ระดับเสียงและแผนผังแสดงระดับเสียงในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม จังหวัดสมุทรปราการ

Noise Levels and Noise Contour Map in Process of the Canned Manufacturing Industry at Samut Prakarn Province

สุชานันท์ พูลวงษ์, อุมารัตน์ ศิริจรูญวงศ์, อารีรัตน์ จิตจุล*
คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
*Email : umaratsi@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับเสียงดังในสภาพแวดล้อมการทำงาน จัดทำแผนที่เส้นเสียงในกระบวนการผลิตกระป๋อง และกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงอย่างเหมาะสม โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงในอาคารการผลิตที่ 1 และ 2 มีจำนวนจุดตรวจวัดทั้งสิ้น 1,809 และ 1,140 จุด ตามลำดับ และประกอบด้วย 12 แผนก ได้แก่ แผนกบริการทั่วไป (general) แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง (dry food) แผนกผลิตฝาและก้นกระป๋องสเปรย์ (Canister lid and bottom) แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง (Canister Lid Bottom and Loop) แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ (Canned Spray) แผนกกรรไกร (Cutting) แผนกอัดลม (Check for leaks by pressure) และพื้นที่ปฏิบัติงาน (workshop) แผนกข้อเสือ (Clamp) สำนักงานการผลิต (Office) แผนกตัดแบบเฉือนเลื่อย (Scroll Shear) และแผนกเตรียมวัตถุดิบ (material) โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียง Sound level meter ที่ได้มาตรฐาน IEC 61672-1: 2013/2002 type 2 ตามมาตรฐานของ American National Standard Institute (ANSI) และนำผลการตรวจวัดระดับเสียงมาจัดทำแผนที่เส้นเสียง (Noise Contour Map) ด้วยโปรแกรม SURFUR 13 (trial) และผลคำนวณหาค่าระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง (Protected sound dBA) มาใช้กำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสม

ผลการศึกษา พบว่า อาคารการผลิตที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานเท่ากับ 87.80±4.00 และ 87.89±2.79 ตามลำดับ โดยมีค่าระดับเสียงอยู่ระหว่าง 60.60-101.20 และ 79.30-98.40 dB(A) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาระดับเสียงจำแนกรายแผนก พบว่ามีเพียงพื้นที่สำนักงานการผลิตเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดเท่ากับ 85 dB(A) แต่แผนกที่เหลือมีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง แผนกฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์ และแผนกข้อเสือ เป็นพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงสูงเป็นสามอันดับแรกคือเท่ากับ 90.47±3.37 94.67±3.73 และ 88.84±2.58 dB(A) ตามลำดับ ผลการประเมินพบว่ามีจำนวนจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 เดซิเบล (เอ) ที่กฎหมายกำหนดคิดเป็นร้อยละ 76.38 และ 83.18 ตามลำดับ สำหรับผลการจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียงพบว่า อาคารการผลิตที่ 1 มีระดับเสียงสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ 59-85 85-95 และ 95-103 dB(A) ในส่วนของอาคารการผลิตที่ 2 มีระดับเสียงสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ 65-85 85-90 และ 90-100 dB(A) ดังนั้นทั้ง 12 แผนกของอาคารการผลิตทั้งสองพบว่ามีเพียงพื้นที่สำนักงานการผลิตที่ควรกำหนดให้สวมใส่ ear

plug และที่เหลือควรกำหนดสวมใส่ ear muff เนื่องจากมีค่าระดับเสียงที่ได้ยินเมื่อสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง (Protected sound dBA) ไม่เกิน 85 dB(A) ตามที่กฎหมายกำหนด

คำสำคัญ : เสียงดัง แผนที่เส้นเสียง อุตสาหกรรมผลิตกระป๋อง

Abstract

This study was a cross-sectional study. The purposes of this study were to evaluate the sound level in the working environment, establish noise contour map of in in process of the canned manufacturing industry and define the proper wear personal protection equipment of sound. With sound level measurement in the production building no. 1 and no. 2 which have coordinated 1,809 and 1,140 points respectively. These building consisting of 12 departments, including general, dry food packaging, canister lid and bottom, canister lid bottom and loop, canned spray, cutting, check for leaks by pressure, workshop, clamp, office, scroll shear and material preparing process. The noise emitted by the process was obtained using a digital sound level meter (standard IEC 651: 1979 type 3, ANSI). The noise contour maps, establish with the SURFUR 13 (trial) program, and the result of calculating the Protected Sound Level were prepared and used to suggest the areas that workers should wear personal protective equipment (PPE). The study conducted between January and May 2018.

The results of this study showed that the building no. 1 and building no. 2 have the mean and standard deviation of the sound level in the working environment equal to 87.80±4.00 and 87.89±2.79 respectively. The sound level of each building has value between 60.60-101.20 and 79.30-98.40 dB(A) respectively. When considering the sound level, classified by department It was found that only the production office area had an average sound level of not more than 85 dB(A), but the remaining departments had an average level of noise that exceeded the legal standards. In addition, the canister lid and bottom, canister lid bottom and loop and mechanical press were the area that has the highest sound level average of three ordinal level, equal to 90.47 ± 3.37 94.67 ± 3.73 and 88.84 ± 2.58 dB (A) respectively. The evaluation of sound level of production building no. 1 and no. 2 showed that with points of the sound level exceeding the standard value of 85 dB(A) that the law requires 76.38 percent and 83.18 percent respectively. The results of the noise contour map showed that production building no. 1 has a sound level, can be divided into 3 levels, 59-85, 85-95 and 95-103 dB (A). In the production building no. 2, the sound level can be divided into 3 levels, 65-85 85- 90 and 90-100 dB (A). Therefore, all 12 departments of both production buildings found that only the production office area should be defined to wear the ear plug and the remaining should be defined to wear ear muff because of there is a sound level that is heard when wearing sound protection equipment, no more than 85 dB (A) as required by law.

