

บทที่ 4

การตรวจวัดเสียงในที่ทำงาน

เสียง (Sound) เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศทำให้เกิดการอัดและขยายสลับกันของโมเลกุลอากาศความดันบรรยากาศจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศเรียกว่าคลื่นเสียง ตามปกติหูคนสามารถได้ยินคลื่นเสียงในช่วงความถี่ 20 เฮิรตซ์ ถึง 20,000 เฮิรตซ์ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์นั้น เรียกว่าคลื่นเหนือเสียงหรืออัลตราโซนิค (ultrasonic) ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz เรียกว่าคลื่นใต้เสียงหรืออินฟราโซนิค (Infrasonic Wave) (รัฐพล อันฉ่าง, 2554) กล่าวว่าเสียงเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน เรารับรู้เสียงผ่านทางระบบการได้ยิน (Aural sensation system) เราทุกคนใช้ประโยชน์จากเสียงเอความบันเทิงใจ เช่น การฟังเพลง และการใช้เพื่อติดต่อสื่อสาร จากการศึกษาของ (ทวิศักดิ์ สิริรัตนเรขา, 2550) กล่าวว่าเสียงจะเป็นจุดเริ่มต้นของการนำดนตรีที่สังเคราะห์ด้วยวิธีพิเศษมาบำบัดสมอง อารมณ์และจิตใจ เพื่อบำบัดผู้ป่วยทางจิต นอกจากนี้ (Staum MJ., 2006) กล่าวว่าเสียงมีความจำเป็นในการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคม และมีคุณประโยชน์ในการพัฒนาการของมนุษย์ เช่น การใช้ทารกฟังเพลงคลาสสิกของ Mozart ที่เรียกว่า Mozart Effect

ความถี่ของเสียง (Frequency of Sound) หมายถึงจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศในหนึ่งวินาทีที่มีหน่วยวัดคือรอบต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์ (Hertz: Hz)

ความยาวช่วงคลื่น (Wave length) หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง (คล้ายคลึงกับยอดคลื่นในทะเล) ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำลง

เสียงดัง (Noise) หมายถึงเสียงซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของคนเพราะทำให้เกิดการรบกวนการรับรู้เสียงที่ต้องการหรือความเจ็บและเป็นเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยินความดังเสียงขึ้นอยู่กับความสูงหรือแอมพลิจูด (Amplitude) ของคลื่นเสียงส่วนความทึ่มแหลมของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง

ความดันเสียง (Sound Pressure) หมายถึง ค่าความดันของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความดันบรรยากาศปกติ ซึ่งค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ ค่าความสูงคลื่นหรือแอมพลิจูด การตอบสนองของหูต่อความดันเสียงไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่มีความสัมพันธ์ลักษณะของลอการิทึม (Logarithm) ดังนั้น ค่าระดับความดันเสียงที่อ่านได้จากการตรวจวัดโดยเครื่องวัดเสียงนั้น เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบกับความดันเสียงอ้างอิงแล้ว มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (Decibel: dB)

หน่วยวัดเสียง dB: dB(A), dB(B) และ dB(C) เป็นฟังก์ชันการปรับน้ำหนักระดับเสียงที่วัดได้แยกตามความถี่ ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งแรกนั้นอาจจะแบ่งเป็นหลายสเกล ทุกสเกลจะมี Factor ไปหักลบระดับเสียงที่แต่ละความถี่ไม่เท่ากัน โดยสเกล A จะมี Factor ไปหักลบระดับเสียงที่ความถี่ต่ำๆ มากที่สุด

รองลงมาเป็นสเกล B และ C ตามลำดับ ในการประเมินเสียงตามมาตรฐานในประเทศและต่างประเทศ ทั้งในงานอาชีพอนามัยและสิ่งแวดล้อมจะเลือกใช้สเกล A เพราะใกล้เคียงกับการตอบสนองต่อเสียงของมนุษย์มากที่สุด เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์จึงเรียกเดซิเบลเอส่วนสเกล B มีใช้น้อยมากๆ สเกล C ยังมีการพูดถึงว่ามีการใช้บ้าง แต่เป็นการตรวจวัดที่ใช้ในการศึกษาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเป็นกรณีๆ ไป เช่น ศึกษาการดูดซับเสียงของ PPE การศึกษาเสียงที่ความถี่ต่ำ Sonic Boom Overpressure เป็นต้น (แต่ไม่ใช้ในการรายงานผลการตรวจวัดตามกฎหมาย) สเกล B และ C หรือ D เป็น Option ที่ติดมากับเครื่องวัดเสียง แต่จริงๆ แล้วแทบจะไม่มีนำมาใช้

TWA (Time Weighted Average) ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงตลอดระยะเวลาการสัมผัสเสียง เช่น TWA₈ ค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงตลอดระยะเวลาการสัมผัสเสียง 8 ในชั่วโมงการทำงาน

เสียงกระทบหรือกระทบ (Impact or Impulse Noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาทีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 dB เช่น เสียงการตอกเสาเข็ม การป้อนชิ้นงานการทุบเคาะอย่างแรง เป็นต้น

พื้นฐานด้านทฤษฎีเกี่ยวกับเสียง

เสียง เป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่เป็นที่คุ้นเคยกันของมนุษย์เรา ซึ่งมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น อาทิสัญญาณ เสียงพูดคุยเสียงร้องของคน และสัตว์เสียงน้ำตกเสียงฟ้าร้อง และที่เกิดจากการสร้างขึ้น เช่น เสียงสัญญาณ เสียงเครื่องยนต์เสียงดนตรี เป็นต้น สามารถเรียนรู้พื้นฐานด้านทฤษฎีได้ดังนี้

1. การได้ยินเสียง

เสียงที่มนุษย์ได้ยิน คือ อัตราการถ่ายโอนพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียงต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือที่เรียกว่า “กำลังเสียง” (Power Of Sound Wave) ซึ่งมีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/S) หรือ “วัตต์” (Watt) โดยเสียงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดในลักษณะของการแผ่ขยายออกไปในรูปทรงกลม มีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุดศูนย์กลาง ซึ่งกำลังของเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวทรงกลม เรียกว่า “ความเข้มของเสียง” (Intensity) และระดับความเข้มของเสียงนั้น ถูกตรวจวัดในรูปของ “ความดัง” (Volume) ในหน่วยเดซิเบล (Decibel) ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ถึงเสียงได้ตั้งแต่ที่ระดับเสียง 0 จนถึงราว 120 เดซิเบล โดยเสียงที่ดังเกินกว่า 120 เดซิเบล คือเสียงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้รับฟังได้ นอกจากนี้ ความเข้มของเสียงยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับ เพราะเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ออกห่างจากแหล่งกำเนิดมากขึ้นเท่าใด ความเข้มและความดังของเสียงจะลดลงเท่านั้น

NATIONAL GEOGRAPHIC ASIA (2019) ได้สรุปเกี่ยวกับเสียงที่มนุษย์ได้ยินว่า นอกจากความเข้มของเสียงแล้ว “ความถี่” (Frequency) ของคลื่นเสียง ยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญต่อการได้ยินเสียงของมนุษย์ ความถี่มีหน่วยเป็น “เฮิรตซ์” (Hertz) ซึ่งมนุษย์สามารถรับคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ ตั้งแต่ 20 ถึง 20,000 เฮิรตซ์ หรือเป็นช่วงความถี่ที่เรียกว่า “โซนิก” (Sonic)

มนุษย์สามารถรับเสียงได้ดีที่สุดในช่วงความถี่ 1,000 ถึง 6,000 เฮิรตซ์ โดยเสียงที่มีระดับความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่า “คลื่นใต้เสียง” หรือ “อินฟราโซนิก” (Infrasonic) เสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ เช่น การสั่นสะเทือนของสิ่งก่อสร้าง เป็นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้

คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ หรือที่เรียกว่า “คลื่นเหนือเสียง” หรือ “อัลตราโซนิก” (Ultrasonic) แต่สัตว์บางชนิด เช่น ค้างคาว หรือโลมา สามารถใช้ประโยชน์คลื่นเสียงในความถี่นี้ในการสื่อสารและการระบุตำแหน่งได้

นอกจากนี้ แหล่งกำเนิดเสียงต่างกันยังให้กำเนิดเสียงในช่วงความถี่ที่ต่างกันอีกด้วย โดยที่มนุษย์เราสามารถจำแนกเสียงต่างๆ ตามระดับเสียง (Pitch) หรือเรียกเสียงที่มี “ความถี่ต่ำ” ว่า “เสียงทุ้ม” และเรียกเสียงที่มี “ความถี่สูง” ว่า “เสียงสูง/แหลม” ซึ่งแตกต่างจากระดับความดังเบาของเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงหรือความเข้มของเสียง โดยมีแหล่งกำเนิดเสียง คุณสมบัติของตัวกลาง และระยะทางที่ส่งผลต่อระดับความดังเบาของเสียง

2. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเสียง

แสงเดินทางเร็วกว่าเสียงหลายล้านเท่า เสียงในธรรมชาติที่ตั้งที่สุด คือ เสียงจากการระเบิดของภูเขาไฟหากเราเดินทางเร็วกว่าเสียงจะก่อให้เกิดการทะลุกำแพงเสียง (Sound Barrier) หรือก่อให้เกิดคลื่นกระแทกที่เรียกว่า “โซนิคบูม” (Sonic Boom) คือการชนกันของคลื่นเสียงในอากาศ เพราะว่าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เร็วกว่าเสียงของมันเอง เช่น การบินของเครื่องบินเจ็ตที่ก่อให้เกิดคลื่นกระแทกคล้ายวงกลมสีขาวด้านหลัง ซึ่งเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำในอากาศ เมื่อวัตถุถูกทำให้สั่นด้วยความถี่ตรงกับความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) ของวัตถุนั้น จะทำให้เกิด “ปรากฏการณ์เรโซแนนซ์” (Resonance) ขึ้น ซึ่งเป็นการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงจากการสะสมพลังงานไว้เป็นจำนวนมากของวัตถุชิ้นนั้น ส่งผลให้เกิดเสียงที่มีระดับความดังมากขึ้นกว่าปกติ โดยมนุษย์ได้นำหลักการนี้ มาใช้ในการสร้างเครื่องดนตรีหลายชนิด เช่น ซอ กีตาร์ และไวโอลิน

