. [วิทยานิพนธ์].เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2550.
67. ไอรฎา คงคาชัย. สมรรถภาพการได้ยินและพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของคนงานแผนกทอผ้าในโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้า. [วิทยานิพนธ์]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2553.
68. Adriano Ulisses. The Prevalence of Noise Indued Hearing Loss Among Textile Industry Workers. International Otorbinolaryngologia 2006; 10: 192-196.
69. Shu-Ju CHANG, Chin-Kuo CHANG. Prevalence and Risk factors of Noise-Induced Hearing Loss among Liquefied Petroleum Workers in Taipei. Industrial Health 2009; 603-610.
70. Raman. Evaluation of Occupational Environment in Two Textile Plants in North India with Specific Reference to Noise. Industrial Health 2006: 44: 112-116.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่
จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ ๙๐๑๑๐

๑๗ ธันวาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเข้าศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท ศิลาอารี จำกัด

ด้วยนางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์ ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งกำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การประเมินระดับเสียง และสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน โดยมี ดร.ฐิติวร ชูสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการทำวิจัยดังกล่าว นักศึกษาต้องทำการศึกษาข้อมูลในพนักงานโรงงานโม่หิน โดยทำการศึกษาดังต่อไปนี้

๑. ศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงโดยใช้แบบสอบถาม

๒. ตรวจวัดเสียงในสิ่งแวดล้อมการทำงานและระดับเสียงที่ตัวบุคคล

๓. ตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

ในการนี้ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จึงขอความอนุเคราะห์มายังท่านเพื่ออนุญาตให้นักศึกษาเข้าเก็บข้อมูลบุคลากรในหน่วยงานของท่าน ซึ่งข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแนวทางในการแก้ไข ควบคุมและป้องกันอันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์ทางการศึกษาวิจัยเพียงอย่างเดียวจะไม่มีการเผยแพร่สู่สาธารณชนแต่อย่างใด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.พญ.พิชญา พรรคทองสุข)
หัวหน้าภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์

หน่วยอาชีวอนามัย ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน
โทร.๐-๗๔๔-๑๑๖๗ โทรสาร ๐-๗๔๔๒-๘๘๒๑

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

ID……..

แบบสอบถามประกอบการวิจัย

เรื่อง การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน คำตอบของท่านจะ **<u>"ไม่มีการนำไปเปิดเผยเป็นรายบุคคล"</u>** ซึ่งผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลไว้เป็นความลับ โดยจะนำเสนอในภาพรวมทั้งหมด
2. แบบสอบถามฉบับนี้ ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ
   - ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 3 ข้อ
   - ส่วนที่ 2 แบบสอบถามด้านประวัติการทำงาน จำนวน 5 ข้อ
   - ส่วนที่ 3 แบบสอบถามด้านการสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์ป้องกัน จำนวน 3 ข้อ
   - ส่วนที่ 4 แบบสอบถามประวัติสุขภาพ จำนวน 7 ข้อ
   - ส่วนที่ 5 แบบสอบถามประวัติพฤติกรรม จำนวน 4 ข้อ
   - ส่วนที่ 6 แบบบันทึกผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (ผู้วิจัยกรอกเอง)
3. ท่านเป็นผู้หนึ่งที่จะช่วยให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปพัฒนาต่อไปในอนาคต

ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ท่านกรุณาสละเวลาตอบแบบสอบถาม.....

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน [ ] ให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

(สำหรับผู้วิจัย)

ID. per…….

1. อายุ……ปี a1……..…
2. เพศ a2……..….
   [ ] 1. ชาย
   [ ] 2. หญิง
3. ระดับการศึกษา a3…….
   [ ] 1. ประถมศึกษา [ ] 2. มัธยมศึกษา
   [ ] 3. ปวช. [ ] 4. ปวส.
   [ ] 5. ปริญญาตรี [ ] 6. อื่น ๆ ระบุ……..