Keywords : Sound level, Noise contour map, Canned manufacturing

บทนำ

โรคเหตุอาชีพที่พบบ่อยโรคหนึ่ง ได้แก่ โรคหูตึงจากเสียง (Hearing impairment caused by noise) ซึ่งเสียงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มองไม่เห็นและถูกปล่อยออกมาจากเครื่องจักรแทบทุกประเภท หากได้รับสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานๆ สามารถส่งผลให้ Hair cell ใน Organ of corti ในหูชั้นในได้รับการทำลายและส่งผลให้การได้ยินลดลง อย่างไรก็ตามในระยะแรกของการเริ่มเสียการได้ยินเป็นการดสียการได้ยินที่ความถี่ที่อยู่นอกย่านความถี่การสนทนาในชีวิตประจำวัน (International Labour Office, 1998) ทางกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน จึงกำหนดให้นายจ้างต้องจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยิน โดยจัดให้มีการเฝ้าระวังการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานที่เสี่ยงในการสัมผัสเสียงดัง ซึ่งต้องดำเนินการการเฝ้าระวังเสียงดัง (Noise Monitoring) ร่วมกับการเฝ้าระวังการได้ยิน (Hearing Monitoring) ให้เป็นไปตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2553)

ในส่วนการเฝ้าระวังเสียงดังนั้น ทางกรมฯ ได้เพิ่มเติมแนวทางปฏิบัติในการจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียงในแต่ละพื้นที่ หรือ Noise contour map โดยต้องนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการแจ้งเตือนอันตรายและการพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้เหมาะสมกับความเสี่ยงในการสัมผัสเสียงดังในแต่ละพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยในกฎหมายฉบับเก่า พ.ศ. 2553 (ราชกิจจานุเบกษา. 2553; 127 ตอนพิเศษ 64 ง) ระบุเพียงว่า *"ให้นายจ้าง ทำการติดประกาศผลการตรวจวัดระดับเสียง แผนผังแสดงระดับเสียงในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ลูกจางทุกคนได้รับทราบ"* และในกฎหมายฉบับใหม่ พ.ศ. 2561 ซึ่งระบุเพิ่มเติมแนวทางปฏิบัติว่า *"ให้นายจ้างจัดทำและติดแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) ในแต่ละพื้นที่เกี่ยวกับผลการตรวจวัดระดับเสียง ติดป้ายบอกระดับเสียงและเตือนให้ระวังอันตรายจากเสียงดังรวมถึงจัดให้มีเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในแต่ละพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากเสียงดังและทุกพื้นที่ที่มีระดับเสียงดังตั้งแต่ 85 เดซิเบล(เอ) ขึ้นไป....."* (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2553; กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2561)

นอกจากนี้ ทางวงวิชาการและวิชาชีพจากหน่วยงานอาทิ WHO, ISO, US-EPA ได้ยอมรับมาตรฐานค่าระดับเสียงดังที่ให้สัมผัสเป็น 85 เดซิเบล(เอ) แทนที่จะเป็นค่าเท่ากับ 90 เดซิเบล (เอ) เนื่องด้วยจำนวนผู้สัมผัสเสียงที่ 90 เดซิเบล(เอ) ยังมีจำนวนคนที่เสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินมาก (สราวุธ สุธรรมาสา, 2551; อัถสิทธิ์ รัตนารักษ์ และคณะ, 2560) ซึ่งทางกระทรวงแรงงานของประเทศไทยจึงได้ปรับค่ามาตรฐานระดับเสียงดังจากเดิม 90 dB (A) เปลี่ยนแปลงเป็น 85 dB(A) เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตลอดชีวิตการทำงาน ซึ่งค่ามาตรฐานใหม่นี้ ย่อมส่งผลให้นายจ้างต้องทบทวนความเหมาะสมของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับการป้องกันการได้ยิน (ได้แก่ Ear plug และ Ear muff) อีกครั้ง โดยต้องเป็นไปตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง การคำนวณระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล พ.ศ. 2561 (ราชกิจจานุเบกษา. 2561; 135 ตอนพิเศษ 33 ง)

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรและกิจกรรมที่มีแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งสภาพการทำงานสามารถทำให้ลูกจ้างได้รับอันตรายเนื่องจากเสียงได้ เช่น การตัดแผ่นเหล็ก การขึ้นรูปฝาและก้นกระป๋อง เป็นต้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีความจำเป็นยิ่งที่ต้องจัดทำการเฝ้าระวังการได้ยินของ

ผู้ปฏิบัติงานที่เสี่ยงในการสัมผัสเสียงดังด้วยการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมในการทำงาน การจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียง และกำหนดพื้นที่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล แต่ละประเภทอย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินระดับเสียงดังในสภาพแวดล้อมการทำงานในกระบวนการผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม

2. เพื่อจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) ของพื้นที่อาคารการผลิต

3. เพื่อกำหนดประเภทของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปฏิบัติงาน

ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง ในสถานประกอบการผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ เพื่อสำรวจระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้รับสัมผัส โดยพื้นที่ปฏิบัติงานที่ทำการตรวจวัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ได้แก่ อาคารการผลิตที่ 1 และอาคารการผลิตที่ 2 การตรวจวัดระดับความดังเสียงใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง ประเภท 2 ซึ่งผ่านการสอบเทียบ จำนวนจุดตรวจวัดเป็นแบบ Girth method สำหรับผลตรวจวัดระดับความดังเสียงจะใช้จัดทำแผนผังแสดงระดับเสียง ในส่วนการประเมินความเป็นอันตรายจากค่าระดับความดังเสียง (Cut off) ใช้ค่าเท่ากับ 85 เดซิเบลเอ ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ และการกำหนดความเหมาะสมของประเภทการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดัง จากผลการคำนวณหาค่าระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย ในสเกลเอ (Protected sound dBA) การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจภาคตัดขวาง (Cross-sectional survey research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ อาคาร (ได้แก่ อาคารการผลิต และอาคารจัดเก็บวัตถุดิบและสินค้า) จำนวนทั้งสิ้น 3 อาคาร ของโรงงานผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มแห่งหนึ่ง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาคือ อาคารการผลิตจำนวน 2 อาคาร โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling technique) มีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจาก 1) เป็นพื้นที่ที่มีพนักงานปฏิบัติงานตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน 2) เป็นพื้นที่ที่มีการติดตั้งเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระป๋อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound level meter) ใช้สำหรับตรวจวัดระดับความดังเสียงของสภาพแวดล้อมในการทำงานภายในอาคารการผลิต โดยเป็นเครื่องวัดระดับความดังเสียง ประเภท 2 ยี่ห้อ RION รุ่น

NL-52 Serial No. 34736248 โดยผ่านการสอบเทียบวันที่ 12 มิถุนายน 2560 หมายเลข MTC No. EEL.BP.27/0660 จากศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. โปรแกรม SURFUR 13 แบบทดลองใช้ (Free trial) สำหรับใช้จัดทำแผนผังแสดงระดับเสียงภายในอาคารการผลิตทั้งสองอาคาร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียง เป็นการการดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 9612:2009 (E), (28)

1.1 การกำหนดจุดตรวจวัดเสียง โดยใช้ Gird method เริ่มจากการแบ่งพื้นที่ตามแผนผังอาคารการผลิต (layout) ตามแนวแกน x และแกน y ด้วยระยะ 2 เมตร เท่า ๆ กัน ทำให้ได้จำนวนจุดตรวจวัดเสียงสำหรับอาคารการผลิตที่ 1 และ 2 เท่ากับ 1,809 และ 1,140 จุด ตามลำดับ

1.2 การจัดทำเส้นย่านเสียง (Noise contour map) ของอาคารการผลิต เป็นการตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่ปฏิบัติงานตามจุด Coordinated X,Y โดยใช้เครื่องวัดเสียง (Sound level meter) ตรวจวัดระดับเสียงและรอจนกว่าระดับเสียงมีค่าคงที่ซึ่งใช้เวลา 5-10 นาทีต่อจุดแล้วจึงบันทึกค่าระดับเสียง จากนั้นใช้โปรแกรม SURFUR 13 แบบทดลองใช้ (Free trial) จัดทำแผนผังระดับเสียงจากข้อมูลระดับความดังเสียงแต่ละจุดในอาคารการผลิตทั้งหมด

สำหรับระดับเส้นย่านเสียง (Contour level) มีการแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 = ไม่เกิน 85 dBA และกลุ่มที่ 2 = มากกว่า 85 dBA ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ในส่วนของอาคารการผลิตที่ 1 มีระดับเส้นย่านเสียงอยู่ระหว่าง 59-101 dBA และอาคารการผลิตที่ 2 มีระดับเส้นย่านเสียงอยู่ระหว่าง 65-99 dBA

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

1. ข้อมูลระดับความดังเสียงของแต่ละพื้นที่ในอาคารการผลิต วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ระดับเสียงเพื่อกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เป็นการคำนวณหาค่าระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงประเภท ear plug และ/หรือ ear muff จากการนำค่า ค่าการลดเสียงที่ระบุไว้บนฉลากหรืออุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของสถานประกอบการหรือเลือกซื้อมาใช้ และค่า Sound Level dBA มาคำนวณหา ระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย ในสเกลเอ โดยคำนวณจากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ดังนี้

$$\text{Protected sound dBA} = \text{Sound Level dBA} - (\text{NRRadj} - 7) \qquad \text{สมการที่ (1)}$$

$$\text{NRR adj (dBA)} = NRR_x - [(K \times NRR_x)/100] \qquad \text{สมการที่ (2)}$$

เมื่อ Protected sound dBA คือระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย ในสเกลเอ (Scale A) หรือ เดซิเบลเอ

Sound Level dBA คือระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ในสเกลเอ (Scale A) หรือ เดซิเบลเอ

NRR adj คือค่าการลดเสียงที่ระบุไว้บนฉลากหรืออุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลโดยกำหนดให้มีการปรับค่าตามลักษณะและชนิดของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (dBA)

NRR_x คือค่าการลดเสียงที่ระบุไว้บนฉลากหรืออุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของสถานประกอบการหรือเลือกซื้อมาใช้