3. ขอบเขตการได้ยินเสียงของมนุษย์

การได้ยินเสียงที่ทำให้ผู้ฟังสามารถ แยกแยะได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงสูงหรือเสียงต่ำ สำหรับเสียงบริสุทธิ์ที่มีความเข้มเสียงคงที่ ระดับเสียงจะเพิ่มตามความถี่ที่เพิ่มขึ้น อธิบายได้ดังนี้

- 3.1 ช่วงความถี่หลักที่เราสามารถได้ยินเสียงคือช่วงความถี่ตั้งแต่ 20 Hz-20,000 Hz
- 3.2 หูของมนุษย์มีความไวต่อเสียงที่ความถี่ต่างกัน คือจะไวที่สุดที่ 3,000 Hz-4,000 Hz
- 3.3 ความเข้มเสียงหรือย่านไดนามิกที่หูของมนุษย์สามารถทนได้อยู่ที่ 120 เดซิเบล
- 3.4 เพศหญิงจะมีความไวต่อการรับเสียงความถี่สูงได้ดีกว่าเพศชาย
- 3.5 การรับรู้หรือสัมผัสความถี่สูงจะลดลงตามอายุที่เปลี่ยนแปลงไป (อายุ 50 ปีขึ้นไป 10-15 kHz)
- 3.6 ย่านไดนามิกของการได้ยินเสียงของมนุษย์ อยู่ที่ประมาณ 120 เดซิเบล แต่ถ้ารับฟัง

สัญญาณเสียงที่มีความเข้มเสียงมากกว่า 90 เดซิเบลเป็นเวลานานๆ เราอาจจะสูญเสียการได้ยินไปแบบถาวร

การได้ยินที่ได้กล่าวมาข้างต้น เช่น ความดัง ขึ้นอยู่กับความเข้มและความถี่ของคลื่นเสียง ระดับเสียงสูงต่ำขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง นอกจากความเข้มของเสียงแล้ว “ความถี่” (Frequency) ของคลื่นเสียง ยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญต่อการได้ยินเสียงของมนุษย์ ความถี่มีหน่วยเป็น “เฮิรตซ์” (Hertz) ซึ่งมนุษย์สามารถรับคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ ตั้งแต่ 20 ถึง 20,000 เฮิรตซ์

แหล่งกำเนิดของเสียง

เสียงมีแหล่งกำเนิด สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะของการจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ การจำแนกประเภทตามลักษณะของการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม การจำแนกประเภทตามความรู้สึกลและการจำแนกประเภทตามระดับความเป็นอันตราย มีรายละเอียดดังนี้

1. การจำแนกตามลักษณะของการปลดปล่อยเสียงสู่สิ่งแวดล้อม

เสียงที่ถูกปลดปล่อยมาจากสิ่งแวดล้อม มาจากแหล่งกำเนิดที่ต่างต่างกัน และมีปัจจัยที่ทำให้เกิดระดับความดังที่ต่างต่างกัน จึงอาจจำแนกตามลักษณะการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดได้ดังนี้

1.1 แหล่งกำเนิดอยู่กับที่หรือจุดปล่อยแน่นอน (Point Source) เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่กับที่ได้แก่ เสียงจากสถานประกอบการ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรเครื่องกล เช่น โรงเรือ โรงโมหิน โรงงานทอผ้า เป็นต้น นับว่าเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญมากที่สุดโดยเฉพาะจะมีผลกระทบต่อคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น เสียงดังรบกวนดังกล่าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของเครื่องจักร โดยทั่วไปแล้วเสียงจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดจากการรวมกันของเสียงจากแหล่งกำเนิดหลายๆ แหล่งมีความถี่เสียงเท่ากันมารวมกันจะเพิ่มเสียงที่ได้ยินดังเป็นสองเท่าจากเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิด

นอกจากนั้นยังมีแหล่งกำเนิดเสียงจากการก่อสร้าง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับใช้เครื่องจักรในการก่อสร้าง เป็นสาเหตุสำคัญอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางเสียงในชุมชน เครื่องจักรที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างที่ก่อให้เกิดเสียงดังแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ เครื่องจักรที่ใช้ในการขนถ่าย เครื่องจักรที่ใช้กับวัสดุ เครื่องจักรที่ไม่เคลื่อนที่ เครื่องจักรที่ใช้ในการอัดทูป และเครื่องจักรชนิดอื่นๆ ระดับเสียงจากเครื่องจักรดังกล่าวจะมีระดับเสียงแตกต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเสียงจากการก่อสร้างจะให้เสียงดังในความถี่ต่ำมากกว่าในช่วงความถี่สูง แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรด้วย เช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการขนถ่าย เครื่องชูด และเครื่องเกลี่ยนั้น จะให้เสียงรบกวนแก่คนงานที่ใช้เครื่องดังกล่าวมากที่สุด

1.2 แหล่งกำเนิดประเภทแพร่กระจาย (Diffuse Source) เสียงที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณและกิจกรรมของแหล่งกำเนิดนั้น ได้แก่

1.2.1 รถยนต์ รถยนต์เป็นสาเหตุหลักของการเกิดมลพิษทางเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถจักรยานยนต์ เพราะเป็นรถที่ผู้ขับขี่มีโอกาสฟังเสียงโดยตรงจากเครื่องยนต์ และผลจากการศึกษาพบว่าผู้ที่ขับขี่รถจักรยานยนต์มีอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดหูหนวกสูงถึงร้อยละ 41

1.2.2 เสียงจากรถบรรทุกโดยสาร และรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ก่อให้เกิดปัญหาเสียงรบกวนมากกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน

1.2.3 เครื่องบิน เสียงจากเครื่องบินที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อมีการทำเครื่องบินที่มีขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูงมาใช้ ซึ่งเสียงดังจากเครื่องบินจะมีความสัมพันธ์กับเครื่องยนต์ที่ใช้ ความเร็วของอากาศ เสียงของเครื่องบินนับว่าเป็นเสียงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน

1.2.4 รถไฟ เสียงจากรถไฟจะดังเป็นครั้งคราวเมื่อรถไฟแล่นผ่าน แต่เสียงจากรถไฟเป็นเสียงจากช่วงความถี่ต่ำ ช่วงคลื่นสั้นสะเทือนที่เกิดขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องยนต์ และรางรถไฟ ที่ล้อรถไฟ เสียงที่ดังจากสถานีรถไฟจะได้ยินไปในระยะไกลพอสมควร

1.2.5 เรือยนต์ เสียงรบกวนจากเรือยนต์โดยเฉพาะเรือหางยาวก่อให้เกิดความรำคาญแก่ชุมชนที่บ้านพักอาศัยอยู่ริมน้ำเป็นอย่างมาก จากการตรวจวัดการได้ยินของคนขับเรือหางยาวพบว่าหลายคนมีอาการหูเสื่อม

2. จำแนกตามความรู้สึกของผู้ได้ยิน

เสียงชนิดเดียวกันที่ระดับความดังที่เท่ากัน แต่อาจจะส่งผลต่อการรับรู้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับการรับรู้ของแต่ละบุคคล จึงจำแนกระดับเสียงตามความรู้สึกได้ดังนี้

2.1 เสียงสบายอารมณ์ (Sound) หมายถึง เสียงที่ผู้ได้ยินรู้สึกสบายใจมีความสุข เหมาะต่อการพักผ่อนหรือทำงานอย่างมีความสุข

2.2 เสียงอึกทึก (Noise) เป็นเสียงที่ฟังแล้วเกิดความหงุดหงิดรำคาญใจเสียสมาธิในการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ เนื่องจากขาดความไพเราะไม่นุ่มนวลหรือดังเกินไป

3. จำแนกตามระดับความเป็นอันตราย

ระดับของเสียงส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของมนุษย์ ทั้งยังส่งผลต่อสมรรถภาพการได้ยินจึงจำแนกระดับความเป็นอันตรายได้ดังนี้

3.1 เสียงปกติมีความดังอยู่ระหว่าง 0-27dB ซึ่งไม่มีผลเสียต่ออารมณ์ผู้ฟังและอวัยวะการได้ยินของมนุษย์

3.2 เสียงรบกวนมีความดังระหว่าง 28-85dB ผู้ฟังจึงหงุดหงิดรำคาญ

3.3 เสียงที่เป็นอันตรายคือ เสียงที่ดังเกินกว่า 85dB องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) กำหนดระดับของเสียงที่มีความปลอดภัยเมื่อได้ยินวันละ 24 ชั่วโมง ไว้ไม่เกิน 85dB หรือความถี่ไม่เกิน 4,000 เฮิรตซ์