ส่วนที่ 2 ประวัติการทำงาน

1. ท่านเคยทำงานสัมผัสเสียงดังมาก่อนทำงานที่หน่วยงานแห่งนี้หรือไม่ b1a……..
   [ ] 1. เคย (โปรดระบุประเภทโรงงานอุตสาหกรรมเรียงตามลำดับจากอดีตมาถึงปัจจุบัน)
      1. โรงงาน……ทำมานาน……..ปี …..…..เดือน b1b……..
      2. โรงงาน……ทำมานาน……..ปี ……....เดือน b1c……..
      3. โรงงาน……ทำมานาน……..ปี ……....เดือน b1d……..
   [ ] 2. ไม่เคย
2. ท่านทำงานในหน่วยงานแห่งนี้มานาน…...……ปี …..…..เดือน b2….…….

3. ปัจจุบันลักษณะงานของท่าน คือ b3……..

[ ] 1. พนักงานบดและย่อยหิน [ ] 2. ผู้ช่วยช่างบดและย่อยหิน

[ ] 3. ผู้ควบคุมและผู้ช่วยช่างบดและย่อยหิน [ ] 4. ผู้ควบคุมเครื่องจักรที่จุดปากโม่

[ ] 5. ช่างไฟฟ้า [ ] 6. หัวหน้าแผนกบดและย่อยหิน

[ ] 7. หัวหน้าแผนกเหมืองหิน [ ] 8. พนักงานคุ้ยหิน

[ ] 9. พนักงานแต่งหน้าเจาะ [ ] 10. พนักงานขับรถเจาะ

[ ] 11. พนักงานขับรถป๊อกหิน [ ] 12. พนักงานขับรถแบ็คโฮ

[ ] 13. พนักงานขับรถตัก [ ] 14. พนักงานขับรถสิบล้อ

[ ] 15. ดัมพ์แมน [ ] 16. หัวหน้าแผนกกลึง

[ ] 17. ช่างกลึง [ ] 18. ช่างเชื่อม

[ ] 19. เจ้าหน้าที่ฝ่ายขาย [ ] 20. อื่นๆโปรดระบุ……

4. ปัจจุบันท่านทำงานในแผนก b4…….

[ ] 1. เหมืองหิน [ ] 2. บดและย่อยหิน

[ ] 3. ซ่อมบำรุง [ ] 4. โรงกลึง

[ ] 5. สำนักงาน [ ] 6. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

[ ] 7. อื่นๆโปรดระบุ……..

5. โดยปกติท่านทำงานสัปดาห์ละ……วัน วันละ……ชั่วโมง b5……..…

6. ท่านทำงานล่วงเวลาวันละ……..……ชั่วโมง b6……..…

<u>ส่วนที่ 3 การสัมผัสเสียงและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล</u>

1. ท่านคิดว่าท่านสัมผัสเสียงดังในการทำงานนาน.....ชม.ต่อวัน c1…….....….
2. ตั้งแต่ท่านทำงานมาท่านเคยใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงหรือไม่ c2a…….…….
   [ ] 1. ใช้ทุกครั้งเมื่อสัมผัสเสียงดัง (โปรดระบุประเภท) c2b…..……
      [ ] 1.1 ใช้ปลั๊กอุดหู
      [ ] 1.2 ใช้ที่ครอบหู
      [ ] 1.3 อื่นๆระบุ…….
   [ ] 2. ใช้บ้างไม่ใช้บ้างแม้ทำงานสัมผัสเสียงดัง (โปรดระบุประเภท)
      [ ] 1.1 ใช้ปลั๊กอุดหู
      [ ] 1.2 ใช้ที่ครอบหู
      [ ] 1.3 อื่นๆระบุ…….
   [ ] 3. ไม่เคยใช้เลย
3. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังที่ท่านใช้นำมาจากไหน c3…….....….
   [ ] 1. หน่วยงานแจกให้
   [ ] 2. ซื้อใช้เอง
4. ถ้าหน่วยงานจัดให้ใช้แล้วเบิกใช้เพียงพอหรือไม่ c4…….....….
   [ ] 1. เพียงพอ
   [ ] 2. ไม่เพียงพอ