K คือค่าการลดเสียงที่ระบุไว้บนฉลากหรืออุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่กฎหมายกำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ที่ครอบหูลดเสียง ให้ปรับลดเสียงลงร้อยละ 25 ของค่าการลดเสียง
- ปลั๊กลดเสียงชนิดโฟม ให้ปรับลดเสียงลงร้อยละ 50 ของค่าการลดเสียง
- ปลั๊กลดเสียงชนิดอื่น ให้ปรับลดเสียงลงร้อยละ 70 ของค่าการลดเสียง

ผลการวิจัย

1. ผลการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานของโรงงานผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่าอาคารการผลิตที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานเท่ากับ 87.80±4.00 และ 87.89±2.79 dB(A) ตามลำดับ โดยระดับเสียงมีค่าอยู่ระหว่าง 60.60-101.20 และ 79.30-98.40 dB(A) ตามลำดับ ผลการจำแนกระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานตามรายแผนก (หรือพื้นที่) พบว่า มีเพียงพื้นที่สำนักงานการผลิตเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดเท่ากับ 85 dB(A) และที่เหลือมีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้แผนกที่มีระดับเสียงสูงเป็นสามอันดับแรก ได้แก่ แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง แผนกฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์ และแผนกข้อเสือ โดยมีค่าเฉลี่ยของระดับเสียงเท่ากับ 90.47±3.37 94.67±3.73 และ 88.84±2.58 dB(A) ตามลำดับ ในส่วนแผนกที่มีค่าระดับเสียงสูงสุด (max) เป็นสามอันดับแรก ได้แก่ แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง แผนกข้อเสือ และแผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ โดยมีค่าระดับเสียงเท่ากับ 101.20 98.40 และ 98.30 dB(A) ตามลำดับ จะเห็นว่าแผนกข้อเสือที่อาคารการผลิตที่ 2 เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานที่มีอันตรายด้านเสียงมากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากมีการใช้เครื่องปั๊มจำนวนมากซึ่งเครื่องต้องปั๊มขึ้นรูปกระป๋องจึงเกิดเสียงดังจากแผ่นเหล็กกระแทกกับแม่พิมพ์ขึ้นรูป

สำหรับแผนกที่ค่าระดับเสียงแปรปรวนค่อนข้างมากเป็นสามอันดับแรกได้แก่ แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ และแผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.00 4.09 และ 3.73 dB(A) ตามลำดับ เนื่องจากมีการใช้ปืนลมซึ่งการใช้ไม่ได้ต่อเนื่อง

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานของอาคารผลิตที่ 1

พื้นที่	จำนวนจุดตรวจวัด	ระดับเสียง dB(A)		การประเมินผลตามกฎหมาย :จุด (ร้อยละ)	
		$\bar{x}$ ± SD	min-max	ผ่าน	ไม่ผ่าน
แผนกบริการทั่วไป	271	85.96±2.61	79.60-94.50	91(33.58)	180(66.42)
แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง	209	88.49±5.00	71.60-101.20	51(24.40)	158(75.60)
แผนกผลิตฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์	84	90.47±3.37	83.90-97.20	1(1.19)	83(98.81)
แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง	40	94.67±3.73	83.10-98.20	3(7.50)	37(92.50)
แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์	192	88.10±4.09	60.60-98.30	41(21.35)	151(78.65)
แผนกกรรไกร	135	88.10±2.09	83.40-94.20	7(5.19)	128(94.81)
แผนกผลิตฝาอัดลม	49	86.93±2.33	82.30-93.40	13(26.53)	36(73.47)
พื้นที่ปฏิบัติงาน	91	85.55±2.28	79.50-90.40	46(50.55)	45(49.45)
รวม	1,071	87.80±4.00	60.60-101.20	253(23.62)	818(76.38)

หมายเหตุ: $\bar{x}$ ± SD คือค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; min-max คือค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานของอาคารผลิตที่ 2

พื้นที่	จำนวนจุดตรวจวัด	ระดับเสียง dB(A)		การประเมินผลตามกฎหมาย: จุด (ร้อยละ)	
		$\bar{x}$ ± SD	min-max	ผ่าน	ไม่ผ่าน
แผนกข้อเสือ	504	88.84±2.58	82.70-98.40	40(7.94)	464(92.06)
สำนักงานการผลิต	68	84.28±2.22	79.30-88.80	47(69.12)	21(30.88)
แผนกตัดแบบเฉือนเลื่อย (scroll shear)	40	87.92±1.79	84.60-92.60	1(2.50)	39(97.50)
แผนกเตรียมวัตถุดิบ	155	86.40±1.77	82.90-90.50	41(26.45)	114(73.55)
รวม	767	87.89±2.79	79.30-98.40	129(16.82)	638(83.18)

หมายเหตุ: $\bar{x}$ ± SD คือค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; min-max คือค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

2. การจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียง (Noise contour map) ผลการศึกษาระดับเสียงดังในพื้นที่กระบวนการผลิตของอาคารการผลิตที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 8 แผนก มีการตรวจวัดระดับเสียงจำนวนทั้งสิ้น 1,809 จุด และในพื้นที่กระบวนการผลิตของอาคารการผลิตที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย 4 แผนก มีการตรวจวัดระดับเสียงจำนวนทั้งสิ้น 1,140 จุด พบว่า อาคารการผลิตที่ 1 มีระดับเสียงสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ 59-85 86-95 และ 96-103 dB(A) (ภาพที่ 1) ในส่วนของอาคารการผลิตที่ 2 มีระดับเสียงสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ 65-85 86-90 และ 91-100 dB(A) (ภาพที่ 2)