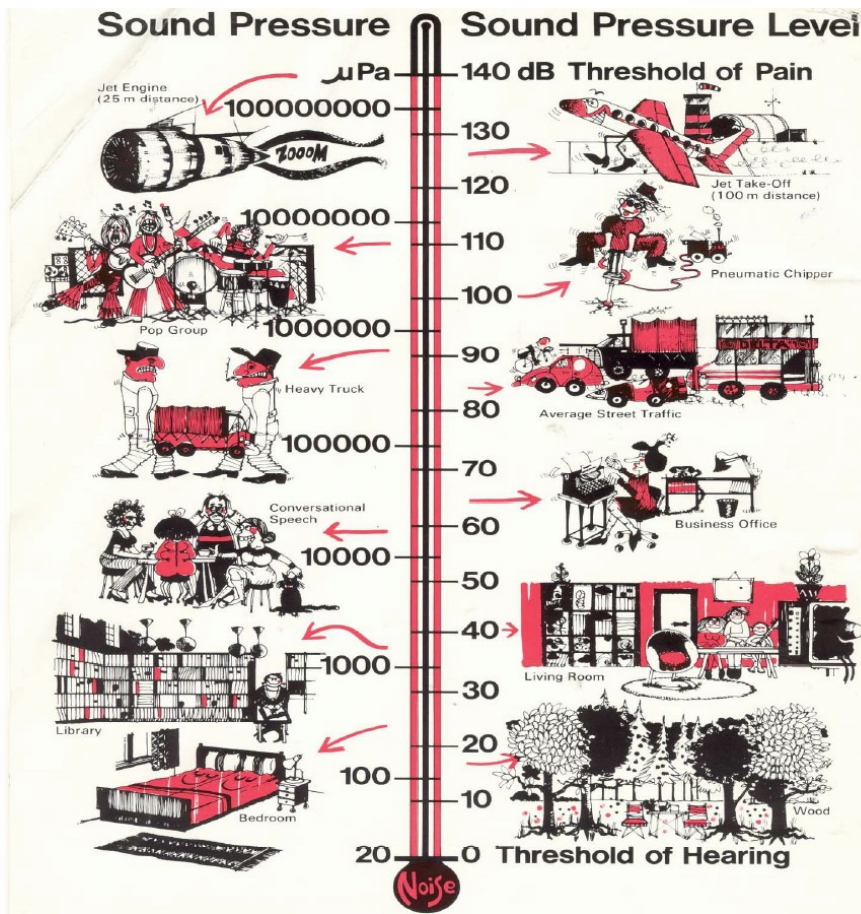
สมฤดี นิโครวัฒน์ยง (2007) ได้เสนอรายงานของ The League for the Hard of Hearing (LHH) และ Brel&Kjr Sound & Vibration Measurement A/S จากการสำรวจและรวบรวมระดับเสียงจากอุปกรณ์และกิจกรรมในการประกอบกิจกรรมในสถานที่ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพกิจกรรมกับระดับเสียงอ้างอิง (ประมุข ไอศิริ, 2554) และภาพที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงระดับเสียงจากอุปกรณ์และกิจกรรมในการประกอบกิจกรรมในสถานที่ต่างๆ

บ้าน	ที่ทำงาน	ภายนอก (แหล่งสันตนาการ)
50 ตู้เย็น	40 ห้องสมุด, สำนักงานที่เงียบ	40 ย่านที่พักอาศัยที่เงียบสงบ
50 - 60 เครื่องแปร่งพินไฟฟ้า	50 สำนักงานขนาดใหญ่	70 การจราจรบนทางด่วน
50 - 75 เครื่องซักผ้า	65 - 95 เครื่องตัดหญ้าไฟฟ้า	85 การจราจรคับคั่ง ร้านอาหาร ที่จอแจ
50 - 75 เครื่องปรับอากาศ	80 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้แรงคน	90 รถบรรทุกสิบล้อ เสียงตะโกนคุยกัน
50 - 80 เครื่องโกนหนวดไฟฟ้า	85 เลื่อย	95 - 110 จักรยานยนต์
55 เครื่องตัดหญ้า	90 รถไถดิน	100 รถหิมะ
55 - 70 เครื่องล้างจาน	90 - 115 รถไฟฟ้าใต้ดิน	100 งานเต้นรำในโรงเรียน วิทยุขนาดกลาง
60 จักรเย็บผ้า	95 ส่วนไฟฟ้า	110 งานเต้น disco
60 - 85 เครื่องดูดฝุ่น	100 เครื่องจักรในโรงงาน	110 ศูนย์เกมส์ตู้ที่จอแจ
60 - 95 เครื่องเป่าผม	100 ชั้นเรียนช่างไม้	110 การแสดงดนตรีวงใหญ่
65 - 80 นาฬิกาปลุก	105 เครื่องเป่าหิมะ	110 แตรรถยนต์
70 โทรทัศน์	110 เลื่อยไฟฟ้า (ใบเลื่อย)	110 -120 การแสดงดนตรีร็อค
70 - 80 เครื่องบดเมล็ดกาแฟ	110 เครื่องเป่าใบไม้	112 เสียงวิทยุเทปส่วนบุคคลที่เปิด เสียงสูงสุด
70 - 95 เครื่องบดขยะ	120 ดอกตะปู	117 การแข่งขันอเมริกันฟุตบอล (ในสนามกีฬา)
75 - 85 ชักโครก	120 เครื่องจักรหนัก	120 การแสดงดนตรีเครื่องทองเหลือง
80 สัญญาณเตือนขนมปังสุก	120 เครื่องบินเจ็ท (ที่ลานบิน)	125 เครื่องเสียงรถยนต์ที่ติดตั้งมาจาก โรงงาน
80 กระดิ่งประตู	120 หอรถพยาบาล	130 การแข่งรถ (รถใช้ทั่วไป ไม่ใช่รถสำหรับแข่ง)
80 เสียงโทรศัพท์	125 เลื่อยไฟฟ้า (โซ่)	143 แตรจักรยาน
80 เสียงกาน้ำเดือด	130 เครื่องเจาะถนนไฟฟ้า	150 ประทัดจีน
80 - 90 เครื่องผสมแป้งเค้ก	130 สัญญาณเตือนภัยทางอากาศ	156 ปืนแก๊ป
80 - 90 เครื่องปั่นอาหาร	130 เครื่องดนตรี percussion วงใหญ่	157 ลูกโป่งแตก
110 เสียงเด็กร้อง	140 เครื่องบินกำลังขึ้น	162 พลุ (ที่ระยะห่าง 3 ฟุต)
110 เสียงบิซของเล่นเด็กใกล้หู	150 เครื่องเจ็ทกำลังขึ้น	163 ปืนยาว
135 เสียงบิซของเล่นเด็กดังๆ	150 ยิงปืนใหญ่ที่ห่าง 500 ฟุต	166 ปืนสั้น
170 ปืนลูกปราย	180 กระสวยอวกาศออกตัว	

หมายเหตุ : ตัวเลขในตาราง คือระดับเสียงหน่วยเป็น dB

ที่มา: สมฤดี นิโครวัฒน์ยิ่งยง, (2549, น.7)



ภาพที่ 4.1 ระดับเสียงในสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมต่างๆ
ที่มา: ประมุข โอศิริ, (2554, น.83)

ผลกระทบของเสียงต่อสุขภาพ

การที่มนุษย์ได้ยินเสียงนั้นมียอดประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ แหล่งกำเนิดเสียง ตัวกลาง และหู แต่หากคลื่นเสียงที่ปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมีความรุนแรงจะส่งผลกระทบต่อหูได้ ปัญหาที่สำคัญที่เกิดจากมลพิษทางเสียงคือการที่หูได้ยินเสียงที่มีระดับสูงอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน มีอาการหูหนวก หูตึงได้ (ศิวพันธ์ ชูอิน, 2556) เสียงดังเป็นภาวะอันตรายแบบมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวคือค่อยๆ ดำเนินไปโดยที่ผู้สัมผัสเสียงดังมักจะไม่รู้ตัวถึงอันตรายอย่างร้ายแรงที่รอวันเวลาแสดงผลในบางครั้งผู้สัมผัสสามารถที่จะมีทั้งความสุขและเผชิญกับอันตรายจากเสียงดังในเวลาเดียวกันได้ เช่นผู้ที่ชื่นชอบการแสดงสดคอนเสิร์ตฮาร์ตดร็อกหรือผู้ที่ผลิตเพลินและพึงพอใจไปกับการขับรถโชว์พลังเครื่องเสียงในรถของตนเองเป็นต้นโดยทั่วไปแล้วผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบการได้ยินจะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาที่สัมผัสและระดับความดังของเสียงนั้นๆ เสียงที่ตกลงบนพื้นผิวที่แข็งจะมีระดับเสียงประมาณ

20 dB การได้ยินเสียงระดับนี้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆกับผู้ที่ได้ยินแต่กับเสียงเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet Engine) ที่มีระดับเสียงอยู่ราวๆ 160 dB สามารถก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงต่อระบบการได้ยินได้ทันที โชคไม่ดีที่การสูญเสียการได้ยิน (Hearing Loss) นั้น โดยมากแล้วผู้สัมผัสมักจะไม่รู้สึกเจ็บปวดใดๆ เพราะจะมีอาการแบบค่อยเป็นค่อยไป จึงไม่ระมัดระวังตัวจนสุดที่ท้ายก็เป็นโรคประสาทหูเสื่อมชนิดถาวรไปแบบไม่รู้เนื้อรู้ตัวในโรงงานหลายประเภท เช่น โรงงานเลื่อยไม้ โรงงานปั๊มโลหะหรือโรงงานทอผ้า ฯลฯ

1. การสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดัง (Noise-Induced Hearing Loss: NIHL)

ถ้าแปลตามความหมายทางการแพทย์ก็คือโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังเกิดจากการสัมผัสเสียงดังต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานทำให้ประสาทหูทั้ง 2 ข้างค่อยๆได้ยินลดลงจนเกิดอาการหูตึงในที่สุดปัจจุบันโรคนี้ยังไม่มีวิธีการรักษาที่จะทำให้หายกลับมาเป็นปกติได้ดังเดิมแต่สามารถป้องกันได้เสียงดังที่ทำให้ประสาทหูเสื่อมนี้มาได้จากหลายแหล่งทั้งจากงานและจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวเช่นเสียงเครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมการยิงปืนจุดประทัดการฟังวิทยุเสียงดังการเที่ยวรถผับผู้ที่ต้องอยู่ในที่มีเสียงดังหรือมีนิสัยชอบทำกิจกรรมที่มีเสียงดังฯลฯ ดังนั้นผู้ที่เผชิญกับการสัมผัสเสียงดังจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะเป็นโรคนี้ได้การสูญเสียการได้ยินมี 2 ประเภทด้วยกันคือ

1.1 การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary Threshold Shift: TTS) คือการได้ยินเสียงลดลงชั่วคราวเนื่องจากการได้ยินเสียงดังที่สูงเกินค่ามาตรฐานกำหนดไว้จนทำให้เซลล์ขนที่อยู่ในหูชั้นในภายในคอเคลียเกิดการงอล้มทำให้เกิดอาการหูอื้อแต่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพปกติได้ถ้ามีการพักหู โดยอาจใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงหรืออาจนานหลายชั่วโมงจนเป็นวันก็ได้เช่นผู้ที่ทำงานในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีเสียงดังจะมีการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินชั่วคราวแต่เมื่อเลิกงานแล้วกลับไปพักผ่อนที่บ้านวันรุ่งขึ้นการได้ยินจะกลับมาเป็นปกติ