<u>ส่วนที่ 4 ประวัติด้านสุขภาพ</u>

1. ท่านเคยมีอาการใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
   [ ] 1. ไม่มี d1……..….
   [ ] 2. อุบัติเหตุที่ศีรษะ/หู
   [ ] 3. เวียนศีรษะบ้านหมุน
   [ ] 4. ปวดหูหลังได้ยินเสียงดังมากๆ
   [ ] 5. มีของเหลวหรือหนองไหลจากหู
   [ ] 6. หูอื้อ
   [ ] 7. เส้นประสาทหูเสื่อม
2. ท่านเคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคใดบ้างต่อไปนี้ d2……..….
   [ ] 1. หูน้ำหนวกเรื้อรัง
   [ ] 2. ไซนัสอักเสบ
   [ ] 3. เบาหวาน
   [ ] 4. ความดันโลหิตสูง
   [ ] 5. ภูมิแพ้
   [ ] 6. ฝีหลังกกหู
   [ ] 7. ไม่มี
   [ ] 8. อื่นๆ ระบุ.....
3. คุณเคยกินยาหรือฉีดยาจนหูตึงหรือไม่ d3……
   [ ] 1. เคย [ ] 2. ไม่เคย
4. คุณเคยใช้ยาสเตรปโตมัยซิน (รักษาวัณโรคปอด) หรือยาเจนตามัยซิน d4……..…
   หรือไม่และหลังจากการใช้การได้ยินลดลงหรือไม่
   [ ] 1. เคยใช้แล้วการได้ยินปกติ
   [ ] 2. เคยใช้แล้วการได้ยินลดลง
   [ ] 3. ไม่เคยใช้
5. ในครอบครัวของท่านมีญาติ เช่น พี่น้อง หูตึง หูหนวก เป็นใบ้โดยกำเนิดหรือไม่ d5……..…
   [ ] 1. มี ระบุ……
   [ ] 2. ไม่มี

6. ตั้งแต่ทำงานในหน่วยงานแห่งนี้ท่านเคยมีอาการเสียงดังหรือเสียงรบกวนในหูหรือไม่ d6……..
   [ ] 1. ไม่มี
   [ ] 2. เคยได้ยินเสียงสูงๆ เหมือนเสียงจิ้งหรีด
   [ ] 3. เคยได้ยินเสียงต่ำเหมือนลมพัดซู่
7. การได้ยินของท่านในขณะนี้เป็นอย่างไร d7……..……
   [ ] 1. ปกติ
   [ ] 2. ได้ยินแต่ไม่ค่อยชัดเจน

<u>ส่วนที่ 5 ประวัติด้านพฤติกรรม</u>

1. ก่อนมาทำงานในโรงงาน พฤติกรรมใดต่อไปนี้ที่ท่านทำเป็นประจำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) e1……..…
   [ ] 1. ไม่เคย
   [ ] 2. ใช้หูฟังวิทยุเทป
   [ ] 3. ฟังดนตรีเสียงดัง
   [ ] 4. เล่นดนตรี
   [ ] 5. เที่ยวดิสโก้เทค
   [ ] 6.ยิงปืน
   [ ] 7. อื่นๆ ที่เกี่ยวกับเสียงดัง ระบุ……
2. ปัจจุบันพฤติกรรมใดต่อไปนี้ที่ท่านทำเป็นประจำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) e2…….
   [ ] 1. ไม่เคย
   [ ] 2. ใช้หูฟังวิทยุเทป
   [ ] 3. ฟังดนตรีเสียงดัง
   [ ] 4. เล่นดนตรี
   [ ] 5. เที่ยวดิสโก้เทค
   [ ] 6. ยิงปืน
   [ ] 7. อื่นๆ ที่เกี่ยวกับเสียงดัง ระบุ……

3. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่ e3..……

[ ] 1. ไม่สูบ

[ ] 2. เคยสูบแต่เลิกแล้ว สูบวันละ……มวน นาน.....…...…ปี

[ ] 3. สูบทุกวัน วันละ……มวน โดยสูบติดต่อกันมานาน…..……..…

4. ท่านเคยได้รับการตรวจการได้ยินมาก่อนหรือไม่ e4……..……

[ ] 1. ไม่เคยตรวจ

[ ] 2. เคยตรวจ

<u>ส่วนที่ 6 แบบบันทึกผลการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน</u> (ผู้วิจัยกรอกเอง) ID……..……