แผนผังแสดงระดับเสียงของอาคารการผลิตที่ 1 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับเสียงเกิน 95 dB(A) อยู่ในแผนกผลิตฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์ แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง แผนกผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง และ

แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ ในส่วนพื้นที่ที่มีระดับเสียงระหว่าง 86- 94 dB(A) ได้แก่ แผนกผลิตฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์ แผนกบริการทั่วไป แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ แผนกกรรไกร และแผนกผลิตฝาอัดลม และที่เหลือเป็นพื้นที่ที่มีระดับเสียงไม่เกิน 85 dB(A) เห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่พื้นที่การผลิตในอาคารการผลิตที่ 1 มีระดับเสียงเกิน 85 dB(A) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด (ภาพที่ 1)

สำหรับแผนผังแสดงระดับเสียงของอาคารการผลิตที่ 2 พบว่า พื้นที่ที่มีระดับเสียงเกิน 91 dB(A) อยู่ในแผนกข้อเสือ ในส่วนพื้นที่ที่มีระดับเสียงระหว่าง 86- 90 dB(A) ได้แก่ แผนกข้อเสือ แผนกเตรียมวัตถุดิบ และแผนก scroll shear และที่เหลือเป็นพื้นที่ที่มีระดับเสียงไม่เกิน 85 dB(A) จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ในอาคารการผลิตที่ 2 มีระดับเสียงเกิน 85 dB(A) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด เช่นเดียวกับกับอาคารการผลิตที่ 1 (ภาพที่ 2)

3. ผลการกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปฏิบัติงาน จากผลตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมในการทำงาน (ตารางที่ 1 และ 2) และผลการจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียงของอาคารการผลิตที่ 1 และอาคารการผลิตที่ 2 (ภาพที่ 1 และ 2) สามารถนำมาใช้กำหนดประเภทของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังที่เหมาะสมกับพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังที่สถานประกอบการสั่งซื้อมี 2 ชนิด ได้แก่ ที่ครอบหูลดเสียง (ear muff) และปลั๊กอุดหูลดเสียงชนิดที่ไม่ใช่โฟม (ear plug) ซึ่งมีค่าระดับการป้องกัน NRR_x เท่ากับ 30 และ 24 dB ตามลำดับ และผลการคำนวณค่า NRR_{adj} ตามสมการที่ (2) พบว่า ค่า NRR_{adj} ของ ear muff และ ear plug มีค่าเท่ากับ 22.5 และ 7.2 dB ตามลำดับ

ค่าระดับเสียงที่ได้ยินเมื่อสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง (Protected sound dBA) จากการนำค่า NRR_{adj} ของ ear muff และ ear plug และค่าระดับความดังเสียงของแต่ละพื้นที่มาคำนวณตามสมการที่ (1) พบว่า พื้นที่ในอาคารการผลิตที่ 1 พบว่า การกำหนดให้สวมใส่ ear muff สามารถทำให้ระดับเสียงที่สัมผัสจาก 90.40-101.20 dB(A) ลดลงเหลือเท่ากับ 74.90-85.70 dB(A) และการกำหนดให้สวมใส่ ear plug สามารถทำให้ระดับเสียงที่สัมผัสจาก 90.40-101.20 dB(A) ลดลงเหลือเท่ากับ 90.20-101.00 dB(A) (ตารางที่ 3) ดังนั้นทุกแผนกในอาคารการผลิตที่ 1 ต้องกำหนดให้พนักงานสวมใส่ ear muff อีกทั้งต้องจัดให้มีการติดป้ายบังคับการสวมใส่ ear muff ในทุกพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อการอนุรักษ์การได้ยินและเป็นไปตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2561

สำหรับพื้นที่ในอาคารการผลิตที่ 2 พบว่า การกำหนดให้สวมใส่ ear muff สามารถทำให้ระดับเสียงที่สัมผัสจาก 88.80-98.40 dB(A) ลดลงเหลือเท่ากับ 73.30-82.90 dB(A) และการกำหนดให้สวมใส่ ear plug สามารถทำให้ระดับเสียงที่สัมผัสจาก 88.80-98.40 dB(A) ลดลงเหลือเท่ากับ 88.60-98.20 dB(A) อย่างไรก็ตามค่าระดับเสียงที่ลดลงจากการใช้ ear plug ในพื้นที่สำนักงานการผลิตสามารถทำให้ได้รับสัมผัสเสียงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.08±2.22 dB(A) ดังนั้นทุกแผนกในอาคารการผลิตที่ 2 ต้องกำหนดให้พนักงานสวมใส่ ear muff ยกเว้นแผนกสำนักงานการผลิตที่ต้องกำหนดให้พนักงานสวมใส่ ear plug ดังแสดงในภาพที่ 2 เพื่อการอนุรักษ์การได้ยินและเป็นไปตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2561

ตารางที่ 3 ผลการพิจารณากำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ของอาคารผลิตที่ 1