1.2 การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร (Permanent Threshold Shift: PTS) คือภายหลังจากเกิดภาวะการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวแล้วไม่ได้มีการแก้ไขหรือป้องกันและยังคงมีการสัมผัสเสียงดังนี้ซ้ำอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆจนทำให้อาการรุนแรงขึ้นนำไปสู่การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรและไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาได้ยินปกติได้อีกเลยเรียกว่าเกิดอาการหูตึงหรือหูพิการส่วนมากแล้วมักพบในผู้ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม

2. เซลล์ขนเซลล์ประสาท (Sensory Cells)

ในหูเสียหายจากความสั่นสะเทือนของเสียงเกิดการฉีกขาดล้มแล้วไม่ลุกหลุดลอกหรือผิดรูปไปหรือการที่เส้นประสาทที่ส่งสัญญาณเสียงไปยังสมองถูกทำลายแม้ว่าจะมีเซลล์ใหม่งอกขึ้นมาาก็ไม่สามารถรับสัญญาณเสียงได้อีกต่อไปปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดภาวะการสูญเสียการได้ยินได้แก่

2.1 รูปแบบของเสียงแบบคงที่ไม่คงที่เป็นช่วงๆเสียงกระทบหรือเสียงกระแทกโดยที่เสียงชนิดที่กระแทกไม่เป็นจังหวะจะทำลายประสาทหูได้มากกว่าเสียงชนิดที่ดังต่อเนื่องสม่ำเสมอ

2.2 ระดับความเข้มของเสียง (Intensity) ก็คือระดับความดังของเสียงนั่นเองมีหน่วยวัดเป็น dB และแน่นอนว่าเสียงที่ดังมากก็ย่อมทำให้เกิดอันตรายต่อหูได้มากกว่าเสียงที่ดังน้อย

2.3 สภาพแวดล้อมที่ปิดและมีการสะท้อนของเสียงมากก็ย่อมสร้างความเสียหายต่อหูได้มากกว่าพื้นที่โล่งแจ้ง

2.4 ระยะห่างระหว่างหูถึงแหล่งกำเนิดเสียงห่างมากก็อันตรายน้อยกว่าและรูปแบบการทำงานที่เอื้อต่อการทำให้เสียงดังเข้ามาใกล้หูมากก็ย่อมมีความเสี่ยงสูงกว่า

2.5 ระยะเวลาที่สัมผัสเสียงดังผู้ที่สัมผัสเสียงดังมานานก็ย่อมมีโอกาสเกิดประสาทหูเสื่อมได้มากกว่าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงที่รับเสียงนั้นต่อวันและจำนวนปีที่ทำงาน

2.6 ปัจจัยส่วนบุคคลโรคประจำตัวความทนต่อเสียงความไวต่อการเสื่อมของประสาทหูและพฤติกรรมกรบริโภคอาหาร เป็นต้น

ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับเสียงดังตลอดระยะเวลาการทำงานทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินและผลเสียอื่นๆ ต่อร่างกายได้สภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีระดับเสียงโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 91 dB(A) ตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ถือว่าเป็นเสียงดังเกินมาตรฐานที่กำหนดสามารถส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเสียสมาธิเกิดสภาวะความไม่ปลอดภัยในสถานที่ปฏิบัติงานขึ้นได้ รวมถึงการสูญเสียการได้ยินโดยการที่ผู้ปฏิบัติงานเสียสมาธิจากเสียงดังนั้น อาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดน้อยถอยลงและทำให้โกรธง่ายด้วย ถ้ามีเสียงดังมากๆ ผู้ปฏิบัติงานอาจจะไม่สามารถได้ยินเสียงสัญญาณเตือนภัย (Warning Signals) หรือการบอกกล่าวข้อพึงระวังในการปฏิบัติงานก็อาจนำมาซึ่งการเกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิดขึ้นได้

องค์ประกอบของคลื่นเสียง

เสียงที่คนเราสามารถได้ยินแต่ละเสียงอาจเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเสียงซึ่งมีอยู่ 3 ข้อ คือความดัง (Loudness) หมายถึง ความรู้สึกได้ยินของมวลมนุษย์ว่าดังมากดังน้อย ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่อาจวัดด้วยเครื่องมือใดๆ ได้โดยตรง ความดังเพิ่มขึ้นตามความเข้มเสียง ความรู้สึกเกี่ยวกับความดังจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความเข้มเสียง โดยถ้า I แทนความเข้มเสียง ความดังของเสียงจะแปรผันโดยตรงกับ $\log I$ หรืออาจกล่าวได้ว่า ความดังก็คือระดับความเข้มเสียงนั่นเอง หูของคนสามารถรับเสียงที่มีความดังน้อยที่สุดคือ 0 dB และมากที่สุดคือ 120 dB คุณภาพของเสียง (Quality) หมายถึง คุณลักษณะของเสียงที่เราได้ยิน เมื่อเราฟังเพลงจากวงดนตรีวงหนึ่งนั้น เครื่องดนตรี ทุกชนิดจะเล่นเพลงเดียวกัน แต่เราสามารถแยกได้ว่า เสียงที่ได้ยินนั้นมาจากดนตรีประเภทใด เช่น มาจากไวโอลินหรือเปียโน เป็นต้นการที่เราสามารถแยกลักษณะของเสียงได้นั้นเพราะว่าคลื่นเสียงทั้งสองมีคุณภาพของเสียงต่างกัน คุณภาพของเสียงนี้ขึ้นอยู่กับ จำนวนโอเวอร์โทนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นๆ และแสดงออกมาเด่น จิงไฟเราะต่างกัน นอกจากนี้คุณภาพของเสียงยังขึ้นกับ ความเข้มของเสียงอีกด้วยระดับเสียง (Pitch) หมายถึง เสียงที่มีความยาวคลื่นและความถี่ต่างกัน โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูงส่วนเสียงที่มี ความถี่ต่ำจะมีระดับเสียงต่ำ

1. อัตราเร็วของเสียง

อัตราเร็วของเสียง คือ ระยะทางที่เสียงเดินทางไปในตัวกลางใดๆ ได้ในหนึ่งหน่วยเวลาโดยทั่วไป เสียงเดินทางในอากาศที่มีอุณหภูมิ 25°C ($= 298,15\text{ K}$) ได้ประมาณ 346 เมตร/วินาที และในอากาศที่อุณหภูมิ 20°C ได้ประมาณ 343 เมตร/วินาที อัตราเร็วที่เสียงเดินทางได้นั้นอาจมีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลางเป็นหลัก และอาจได้รับอิทธิพลจากความชื้นบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ขึ้นกับความดันอากาศ เนื่องจากการเดินทางของเสียงอาศัยการสั่นของโมเลกุลของตัวกลาง ดังนั้นเสียงจะเดินทางได้เร็วขึ้นหากตัวกลางมีความหนาแน่นมาก ทำให้เสียงเดินทางได้เร็วในของแข็งแต่เดินทางไม่ได้ในอวกาศ เพราะอวกาศเป็นสุญญากาศจึงไม่มีโมเลกุลของตัวกลางอยู่การคำนวณอัตราเร็วของเสียง ค่าอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่อุณหภูมิ 20°C (ตารางที่ 4.2) โดยทั่วไปคำนวณหาได้จาก

1.1 อัตราเร็วเสียงในของแข็ง ค่าอัตราเร็วเสียงขึ้นอยู่กับค่ามอดูลัสของยังก์ และความหนาแน่นของตัวกลาง คำนวณตามสมการ (4.1)

$$V = \sqrt{\frac{y}{\rho}} \dots\dots\dots (4.1)$$

เมื่อ

- V คืออัตราเร็วของเสียง (m/s)
- y คือค่ามอดูลัสของยังก์
- ρ คือค่าความหนาแน่น

1.2 อัตราเร็วเสียงในของเหลว ค่าอัตราเร็วขึ้นอยู่กับค่ามอดูลัสตามปริมาตร และค่าความหนาแน่นของตัวกลาง คำนวณตามสมการ (4.2)

$$V = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \dots\dots\dots (4.2)$$

เมื่อ

- V คืออัตราเร็วของเสียง (m/s)
- B คือค่ามอดูลัสตามปริมาตร
- ρ คือค่าความหนาแน่น

1.3 อัตราเร็วเสียงในอากาศ ค่าอัตราเร็วขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิและอุณหภูมิ -45°C ถึง 45°C
คำนวณตามสมการ (4.3-4.4)

$$V_t = V_0 + 0.6t \dots\dots\dots (4.3)$$

เมื่อ

V_0 เป็นอัตราเร็วของเสียงที่ 0°C จะมีค่าเท่ากับ 331m/s

V_t เป็นอัตราเร็วของเสียงที่ t°C ดังนั้นเขียนใหม่ตามสมการ (4.4)

$$V_t = 331+0.6t \dots\dots\dots (4.4)$$

1.4 อัตราเร็วเสียงในอากาศ กรณีที่เสียงมีคุณสมบัติเป็นคลื่น สามารถหาอัตราเร็วของเสียง
คำนวณตามสมการ (4.5)

$$V = f\lambda \dots\dots\dots (4.5)$$

เมื่อ

V คืออัตราเร็วของเสียง (m/s)

f คือความถี่ (Hz)

λ คือความยาวคลื่น (Hz)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอัตราเร็วของเสียงในตัวกลาง ที่อุณหภูมิ 20°C

ชนิดวัสดุ	ความเร็ว (m/s)
อากาศ	343
น้ำ	1480
น้ำแข็ง	3200
แก้ว	5300
เหล็ก	5200
ตะกั่ว	1200
ไทเทเนียม	4950
พีวีซี (อ่อน)	80
พีวีซี (แข็ง)	1700
คอนกรีต	3100