เครื่องตรวจการได้ยินยี่ห้อ	รุ่น	หมายเลขเครื่อง
การตรวจเทียบความถูกต้องของเครื่อง	☐ Listening Check ○ ทำ ○ ไม่ได้ทำ ○ ไม่ทราบ ☐ Basic Calibration ทุก 2 ปี ○ ทำ วันที่…….. ○ ไม่ได้ทำ ○ ไม่ทราบ	
ผู้ตรวจ	วันที่ตรวจวัด	

ระดับเสียงในห้องตรวจการได้ยิน

ความถี่ (HZ)	500	1 K	2 K	4 K	8 K
ระดับเสียงมาตรฐานของ OSHA (dB)	40	40	47	57	62
ระดับเสียงที่วัดได้ (dB)					

Frequency in Hertz

dB	HZ	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	การตรวจสภาพหูด้วย Otoscope
0									
10									หูข้างซ้าย……
20									หูข้างขวา……....
30									
40									
50									
60									สัญลักษณ์การบันทึกผล
70									หูขวา ○ (สีแดง)
80									หูซ้าย X (สีน้ำเงิน)
90									สรุปผลการตรวจการได้ยิน
100									☐ Normal
110									☐ RNIHL
									☐ NIHL
									☐ Other HL

ตารางบันทึกค่า Hearing Threshold ที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ (Hz)	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
ระดับการได้ยิน ของหูขวา (dB)							
ระดับการได้ยิน ของหูซ้าย (dB)							

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หิน

แบบสอบถามประกอบการวิจัย

เรื่อง การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หิน ซึ่งคำตอบของท่านจะเป็นความลับไม่มีการเปิดเผยเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยจะนำเสนอในภาพรวมทั้งหมด

2. แบบสอบถามฉบับนี้ ประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หินจำนวน 12 ข้อ ซึ่งทางผู้วิจัยต้องการทราบถึงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หิน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงงานโม่หินรวมทั้งหามาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง

3. ท่านเป็นผู้หนึ่งที่จะช่วยให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปพัฒนาต่อไปในอนาคต

ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ท่านกรุณาสละเวลาตอบแบบสอบถาม.....

แบบประเมินความเสี่ยงโดยใช้แบบสอบถาม
สภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเสียงในโรงโม่หิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน [ ] ให้ตรงกับความเป็นจริงของโรงโม่หินท่านมากที่สุด

1. ในปัจจุบันการเจาะตัดปรับพื้นที่บริเวณหน้าเหมืองมีการเจาะรูแบบแนวดิ่งเพื่อป้องกันเสียงดังหรือไม่
   [ ] 1. มี (ระบุลักษณะ/รูปแบบการควบคุมป้องกัน)
      [ ] บริเวณหน้าเหมืองมีการเจาะรูแบบแนวดิ่ง การตัดยอดเขาใช้รถเจาะเจาะตัดปรับพื้นที่ให้รถเจาะเข้าไปเจาะรูแบบแนวดิ่งได้
      [ ] มีการเจาะรูระเบิดแบบสลับฟันปลาและมีรูเจาะเอียงจากแนวดิ่ง 10 – 15 องศา โดยใช้แก๊ปหน่วงเวลา เพื่อป้องกันเสียงดัง
      [ ] ในขณะเจาะหินมีการใช้รถเจาะหินที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงดัง
   [ ] 2. ไม่มี
2. การระเบิดหน้าเหมืองในปัจจุบันมีการควบคุมปริมาณการใช้วัตถุระเบิด กก./จังหวะถ่วง และระเบิดเพียง 1 ครั้งต่อวันในเวลาที่ได้กำหนดไว้
   [ ] 1. มี (ระบุลักษณะการระเบิดหน้าเหมือง)
      [ ] การระเบิดหน้าเหมืองมีการควบคุมการใช้วัตถุระเบิดปริมาณไม่เกิน 124 กก./จังหวะถ่วง
      [ ] มีการระเบิดวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 16.00-16.30 น. โดยมีสัญญาณธงและสัญญาณเตือนทุกครั้ง
      [ ] การให้สัญญาณเตือนในการระเบิดต้องได้ยินในรัศมี 500 ม. ก่อนและหลังการระเบิดพร้อมมีเจ้าหน้าที่ตรวจตราดูความเรียบร้อยภายในรัศมี 100 ม. รวมทั้งประสานงานกับเหมืองข้างเคียงทุกวันที่มีการระเบิดหินเพื่อความปลอดภัย
   [ ] 2. ไม่มี