พื้นที่	Protected sound dBA สำหรับสวมใส่ ear muff		Protected sound dBA สำหรับสวมใส่ ear plug		อุปกรณ์ป้องกันเสียง
	$\bar{x}$ ± SD	min-max	$\bar{x}$ ± SD	min-max	
แผนกบริการทั่วไป	70.46±2.61	64.10-79.00	85.76±2.61	79.40-94.30	ear muff
แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง (dry food)	72.99±5.00	56.10-85.70	88.29±5.00	71.40-101.00	ear muff
แผนกผลิตฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์	74.97±3.37	68.40-81.70	90.27±3.37	83.70-97.00	ear muff
แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง	79.17±3.73	67.60-82.70	94.47±3.73	82.90-98.00	ear muff
แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์	72.60±4.09	45.10-82.80	87.90±4.09	60.40-98.10	ear muff
แผนกกรรไกร	72.60±2.09	67.90-78.70	87.90±2.09	83.20-94.00	ear muff
แผนกผลิตฝาอัดลม	71.43±2.33	66.80-77.90	86.73±2.33	82.10-93.20	ear muff
พื้นที่ปฏิบัติงาน	70.05±2.28	64.00-74.90	85.35±2.28	79.30-90.20	ear muff

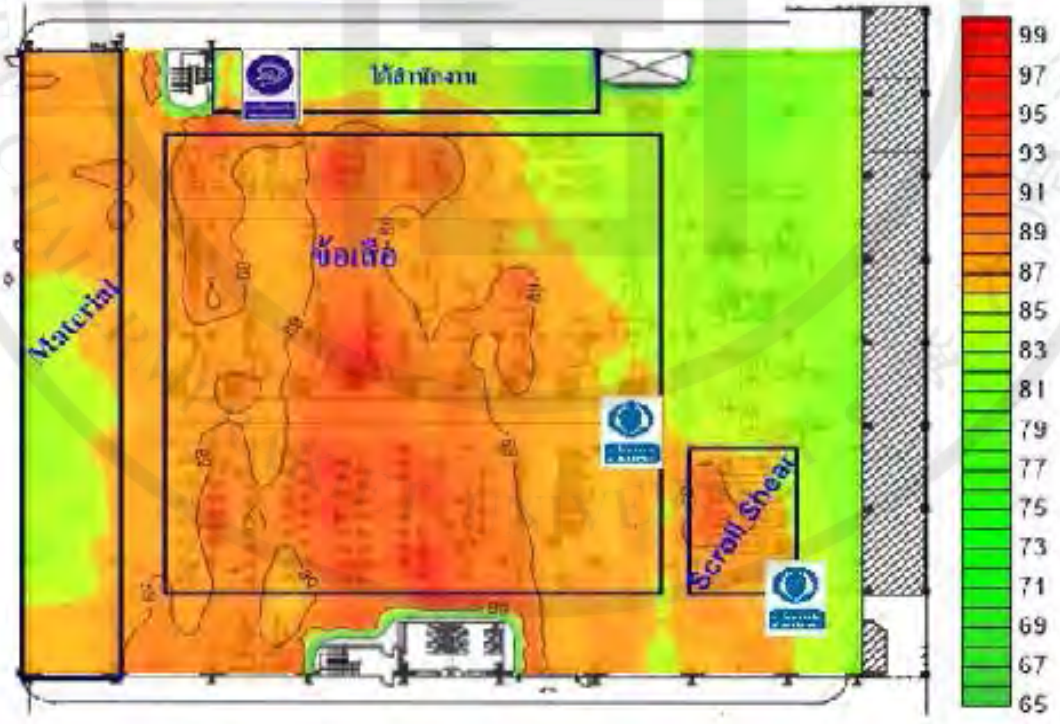
หมายเหตุ: $\bar{x}$ ± SD คือค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; min-max คือค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

ตารางที่ 4 ผลการพิจารณากำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ของอาคารผลิตที่ 2

พื้นที่	Protected sound dBA สำหรับสวมใส่ ear muff		Protected sound dBA สำหรับสวมใส่ ear plug		อุปกรณ์ป้องกันเสียง
	$\bar{x}$ ± SD	min-max	$\bar{x}$ ± SD	min-max	
แผนกข้อเสือ	73.34±2.58	67.20-82.90	88.64±2.58	82.50-98.20	ear muff
สำนักงานการผลิต	68.78±2.22	63.80-73.30	84.08±2.22	79.10-88.60	ear plug
แผนกตัดแบบเฉือนเลื่อย (scroll shear)	72.42±1.79	69.10-77.10	87.72±1.79	84.40-92.40	ear muff
แผนกเตรียมวัตถุดิบ	70.90±1.77	67.40-75.00	86.20±1.77	82.70-90.30	ear muff

หมายเหตุ: $\bar{x}$ ± SD คือค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; min-max คือค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด

ภาพที่ 1 พื้นที่ที่ต้องติดป้ายบังคับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสม ณ อาคารการผลิตที่ 1



ภาพที่ 2 พื้นที่ที่ต้องติดป้ายบังคับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่เหมาะสม ณ อาคารการผลิตที่ 2