3. โรงโม่หินมีเครื่องตีหิน (Impactor) ที่มีฝาครอบหรืออุปกรณ์ปิดคลุมหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของฝาครอบ)

[ ] ฝาครอบหรืออุปกรณ์ปิดคลุมของเครื่องตีหินมีลักษณะเป็นระบบปิด ลักษณะตัวเครื่องจักรเป็นโลหะแข็งปิดทึบ

[ ] เครื่องตีหินมีประตูปิดเปิดสำหรับตรวจสอบอุปกรณ์ภายในพร้อมสลักกลอนประตูที่ แข็งแรงปิดกั้นแรงกระแทกจากภายใน

[ ] 2. ไม่มี

4. โรงโม่หินมีการจัดทำระบบปิดมีหลังคาสำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher) เครื่องบด ชุดที่ 2 (Secondary Crusher) และ เครื่องบด ชุดที่ 3 (Tertiary Crusher) หรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของระบบปิดของโรงโม่หิน)

[ ] โรงงานโม่หินมีการจัดทำระบบปิดมีหลังคาปิดคลุม 3 ด้าน สำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher)

[ ] โรงงานโม่หินมีหลังคาสำหรับเครื่องบดชุดแรก (Primary Crusher) ซึ่งทำด้วยเหล็กหนา

[ ] โรงงานโม่หินมีการจัดทำระบบปิดโดยมีฝาครอบบริเวณเครื่องบด ชุดที่ 2 (Secondary Crusher)

[ ] โรงงานโม่หินมีการจัดทำระบบปิดโดยมีฝาครอบบริเวณเครื่องบด ชุดที่ 3 (Tertiary Crusher)

[ ] 2. ไม่มี

5. การกำหนดผู้รับผิดชอบในเรื่องระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในหน่วยงานของท่านมีหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของการกำหนดผู้รับผิดชอบ)

[ ] โรงงานโม่หินมีการกำหนดผู้รับผิดชอบ (line responsibility) โดยมีหน้าที่ตาม Job Description

[ ] มีการกำหนดผู้รับผิดชอบตรวจเช็คบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีความพร้อมก่อนเริ่มกระบวนการผลิต ทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ทำงานให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

[ ] เมื่อเกิดความผิดปกติต่อเครื่องจักรผู้รับผิดชอบจะต้องแจ้งต่อผู้บังคับบัญชาทันที

[ ] 2. ไม่มี

6. ในปัจจุบันโรงโม่หินมีการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้านและมีหลังคาสำหรับเครื่องบดแร่และตะแกรงร่อนคัดขนาด หรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของอาคารปิดคลุมและหลังคา)

[ ] โรงงานโม่หินมีการสร้างอาคารปิดคลุม 3 ด้าน

[ ] โรงงานโม่หินมีการปิดคลุมโดยใช้วัสดุแข็งแรงโดยโครงสร้างหลังคาและผนังทำจากเหล็กหนาบุด้วยสังกะสี

[ ] 2. ไม่มี

7. ในปัจจุบันเครื่องจักรโรงโม่หินมีการปิดคลุมด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดเสียงดังหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของการปิดคลุมวัสดุอุปกรณ์)

[ ] เครื่องจักรมีการปิดคลุมด้วยฝาครอบที่ทำด้วยโลหะแข็งทึบ

[ ] เครื่องจักรมีการปิดคลุมด้วยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ลดเสียงดัง