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

1. ผลการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมในการทำงานของโรงงานการผลิตกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มพบว่า อาคารการผลิตที่ 1 และอาคารการผลิตที่ 2 พบว่า จำนวนจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงเกินค่ามาตรฐาน 85 เดซิเบล (เอ) ที่กฎหมายกำหนดคิดเป็นร้อยละ 76.38 และ 83.18 ตามลำดับ (ตาราง 1 และ 2) เนื่องจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นเครื่องปั๊ม เครื่องขึ้นรูปกระป๋อง และเครื่องตัดแผ่นโลหะ เป็นต้น การทำงานของเครื่องจักรเหล่านี้ทำให้เกิดแรงกระทบ ความถี่และการเสียดสีของใบมีดตัดโลหะ ซึ่งล้วนเป็นแหล่งกำเนิดเสียงดัง สอดคล้องมัตติกา ยงประเดิม และคณะ (2560) ที่ระบุว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกตีด้ายที่มีแหล่งกำเนิดเสียงจากการกระทบกันของโลหะทำให้มีระดับเสียงเกิน 90 dB(A) และสอดคล้องกับ ชนิดาภา มาตย์บัณฑิต (2561) กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจะให้ระดับเสียงที่แตกต่างกัน โดยใน 16 แผนก ตรวจพบระดับเสียงดังเกิน 85 เดซิเบล(เอ) นอกจากนี้อุตสาหกรรมผลิตกระป๋องยังจัดเป็นอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทยที่เป็นหนึ่งใน 16 ประเภทที่มีความเสี่ยงต่อการทำงานที่คนงานมีโอกาสสัมผัสเสียงดังจากการทำงาน (กัลยา อุรัจนานนท์ และคณะ, 2549)

2. ผลการกำหนดประเภทของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปฏิบัติงานของอาคารการผลิตที่ 1 และอาคารการผลิตที่ 2 พบว่า อาคารการผลิตที่ 1 พื้นที่ปฏิบัติงานทั้งหมด 8 พื้นที่ควรกำหนดให้การสวมใส่ที่ครอบหู (ear muff) ได้แก่ แผนกบริการทั่วไป แผนกบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง (dry food) แผนกผลิตฝาและก้นของกระป๋องสเปรย์ แผนกผลิตฝา ก้น และห่วงของกระป๋อง แผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ แผนกกรรไกร แผนกผลิตฝาอัดลม และพื้นที่ปฏิบัติงาน สำหรับอาคารการผลิตที่ 2 มีพื้นที่ปฏิบัติงานทั้งสิ้น 4 พื้นที่พบว่า มีเพียง 1 พื้นที่ควรกำหนดให้การสวมใส่ปลั๊กอุดหู ear plug ได้แก่ แผนกสำนักงานการผลิต และที่เหลือจำนวน 3 พื้นที่ควรกำหนดให้การสวมใส่ที่ครอบหู (ear muff) ได้แก่ แผนกข้อเสือ แผนกตัดแบบเฉือนเลื่อย (scroll shear) และแผนกเตรียมวัตถุดิบ ทั้งสถานประกอบการแห่งนี้ให้ความสำคัญต่อกิจกรรมการกำหนดประเภทของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่เพื่อช่วยให้การป้องกันการสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ National Institute for Occupational Safety and Health (1996) ซึ่งระบุว่าสิ่งสำคัญของการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องเริ่มจากการเลือกชนิดอุปกรณ์ป้องกันเสียงที่ สามารถลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับ 70-85 เดซิเบล

นอกจากนี้ผลการศึกษายังสอดคล้องกับมัตติกา ยงประเดิม และคณะ (2560) ระบุว่าพนักงานในแผนกตีด้ายได้รับสัมผัสเสียงดังเกิน 90 dB(A) ควรกำหนดให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงอย่างเหมาะสม เช่น ear muff และสอดคล้องกับ จิราพร ประกายรุ้งทอง และคณะ (2560) ระบุว่า โรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ปฏิบัติงานของแผนกผลิตมีความเสี่ยงอันตรายต่อการได้ยินและทำให้หูเสื่อมมากกว่าพื้นที่ปฏิบัติของแผนกธุรการและแผนกรับวัตถุดิบ จึงควรพิจารณาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังที่เหมาะสม เนื่องจากคนงานที่ทำงานในแผนกที่สัมผัสกับเสียงดังมีความสัมพันธ์และความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินจากการประกอบอาชีพเป็น 12.00 เท่าของคนงานที่ไม่ได้ทำงานในแผนกที่สัมผัสเสียงดังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (OR = 12.00, 95%CI = 3.27 – 43.93, $p<.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการจัดทำแผนผังแสดงระดับเสียงทำให้การกำหนดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังมีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ แต่อย่างไรก็พื้นที่ปฏิบัติงานของแผนกผลิตกระป๋องสเปรย์ในอาคารผลิตที่ 1 พบว่ามีค่าระดับเสียงต่างกันค่อนข้างมาก (ภาพที่ 1) จึงอาจพิจารณาจัดสรร ear muff ให้ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับสัมผัสเสียงดังเกิน 90 เดซิเบลเอเป็นอันดับแรกก่อน หากมีงบประมาณจำกัด

2. สำหรับการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่มีประสิทธิภาพ นอกจากการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่สามารถลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับ 70-85 เดซิเบลเอแล้ว ยังต้องให้ผู้สวมใส่ปฏิบัติตามหลักการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงอย่างถูกต้องและใช้สม่ำเสมอ รวมทั้งต้องมีการดูแลรักษาทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันเสียง เพื่อคงอายุการใช้งาน (NIOSH, 1996) เนื่องจากความถูกต้องของวิธีการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียการได้ยินอย่างมีนัยสคัญทางสถิติ (สาวิตรี ชัยรัตน์ และคณะ, 2556) จึงควรจัดอบรมให้ความรู้เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการสวมใส่ ear muff/ear plug อย่างทั่วถึงและพอเพียง

3. นอกจากการป้องกันอันตรายของเสียงดังที่ตัวบุคคล ทางสถานประกอบการควรพิจารณาการลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิดร่วมกับกิจกรรมดังกล่าว เนื่องจากบัญจรัตน โจลานันท (2549) ระบุว่า มาตรการลดเสียงที่แหล่งกำเนิดโดยการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องจักร โดยทำให้ลดการสั่นสะเทือน ลดการเสียดสีของใบตัดด้วยน้ำมันหล่อลื่น การติดอุปกรณ์ (แผนยาง) เพื่อลดการสั่นของใบตัด เป็นต้น สามารถช่วยลดระดับความดังเสียงเฉลี่ยในทุกตำแหนงงานได้ถึง 1.8 เดซิเบลเอ และเมื่อใช้มาตรการลดเสียงดังจากแหล่งกำเนิดร่วมกับมาตรการป้องกันอันตรายจากเสียงที่ตัวบุคคล พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดและทั้งหมดมีความคิดเห็นให้นำมาตรการทั้งสองมาใช้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

Bruce RD., Bommer AS., and Moritz CT. (2003). Noise, Vibration, and Ultrasound. *In The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management, 1(2),* 35-75.

International Labour Office. (1998). *ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, 4th Ed. Vol II: Geneva.

National Institute for Occupational Safety and Health. (1996). *Preventing occupational hearing loss*: A practical guide. Retrieved 10 November 2016 Website: http://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/pdfs

The international organization for standardization. (2009). *ISO 9612:2009 (E). Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment.*

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2018) *NOISE AND HEARING LOSS PREVENTION*. Retrieved May 25, 2018, from National Institute for Occupational Safety and Health Office of the Director Website: https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/.

World Health Organization [WHO]. (1999). *Guidelines for community noise-Table of contents*. Retrieved October 26, 2016 Website: http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html

World Health Organization [WHO]. (2001). *Occupationnal and community noise*. Geneva: The Organization.

กระทรวงแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2553). *ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2553*. ราชกิจจานุเบกษา. (ตอนพิเศษ 64 ง), 36-38.

กระทรวงแรงงาน สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม. (2547). *แนวทางและเกณฑ์วินิจฉัย โรคจากการทำงาน* (ฉบับจัดทำพุทธศักราช 2547), 1-90.

กระทรวงแรงงาน. (2561). *ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง การคำนวณระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล พ.ศ. 2561*. ราชกิจจานุเบกษา. (ตอนพิเศษ 33 ง), 9-10.

กระทรวงแรงงาน. (2561). *ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2561*. ราชกิจจานุเบกษา. (ตอนพิเศษ 134 ง), 15-19.

กระทรวงแรงงาน. (2561). *ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน พ.ศ. 2561*. ราชกิจจานุเบกษา. (ตอนพิเศษ 19 ง), 15-16.

กัลยา อุรัจนานนท์, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์, และ วันเพ็ญ ทรงคำ. (2549). *การสัมผัสเสียงและการรับรู้ภาวะเสี่ยงจากการสัมผัสเสียงของคนงานในโรงงานไม้แปรรูปขนาดใหญ่*. พยาบาลสาร, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จิราพร ประกายรุ้งทอง และสุวัฒนา เกิดม่วง. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียการได้ยินจากการทำงานในกลุ่มคนงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, 35*(3), 98-108.

ชนิดาภา มาตย์บัณฑิต. (2561). พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 1*(1), 17-33.

บัญจรัตน โจลานันท ธีระศักดิ์ทองประสาน และชุติพงศ์ พงษ์สนิท. (2549). การควบคุมมลพิษทางเสียงในโรงงานซอยหินแกรนิต. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ, 29*(4), 499-514.

มัตติกา ยงประเดิม, สุภาภรณ์ ยิ้มเที่ยง, มุจลินท์ อินทรเหมือน, ศิริพร ด่านคชาธาร และแก้วหทัย แก้วบุญ. (2560). ระดับเสียงและแผนที่เส้นเสียงในกระบวนการผลิตของโรงงานสิ่งทอจังหวัดขอนแก่น. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2* ,26-27 กรกฎาคม 2560 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 36-47.

รัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์, วันดี ไข่มุกด์, ฐิติวร ชูสง. การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพ การได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หินแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสาร ความปลอดภัยและสุขภาพ*, 8(27), 13-23

วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. (2557). *สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ ประเมิน ควบคุม และจัดการ*.กรุงเทพฯ: เบสท์ กราฟฟิค เพรส.

สาวิตรี ชัยรัตน์, อดุลย์ บัณฑุกุล,เพ็ญภัทรา ศรีไพบูลย์กิจ. (2556). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการเปลี่ยนระดับความสามารถในการ ได้ยินมาตรฐานในพนักงานบริษัทผลิตมอเตอร์คอมเพรสเซอร์. *ธรรมศาสตร์เวชสาร*, *13*(1), 59-70.

สราวุธ สุธรรมาสา. (2551). กฎหมายการป้องกันอันตรายจากเสียง : เปรียบเทียบกรณีประเทศไทย และสหราชอาณาจักร. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ*, 2(5), 31-38.

สราวุธ สุธรรมาสา และคณะ. (2544). *คู่มือการจัดทำโครงการการอนุรักษ์การได้ยินในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับประเทศไทย*.

อัถสิทธิ์ รัตนารักษ์, มนัสวร อินทรพินทุวัฒน์, กัมปนาท วังแสน และพรพรรณ สกุลคู. (2560). สถานการณ์การสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังในการประกอบอาชีพของประเทศไทยและต่างประเทศ. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *10*(1), 1-10.