[ ] 2. ไม่มี

8. โรงโม่หินมีระบบสายพานลำเลียงที่มีอุปกรณ์ปิดคลุมโดยตลอดเพื่อลดระดับเสียงหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของอุปกรณ์ที่ปิดคลุมระบบสายพานลำเลียง)

[ ] โรงโม่หินมีระบบสายพานลำเลียงที่มีการปิดคลุมด้วยตาข่าย

[ ] โรงโม่หินมีระบบสายพานลำเลียงที่มีอุปกรณ์ปิดคลุมโดยตลอด

[ ] 2. ไม่มี

9. โรงโม่หินมีการตรวจสอบลูกกลิ้งในระบบสายพานลำเลียงหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของลูกกลิ้งในระบบสายพานลำเลียง)

[ ] บริเวณลูกปืนตุ๊กตามีการอัดจาระบี

[ ] สภาพลูกกลิ้งมีการตรวจสอบว่าไม่แตกหรือขาด

[ ] 2. ไม่มี

10. บริเวณจุดที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้น เพื่อลดแรงกระแทกหรือการสั่นสะเทือนหรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของแนวกั้น)

[ ] บริเวณจุดที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้น ซึ่งทำด้วยแท่งเหล็กตัน

[ ] มีการกำหนดความเร็วในการยกดัมพ์ของรถสิบล้อเทหินเข้าปากโม่ เพื่อลดแรงกระแทกหรือการสั่นสะเทือนบริเวณแนวกั้นที่จุดเทหินเข้าปากโม่

[ ] 2. ไม่มี

11. ก่อนที่รถสิบล้อบรรทุกหินจากเหมืองหินมาสู่บริเวณปากโม่ของโรงโม่หินมีการป้องกันเสียงดังตามเส้นทางขนส่งแร่หรือไม่

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะการควบคุมป้องกัน)

[ ] มีการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ของรถสิบล้อก่อนบรรทุกหินจากเหมืองหินมาสู่บริเวณปากโม่ของโรงโม่หิน

[ ] ตามเส้นทางขนส่งแร่มีการปลูกต้นสนและบริเวณที่เทหินเข้าปากโม่มีแนวกั้นเพื่อลดแรงกระแทกและป้องกันเสียงดัง

[ ] 2. ไม่มี

12. มาตรการการควบคุมเสียงดังของเครื่องจักรโรงโม่หินที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

[ ] 1. มี (ระบุลักษณะของมาตรการควบคุมเสียงดังของเครื่องจักรโรงโม่หิน

[ ] การตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

[ ] การตรวจสอบซ่อมแซมโครงสร้างของโรงโม่หินให้ดีอยู่เสมอ

[ ] มีการควบคุมการเทหินให้เหมาะสม

[ ] ทำงานโม่หินในเวลาที่กำหนดไว้ในช่วง 8.00 น.-16.30 น.

[ ] มีการกั้นหรือแยกเครื่องจักรโรงโม่หินที่เมื่อเดินเครื่องแล้วเกิดความสั่นสะเทือนด้วยการใช้วัสดุกันสะเทือนกั้น

[ ] 2. ไม่มี

ภาคผนวก ง
แบบบันทึกการตรวจวัดเสียง

แบบบันทึกการตรวจวัดระดับความดังเสียงแยกความถี่

ชื่อสถานประกอบการ :…….…… พื้นที่/แผนกที่ทำการตรวจวัด :……

ผู้ทำการตรวจวัด :……...วันที่ตรวจวัด : …….. เวลา :……...……...

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด :…… รุ่น:……...……..…….

วันที่ทำการสอบเทียบเทียบเครื่องมือวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ : ……..

เครื่องจักร	ระดับเสียงเฉลี่ย	ระดับเสียงแยกความถี่ (Hz) ที่ (หน่วย db(A))																			ระดับเสียงแยกความถี่ (KHz) ที่ (หน่วย db(A))														หมายเหตุ
	LASAV (dB(A))	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวรัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410320022

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	สถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	2551

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ บริษัท ศิลาอารี จำกัด