ที่มา: ธรรมธร ไกรก่อกิจ (ZEN ACOUSTIC), (2560)

2. ความเข้มเสียงและความดังหรือระดับความเข้มเสียง

ในขณะที่เสียงเคลื่อนที่จะมีการถ่ายทอดพลังงานไปให้กับวัตถุที่เสียงตกกระทบ โดยอัตราการถ่ายทอดพลังงานของเสียง ต่อพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของเสียง เรียกว่าความเข้มเสียง (Intensity) หรืออาจกล่าวได้ว่า ความเข้มเสียง หมายถึง กำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ตกกระทบบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วยในแนวตั้งฉากที่พิจารณา เนื่องจากเสียงแผ่ออกทุกทิศทาง ดังนั้นพื้นที่ที่เสียงตกกระทบ คือ $A = 4\pi r^2$ จะได้ สมการ (4.6)

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \dots\dots\dots (4.6)$$

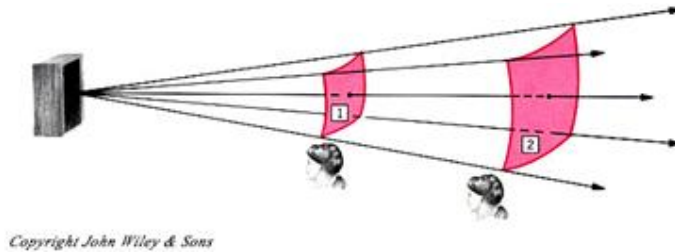
เมื่อ

I คือความเข้มเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

P คือ กำลังของแหล่งกำเนิดเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

A คือ พื้นที่ที่เสียงตกกระทบ มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

จากการทดลองพบว่า เสียงดังที่สุดที่หูคนสามารถได้ยินมีความเข้ม 1 วัตต์ต่อตารางเมตรและเสียงค่อยที่สุดมีความเข้ม 10-12 วัตต์ต่อตารางเมตร และนอกจากนี้พบว่าความเข้มเสียงจะแปรผกผันกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดยกกำลังสอง โดยถ้าระยะทางยิ่งมาก ความเข้มเสียงยิ่งน้อยลง



Copyright John Wiley & Sons

ภาพที่ 4.2 แสดงความเข้มเสียงที่ระยะต่างกัน

ที่มา: John Wiley & Sons, Inc.,

อ้างในภาควิชาฟิสิกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

จากรูปที่ 4.2 จะพบว่าความเข้มเสียงที่ตำแหน่งที่ (1) มีค่ามากกว่าที่ตำแหน่งที่ (2) เพราะที่ตำแหน่งที่ (1) อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดเสียง มากกว่า ถ้าต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงสามารถหาได้ดังนี้

ความดังหรือระดับความเข้มเสียงเนื่องจากเสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยินจะมีความเข้มเสียงเป็น 10-12 วัตต์/ตารางเมตร และเสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้จะมีความเข้มเสียงเป็น 1 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งจากตัวเลขจะเห็นว่า มีช่วงกว้างมาก ถึง 1012 เท่า ดังนั้นความดังที่เรารู้สึกได้ไม่เป็นปฏิกภาค

โดยตรงกับความเข้มเสียง เช่น ความเข้มของเสียงเบาๆ มีค่า 10⁻⁹ วัตต์/ตารางเมตร ถ้าเพิ่มขึ้นอีก 1000 เท่า เป็น 10⁻⁶ วัตต์/ตารางเมตร น่าจะทำให้เสียงดังขึ้น 1000 เท่าด้วย แต่ปรากฏว่าความดังเพิ่มขึ้นเท่ากับคนสองคนคุยกันเท่านั้นเอง ดังนั้นปริมาณที่ใช้บอกความดังของเสียงเรียกว่าระดับความเข้มเสียง ซึ่งกำหนดว่าระดับความเข้มเสียงต่ำสุดหรือเสียงเบาที่มนุษย์ได้ยินมีค่าเป็น 0 เบล (Bell) และเสียงดังที่สุดที่มนุษย์ทนฟังได้มีค่าเป็น 12 เบล (Bell) เราสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดังกับความเข้มเสียงตามสมการ (4.7)

$$\beta = \log \frac{I}{I_0} \dots\dots\dots (4.7)$$

จะเห็นได้ว่าความดังที่มนุษย์ฟังได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 12 เบล ซึ่งเป็นช่วงที่แคบมาก ทำให้แยกเสียงต่างๆ ได้ยาก จึงมีการกำหนดให้ความดังของเสียงมีหน่วยเป็น dB (Deci Bell) แล้วเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ใหม่ตามสมการ (4.8)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots\dots\dots (4.8)$$

เมื่อ

- β คือระดับความเข้มเสียงหน่วยเป็น dB
- I คือความเข้มเสียงที่ระยะใดๆ (W/m²)
- I₀ คือความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน ซึ่งมีค่า 10⁻¹² วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m²) หรือ 0 dB ค่าความถี่ 1,000 Hz

การหาผลต่างของระดับความเข้มเสียงตามสมการ (4.9)

$$\beta_2 - \beta_1 \dots\dots\dots (4.9)$$

กำหนดให้ ณ จุดที่มีความเข้มเสียง I₁ จะมีระดับความเข้มเสียง β₁ และ ณ จุดที่มีความเข้มเสียง I₂ จะมีระดับความเข้มเสียง β₂ ตามสมการ (4.10)

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \dots\dots\dots (4.10)$$

ถ้ามีแหล่งกำเนิดสองแหล่ง ซึ่งมีระยะห่างจากผู้ฟังเท่ากัน (R คงที่) จากสมการ (4.11)

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \dots\dots\dots (4.11)$$

จะได้ว่าสมการ (4.12)

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \dots\dots\dots (4.12)$$

ถ้ามีแหล่งกำเนิดแหล่งเดียว (P คงที่) แต่ระยะห่างของผู้ฟังจากแหล่งกำเนิดต่างกันจากคำนวณ จากสมการ (4.13)

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \dots\dots\dots (4.13)$$

จะได้ว่าสมการ (4.14)

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \dots\dots\dots (4.14)$$

3. กำลังเสียง

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงปล่อยพลังงานออกมาในรูปของพลังงานคลื่นเสียง พลังงานคลื่นเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่น พลังงานเสียงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดเสียงต่อหนึ่งหน่วยเวลา คือ กำลังเสียง เขียนเป็นสมการได้ (4.15)

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (4.15)$$

เมื่อ

P คือ กำลังเสียง (วัตต์)

W คือ พลังงานเสียงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด (จูล)

t คือ เวลา (วินาที)

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดเสียง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียงมีหลายชนิดควรเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะเสียงที่ต้องการประเมินสำหรับเครื่องวัดระดับเสียง มีให้เลือกใช้หลายแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวัด แต่ที่ใช้กันมากที่สุด คือ Sound Level Meter โดยทั่วไป การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ณ เวลาหนึ่งมักใช้ Integrating Sound Level Meter แต่หากต้องการวัดจำแนกความดังของเสียงที่มีความถี่ต่างๆ เพื่อนำค่าที่ได้มาแก้ไขปัญหาเสียงดังของเครื่องจักร หรือเฟ้าระวังการเสื่อมสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน ก็ต้องใช้เครื่องวัดระดับเสียงแบบที่มีเครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Octave Band Analyzer)

1. เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter)

Sound Level Meter เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความดังเสียง (Sound Level) ซึ่งมีหลักการคือการประมาณผลของเสียงนั้นหรือการให้ความสำคัญกับแหล่งกำเนิดเสียง จุดเด่นคือการให้ผลในการวัดที่คล้ายกับการสุ่มสำรวจโดยกลุ่มคน โดยไมโครโฟนจะทำหน้าที่เปลี่ยนเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ขยายสัญญาณผ่านวงจรการทดแทนเนื่องจากความถี่ แล้วผ่านวงจรที่จะจัดให้สัญญาณอยู่ในขนาดที่อ่านค่าได้อย่างเหมาะสม เรียกว่าวงจร Attenuator ซึ่งจะลดวงจรขยายลงมาที่ละ 10 dB (โดยปกติ) ซึ่งทำให้สามารถใช้วัดเสียงได้หลายระดับ ซึ่งค่าผลการตรวจวัดที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับขนาดของสัญญาณไฟฟ้านั้นๆโดยมาก Sound Level Meter มักจะมีช่องสัญญาณแยกออกเพื่อต่อกับอุปกรณ์อื่นถ้าต้องการ เช่น Spectrum Analyzer, Graphic Level Recorder หรือ Magnetic Amplifier เพื่อทำหน้าที่ขยายเสียงให้เพียงพอต่อการแสดงผล (ภาพที่ 4.3)

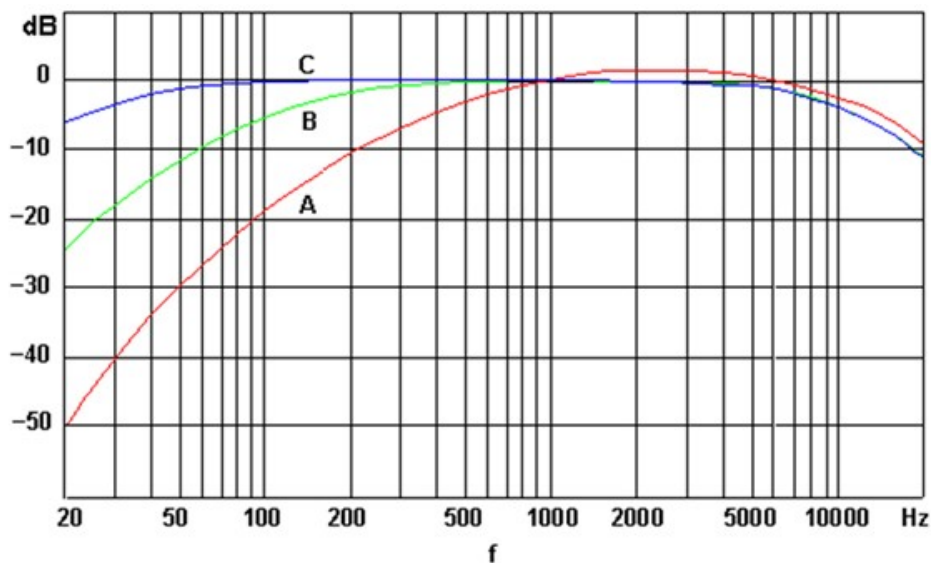


ภาพที่ 4.3 เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter)

ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

1.1 มาตรฐานเครื่องวัดเสียงที่ใช้ในการประเมินระดับเสียงในสถานประกอบกิจการตามกฎหมายอย่างน้อยต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 651 Type 2 (International Electrotechnical Commission 651 Type 2) หรือเทียบเท่าเช่น ANSI S 1.4, BS EN 60651, AS/NZS 1259.1 เป็นต้น หรือดีกว่า เช่น IEC 60804, IEC 61672, BS EN 60804, AS/NZS 1259.2 เป็นต้น

1.2 Weighting Networks (เวทติ้งเนทเวอร์ก) เวทติ้งเนทเวอร์กหรือวงจรถ่วงน้ำหนักความถี่ เป็นวงจรการปรับค่าเนื่องจากความถี่ของเครื่องวัดระดับเสียงที่ความถี่ต่างๆ เวทติ้งเนทเวอร์กที่ใช้ในปัจจุบันมี 4 ประเภทคือ A, B, C และ D แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ A, B และ C เท่านั้น (D ใช้วัดเสียงซึ่งรบกวนความรู้สึกอย่างยิ่ง เช่น เสียงเครื่องบินไอพ่น) โดยวงจรถ่วงน้ำหนัก A (A-Weighting) เป็นวงจรการปรับค่า เนื่องจากความถี่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับลักษณะการได้ยินเสียงของมนุษย์มากที่สุด วงจรนี้จะให้อัตราการขยายสูงที่ความถี่ 2,500 Hz และลดลงอย่างรวดเร็วกว่าความถี่ 1,000 Hz และค่อยๆ ลดลงหลังจากความถี่ 4,000 Hz หน่วยของ Sound Level คงเป็น dB (dB) แต่มักจะใช้เป็น dB(A) เพื่อแสดงว่าใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A ในการวัด ในขณะที่ วงจรถ่วงน้ำหนัก B (B-Weighting) และ วงจรถ่วงน้ำหนัก C (C-Weighting) ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความไวต่อเสียงซึ่งมีระดับความดันของเสียงที่ระดับกลาง และระดับสูงตามลำดับดังภาพ (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 แสดงความถ่วงน้ำหนัก A, B และ C ที่ความถี่ (f) และความดัง (dB) ต่างๆ

ที่มา: Noisehelp, (2010)

1.3 การแสดงผลของเครื่องวัด โดยทั่วไปเครื่องวัดเสียงแต่ละรุ่นจะมีเครื่องแสดงผลที่ต่างกักัน เช่น เป็นเข็มเคลื่อนไหวบนหน้าเครื่องและแสดงค่าตัวเลขบนหน้าเครื่อง สำหรับชนิดที่แสดงค่าเป็นตัวเลขถือว่าเป็นแบบที่อ่านค่าได้ง่ายที่สุด โดยมักจะมีเวลาที่ใช้ในการแสดงผลเป็น 2 แบบ คือ

1.3.1 ลักษณะความไวต่อรับเสียงแบบ “Fast” ซึ่งจะใช้เวลาในการแสดงผลราว 1/8 วินาที และแบบ “Slow” ซึ่งใช้เวลาในการแสดงผลราว 1 วินาที การใช้ “Slow” จะมีผลดีเมื่อใช้วัดเสียงที่เปลี่ยนแปลงมาก

1.3.2 บางครั้งเราต้องการวัดเสียงสั้นๆ จึงต้องการเครื่องที่ตอบสนองเสียงด้วยความเร็วมากๆ (และลดลงค่อนข้างช้า) (Impact characteristic) เช่น ต้องการวัดเสียงจากการกระแทก เสียงปืน จึงต้องมีระบบการวัด “impulse” ซึ่งจะต้องมีอัตราการตอบสนองราวๆ 0.035 วินาที

โดยปกติ Sound Level Meter ทั่วไปอย่างน้อยจะต้องมีวงจรร A ประกอบอยู่ แต่ในบางครั้งผู้ทำการตรวจวัดอาจพบข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือวัดที่ไม่สามารถปรับเวทตั้งเนทเวอร์กเป็น A, B หรือ C ได้นั้นคือการขยายสัญญาณไม่ได้คำนึงถึงลักษณะความถี่ของเสียงจึงเรียกว่าการขยายสัญญาณนี้ว่าเป็นแบบ “Flat (F)” ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นเดซิเบลธรรมดาๆ (dB) แต่อย่างไรก็ตามเราก็สามารถแปลงค่าเดซิเบลธรรมดา (dB) ให้เป็นค่าเดซิเบลเอ (dB(A)), เดซิเบลบี (dB(B)), หรือเดซิเบลซี (dB(C)) ได้ข้อมูลปรับค่าตามตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการถ่วงน้ำหนักของเครื่องมือวัดเสียง

ความถี่ (Hz)		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	หมายเหตุ
การถ่วงน้ำหนัก	A	-39	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	ระดับเสียง ระดับความดัน เสียง
	B	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3	
	C	-3	-1	0	0	0	0	0	-1	-3	
	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ที่มา: Noisehelp, (2010)

2. เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse or Impact Noise Meter)

เสียงกระทบหรือกระแทกเป็นเสียงที่เกิดขึ้นในระยะเวลานั้นๆแล้วหายไปเหมือนกับเสียงปืนเช่นเสียงตอกเสาเข็มเครื่องวัดเสียงโดยทั่วไปอาจมีความไวไม่พอในการตอบสนองต่อเสียงกระทบจึงควรใช้เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกโดยเฉพาะเครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61672 หรือ IEC 60804 หรือเทียบเท่า เช่น ANSI S 1.43 หรือดีกว่า (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 กระทบหรือกระแทก (Impulse or Impact Noise Meter)

ที่มา: Norsonic AS, (2017)

3. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter)

เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบให้สามารถบันทึกที่ระดับเสียงทั้งหมดที่พนักงานได้รับและคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับความดังตลอดเวลาที่เครื่องวัดนี้ทำงาน เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61252 หรือเทียบเท่าเช่น ANSI S1.25 หรือดีกว่า (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter)

ที่มา: CHRIS SHAW, (2013)

4. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency Analyzer)

เนื่องจากเครื่องวัดระดับเสียงทั่วไปไม่สามารถบอกความดังเสียงในช่วงความถี่ต่างๆได้แต่เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียงสามารถวัดความดังเสียงในแต่ละความถี่ได้แล้วนำผลการตรวจวัดไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการควบคุมเสียง (Noise Control) เช่นการเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงหรือการปิดกั้นทางผ่านของเสียงและการเลือกปลั๊กอุดหูหรือที่ครอบหูที่เหมาะสมได้เป็นต้นเครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียงต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61260 หรือเทียบเท่าเช่น ANSI S1.11 หรือดีกว่า (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency Analyzer)

ที่มา: Virtins-Technology, (2560)

5. อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียง

การตรวจวัดเสียงนั้นนอกจากจะต้องใช้เครื่องตรวจวัดเสียงที่เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดเสียง และเครื่องมือสำหรับทำให้การตรวจวัดมีความสะดวกมีความแม่นยำ ผู้ตรวจวัดอาจจะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียง ดังต่อไปนี้

5.1 อุปกรณ์ตรวจสอบเทียบ (Noise Calibrator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องวัดเสียงซึ่งผู้ตรวจวัดต้องปฏิบัติตามวิธีการที่ระบุในคู่มือการใช้งานของบริษัทผู้ผลิตก่อนการใช้งานทุกครั้งอุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดเสียงต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 60942 หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 อุปกรณ์ตรวจสอบความถูกต้อง
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

5.2 ฟองน้ำกันลม (Wind Screen) กระแสลมแรงมีผลทำให้การวัดระดับเสียงเกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงดังนั้นขณะตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีลมพัดเช่นใกล้กับพัดลมต้องสวมฟองน้ำกันลมที่ไมโครโฟนทุกครั้งและตลอดเวลาการตรวจวัดฟองน้ำนั้นนอกจากจะป้องกันกระแสลมแล้วยังสามารถป้องกันฝุ่นหรือละอองน้ำมันหรือสารเคมีอื่นไม่ให้เกิดความเสียหายต่อไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงได้ด้วย (ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ฟองน้ำกันลม (Wind Screen)
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

5.3 ขาตั้ง (Tripod) มีลักษณะเป็นแบบเดียวกับขาตั้งกล้องถ่ายรูปสำหรับใช้ในกรณีเครื่องวัดเสียงมีขนาดใหญ่หรือต้องใช้ระยะเวลานานในการตรวจวัดแต่ละจุด (ภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.10 ขาตั้ง (Tripod)
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

5.4 นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือวัดเสียงบางรุ่นไม่มีฟังก์ชันการตั้งเวลา ดังนั้นเมื่อทำการตรวจวัดทุกครั้งจะต้องมีอุปกรณ์ในการจับเวลา เพื่อให้รู้ว่าตรวจวัดแต่ละพื้นที่เป็นเวลาเท่าใด

5.5 อุปกรณ์สำหรับจับบันทึก แบบฟอร์มจับบันทึกมีความสำคัญในการบันทึกระดับเสียง ถึงแม้ว่าเครื่องมือวัดจะมีการบันทึกไว้ในหน่วยความจำของเครื่องวัดแล้วก็ตาม เพราะกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินที่ข้อมูลสูญหาย การบันทึกไว้ในสมุดหรืออุปกรณ์อื่นๆ ก็สามารถนำมาใช้ได้ อีกประการหนึ่งผู้ตรวจวัดมีความจำเป็นต้องบันทึกสภาพแวดล้อมในพื้นที่การตรวจวัดเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ผลของเสียง

6. ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัดเสียง

เครื่องวัดเสียงเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าที่มีความบอบบางไม่ได้ออกแบบมาให้มีความคงทนต่อแรงกระแทก และไม่เหมาะสมสำหรับสภาพแวดล้อม ดังนั้นจะต้องระมัดระวังในการใช้ตามข้อควรระวังดังต่อไปนี้

6.1 ควรศึกษารายละเอียดของเครื่องวัดเสียงในคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อให้ทราบข้อจำกัดในการใช้งานเช่นข้อจำกัดในเรื่องของอุณหภูมิความชื้นข้อจำกัดเรื่องชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ เป็นต้น

6.2 ไม่ให้ตกหล่นหรือกระแทกกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดการนำไปใช้งานในภาคสนามต้องบรรจุเครื่องมือไว้ในกระเป๋าบรรจุเครื่องวัดระดับเสียงโดยเฉพาะ

6.3 หลังจากใช้งานแล้วต้องเช็ดทำความสะอาดและถอดแบตเตอรี่ออกทุกครั้งป้องกันแบตเตอรี่เสื่อมสภาพหรือมีของเหลวไหลจากแบตเตอรี่ทำให้วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องวัดเสียงเสียหายและทำให้หน้าสัมผัสของขั้วแบตเตอรี่ที่ตัวเครื่องเป็นสนิมและสึกกร่อนได้

6.4 การเก็บเครื่องวัดเสียงจะต้องไม่เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงและไม่เก็บในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงเพราะจะทำให้วงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดความเสียหายได้

6.5 ควรศึกษารายละเอียดของเครื่องวัดเสียงในคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อให้ทราบข้อจำกัดในการใช้งานเช่นข้อจำกัดในเรื่องของอุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง มีความจำเพาะตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระทบ (Impulse or Impact Noise Meter) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency Analyzer) อุปกรณ์ตรวจสอบเทียบ (Noise Calibrator) การใช้สำหรับวิเคราะห์ระดับความดังของเสียงตามกฎหมายหรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ประเมิน อาจจะใช้หลายชนิดรวมกันถึงจะวิเคราะห์ผลได้อย่างครบถ้วน ในปัจจุบันมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง บางยี่ห้อจะนำฟังก์ชันการทำงานต่างๆ รวมไว้ในเครื่องเดียว ผู้ใช้อาจจะใช้เพียงเครื่องเดียวก็สามารถวิเคราะห์ผลได้ตามวัตถุประสงค์

การสอบเทียบเครื่องวัดเสียง

การสอบเทียบเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงอ้างอิง (Sound Calibrator) วิธีการตามมาตรฐาน IEC 60942 (2003)-Annex B: Periodic Test โดยใช้เทคนิค Insert Voltage ในการสอบเทียบ ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level) เทคนิค Insert Voltage หลักการคือการจำลองสัญญาณไฟฟ้าเอาท์พุทของ Standard Microphone ที่มีค่าสมมูลกับเอาท์พุทของ Standard Microphone ในขณะที่มีเสียงตกกระทบที่ Microphone ด้วยระดับความดันเสียงที่จะทำการสอบเทียบ (Nominal Sound Pressure Level) ระดับสัญญาณไฟฟ้าเอาท์พุทที่จำลองขึ้นจะถูกป้อนเข้าทางอินพุทของ Preamplifier สัญญาณนี้จะถูกใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงในการเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเสียงที่จ่ายออกจากเครื่อง Sound Calibrator มีขั้นตอนการสอบเทียบดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพทางกายภาพของเครื่อง

ศึกษาวิธีการปรับตั้งค่ามาตรฐานระดับเสียง (SLM) ในคู่มือสำหรับการปรับค่าความถูกต้องของมาตรฐานระดับเสียงรุ่นนั้นๆมีความจำเป็นที่ต้องตรวจสอบสภาพเครื่องวัดเสียงและเครื่องสอบเทียบต้องอยู่ในสภาพปกติ ไม่แตกหักนำเครื่องสอบเทียบเสียง (Sound Calibrator) ที่ต้องการสอบเทียบมาเตรียมไว้รอทำการสอบเทียบ พร้อมทั้งตรวจเช็คพลังงานแบตเตอรี่โดยวัดค่าแรงดันหากเป็นแบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline Batteries) แรงดันต่อก้อนควรอยู่ระหว่าง 1-1.5 โวลท์

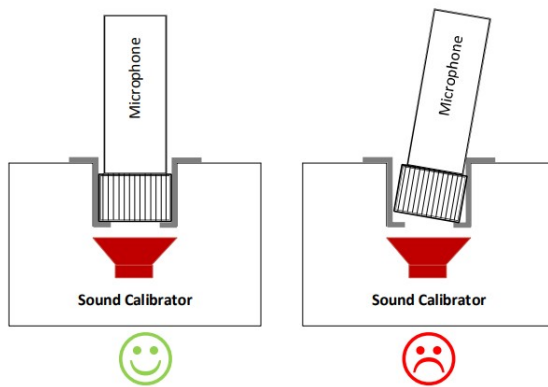
2. เริ่มการสอบเทียบเครื่องวัดเสียง

ทำควรรสะอาดบริเวณช่องจ่ายสัญญาณเสียง (Coupler) โดยใช้ลมเบาๆ เป่าไล่ฝุ่น และใช้ก้านสำลิตำความสะอาดบริเวณบารับ Microphone เปิดเครื่องอย่างน้อย 30 วินาที ก่อนทำการสอบเทียบเพื่อทำการอุ่นเครื่อง (Warm Up) สวม Microphone เข้าไปใน Coupler ของเครื่องสอบเทียบอย่างเบามือและระมัดระวังไม่ให้ไมโครโฟนได้รับการกระทบกระเทือน เพราะอาจเกิดความเสียหายต่อ Microphone ได้และการติดตั้งไมโครโฟน ควรอยู่ในตำแหน่งตามที่ระบุในคู่มือการใช้งานของเครื่องสอบเทียบในการสวม Microphone จะต้องแน่ใจว่าไมโครโฟนแนบสนิทกับบารับของ Sound Calibrator (ภาพที่ 4.11)

3. เริ่มการสอบเทียบเครื่องวัดเสียง

ทำการปรับตั้งช่วงการวัด (Range), Time-Weighting (Fast/Slow) และ Frequency Weighting (A/C/Z) ตามคู่มืออุปกรณ์สำหรับแปลงขนาดไมโครโฟน (Adapter) จะต้องเป็นชนิดที่ใช้คู่กันกับ Sound Calibrator นั้นๆ โดยเฉพาะ แล้วทำการปรับตั้งค่าบนเครื่องวัดเสียงให้สอดคล้องกับค่าเครื่องสอบเทียบหรือ 94 dB เมื่อปรับค่าได้แล้วให้ปิดสวิทช์เครื่องสอบเทียบ และถอด Microphone ออกจาก Coupler ของเครื่องสอบเทียบเป็นอันเสร็จสิ้นการสอบเทียบและพร้อมใช้งาน

เมื่อตรวจวัดเสร็จจะต้องทำการสอบเทียบอีกครั้งหากค่าระดับเสียงที่อ่านได้ก่อนและหลังการวัดต่างกันสำหรับ SLM Class 1 ต้องไม่เกิน ± 0.5 dB และสำหรับ SLM Class 2 ต้องไม่เกิน ± 1.0 dB



ภาพที่ 4.11 การสวมไมโครโฟนเข้าไปใน Coupler ของเครื่อง Sound Calibrator

ที่มา: สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, (2558),

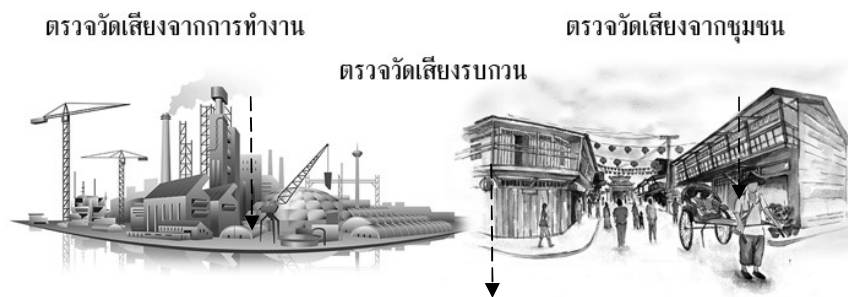
นักศึกษาศาสาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

การที่เครื่องวัดระดับเสียงประกอบด้วยไมโครโฟน จึงช่วยให้สามารถเปลี่ยนเสียงเป็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้า และสามารถใช้งานจรวจอิเล็กทรอนิกส์ในการเก็บสัญญาณ หรือจัดการกับสัญญาณได้ แต่เนื่องจากไมโครโฟนมักจะถูกทำลายได้ง่าย รวมทั้งแบตเตอรี่ที่ใช้ในจรวจอิเล็กทรอนิกส์มีผลต่อสัญญาณที่

วัดได้มาก จึงต้องมีการตรวจสอบการใช้งานของเครื่องวัดด้วยเสมอ และสอบเทียบ (Calibrate) อย่างถูกต้องเพื่อให้การใช้งานมีความน่าเชื่อถือ อีกประการหนึ่งที่พึงระวังคือควรใช้เครื่องมือวัดเสียงในสภาพที่เหมาะสม เช่น ไม่ใช้เกินกำลังเครื่อง หรือถ้าต้องการวิเคราะห์จำแนกความถี่เสียงระดับเสียงที่จะวัดจะต้องไม่ต่ำเกินไป จึงอาจจะถูกรบกวนโดยสัญญาณภายในเครื่องวัดเอง

การตรวจวัดเสียงตามกฎหมาย

โดยทั่วไปการตรวจวัดเสียงในสถานประกอบการมีการตรวจวัดเสียงหลายประเภทจากแหล่งต่างๆ หลายแหล่ง โดยมีวัตถุประสงค์ในการตรวจวัดและประเมินที่แตกต่างกันไป ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเฉพาะการตรวจวัดเสียงที่เกี่ยวข้องกับโรงงานอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีการกำหนดไว้เป็นกฎหมาย ส่วนการตรวจวัดเสียงรบกวน และการตรวจวัดเสียงจากชุมชนจะขออธิบายในลำดับต่อไป การประเมินการตรวจวัดพิจารณาตามภาพประกอบ (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 การตรวจวัดเสียงที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ

ที่มา : Tis.dasta.or.th, (2560)

1. กระทรวงแรงงานโดยกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการให้ความคุ้มครอง ดูแลความปลอดภัยและสุขภาพของพนักงานผู้ประกอบอาชีพต่างๆ ได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน คือ กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียงพ.ศ. 2559 (หมวด 3 เสียง) กฎหมายลำดับรองหรือกฎหมายลูกฉบับนี้ออกตามกฎหมายแม่ พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

สาระสำคัญของกฎหมายมีอยู่มาก ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเฉพาะค่ามาตรฐานระดับเสียงเท่านั้น กฎหมายกำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงจากสภาพแวดล้อมการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบกิจการไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 กำหนดเป็นค่ามาตรฐานระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน (Time Weighted Average: TWA) หรือตามเวลาการทำงานที่ได้รับหรือสัมผัสเสียง ทำงาน 8 ชั่วโมง ทำงานหรือเวลาการได้สัมผัสเสียง 8 ชั่วโมง ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานต้องไม่เกิน 85dB(A) ระดับเสียงเฉลี่ยตั้งแต่ 85dB(A) ต้องมีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

1.2 กำหนดระดับเสียงสูงสุด (Peak) ของการทำงานแต่ละวันจากค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (TWA) รวมทั้งเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or Impulse Noise) จะต้องไม่เกินกว่า 140 dB (A) หรือได้รับสัมผัสเสียงที่มีระดับเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Continuous Steady Noise) เกินกว่า 115 เดซิเบลเอ

2. กระทรวงอุตสาหกรรม

โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการดูแลกำกับประกอบกิจการโรงงาน อุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งรวมถึงความปลอดภัยและสุขภาพของแรงงานที่ทำงานในโรงงานด้วย ได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน

2.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 [ประกาศฉบับนี้ออกโดยอำนาจตามความในข้อ 18 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) โดยมีกฎหมายแม่บท คือ พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535] สาระสำคัญ คือ ห้ามมิให้บุคคลเข้าไปในบริเวณที่มีเสียงดังเกินกว่า 140 dB(A) ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ระดับเสียงสูงสุด ไม่เกิน 90dB(A)

2.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าระดับเสียงรบกวนและเสียงที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงงาน พ.ศ. 2548 ออกตามข้อ 17 แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความใน พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 กำหนดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 70 dB(A) และระดับเสียงสูงสุด ไม่เกิน 115 dB(A) ระดับการรบกวน ไม่เกิน 10 dB(A)

3. กระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่องการกำหนดมาตรฐานระดับเสียงทั่วไป ออกตามมาตรา 32 (5) แห่ง พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 70 dB(A) และระดับเสียงสูงสุด ไม่เกิน 115 dB(A)

ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ เพื่อประเมินการสัมผัสเสียง สำหรับฝ้าระวังและป้องกันการสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและมีการออกกฎหมายกำหนดมาตรฐานเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานที่สำคัญมีอยู่ คือ กระทรวงแรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

วิธีการตรวจวัดระดับเสียงในสถานประกอบการ

การตรวจวัดระดับเสียงเป็นการวัดพลังงานที่คาดว่าจะผ่านเข้าสู่ร่างกายมนุษย์โดยพลังงานดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นคลื่น ดังนั้นในการพิจารณาเรื่องระดับเสียงจึงต้องพิจารณาจากคุณสมบัติของคลื่นซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดคือความถี่ และ Amplitude คลื่นในแต่ละความถี่มีผลกระทบต่อการได้ยินหรือการรู้สึกแตกต่างกันดังนั้นในการพิจารณาระดับความรุนแรงของปัญหาของมลพิษทางเสียงจำเป็นต้องพิจารณาความถี่ของคลื่นที่เข้ามากระทบควบคู่กับ Amplitude ด้วยเสมอ

1. พารามิเตอร์ที่ควรทราบในการตรวจวัดระดับเสียงในสถานประกอบการ

สิ่งที่แสดงให้เห็นทราบค่ามลพิษทางเสียงในสถานประกอบการโดยมากแสดงในรูปของ Leq , $Lmax$, $Lmin$ และค่า Peak ในหน่วย dB(A) มีรายละเอียดดังนี้

Leq (Equivalent Sound Level) คือค่าระดับเสียงเทียบเท่าค่าระดับเสียง SPL ซึ่งมีพลังงานโดยเฉลี่ยคงที่ตลอดระยะเวลาที่วัดเสียงเท่ากับพลังงานของเสียงที่เกิดขึ้นจริงตลอดเวลานั้นจึงแตกต่างจากค่าเฉลี่ยทางสถิติ เนื่องจากค่า Leq เป็นค่าเฉลี่ยของพลังงานเสียงในช่วงเวลาต่างๆ จึงต้องระบุช่วงเวลาด้วย เช่น $Leq(1)$ หมายถึงค่าระดับเสียง 1 ชั่วโมง $Leq(24)$ หมายถึงวัดค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ค่า Leq นี้ สามารถนำมาใช้ในการประเมินมลพิษทางเสียงจากการจราจรและในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้

$Lmax$ คือ ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการตรวจวัดโดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A และตั้งการตอบสนองของเครื่องแบบ slow

$Lmin$ คือ ค่าระดับเสียงต่ำสุดจากการตรวจวัดโดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A และตั้งการตอบสนองของเครื่องแบบ slow

Peak คือ ระดับเสียงสูงสุด (Peak) ของการทำงานแต่ละวันจากค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (TWA) รวมทั้งเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or Impulse Noise) จะต้องไม่เกินกว่า 140 dB(A)

ค่า Criterion Level (Lc) หมายถึงค่าระดับ เสียงที่ยอมให้สัมผัสได้ใน 8 ชั่วโมง/วัน ตามกฎหมายหรือ ค่ามาตรฐานที่เสนอแนะอื่นๆ (โดยทั่วไปนิยมกำหนดอยู่ที่ 85 dB หรือ 90 dB) สำหรับประเทศไทยกฎหมายกำหนด ไว้เท่ากับ 90 dB

ค่า Exchange Rate หรือ Energy Exchange Rate (Er) หรือ Equal energy หมายถึง ค่าทางทฤษฎีซึ่งแสดงถึงอัตราที่พลังงานเสียงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อระดับเสียงเพิ่มขึ้นตามที่กำหนด (โดยทั่วไปที่ นิยมกำหนดอยู่ 2 อัตราคือ ที่ 3 dB หรือ 5 dB) สำหรับ ประเทศไทยกฎหมายกำหนดไว้เท่ากับ 5 dB นอกจากนี้จาก ค่า Exchange Rate นี้ทำให้การคำนวณเวลาการทำงานที่ยอมให้ได้รับเสียง หรือระยะเวลาการสัมผัสเสียง พบว่า กรณีที่ค่าระดับเสียงเพิ่ม ขึ้น 5 dB(A) ส่งผลให้ระยะเวลาการสัมผัสเสียงลดลงครึ่งหนึ่ง เช่น จากระดับเสียง 90 dB(A) เพิ่มขึ้นเป็น 95 dB(A) ระยะเวลาการสัมผัสเสียงลดลงจาก 8 ชั่วโมง เหลือ 4 ชั่วโมง เป็นต้น หรือในทางกลับกันอาจกล่าวได้ว่าเมื่อค่าระดับเสียง ลดลง 5 dB(A)

พบว่าระยะเวลาการสัมผัสเสียงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่น จากค่าระดับเสียง 95 dB(A) ลดลงเป็น 90 dB(A) ระยะเวลาการสัมผัสเสียงเพิ่มขึ้นจาก 4 ชั่วโมง เป็น 8 ชั่วโมง เป็นต้น

ค่า Threshold Level หมายถึงค่าระดับเสียง ต่ำสุดที่เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) จะนำไปคำนวณปริมาณเสียงสะสมให้ สำหรับประเทศไทย กฎหมายกำหนดไว้เท่ากับ 80 dB หมายความว่าค่าระดับ เสียงที่ต่ำกว่า 80 dB จะไม่ถูกนำมาคำนวณหาปริมาณเสียงสะสมที่ ผู้ปฏิบัติงานได้รับ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 2.1 เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) และฟองน้ำกันลม (Wind Screen)
- 2.2 การใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter)
- 2.3 เครื่องมือสอบเทียบ (Noise Calibrator)
- 2.4 ขาตั้ง (Tripod) ตลับเมตร นาฬิกาจับเวลา อุปกรณ์สำหรับจดบันทึกและแบบฟอร์ม

3. วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับเสียง

3.1 การเดินสำรวจเบื้องต้น (Walk Through Survey) ควรดำเนินการในบริเวณที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถสนทนาหรือสื่อสารกันได้ในระดับเสียงปกติ ในบริเวณที่มีผู้ปฏิบัติงานหรือหลังเลิกงาน ในบริเวณที่มีการร้องเรียนจากผู้ปฏิบัติงาน หรือบริเวณที่สงสัยว่ามีระดับเสียงดังเกินค่ามาตรฐาน ข้อมูลนี้เป็นเพียงการระบุว่ามีปัญหาเรื่องเสียงดังเกิดขึ้นในบริเวณนั้นหรือไม่

3.2 การศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการตรวจวัดเสียง ซึ่งข้อมูลที่ควรทำการตรวจสอบมีดังนี้

3.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้ปฏิบัติงาน เช่น จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสกับเสียงดัง

ระยะเวลาในการรับสัมผัสของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน ระยะทางระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับแหล่งกำเนิดเสียง ปัญหาและสมรรถภาพเกี่ยวกับการได้ยินของผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่มีการใช้อยู่ เป็นต้น

3.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและเครื่องจักร เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิต สภาพของเครื่องจักร (อายุการใช้งาน การบำรุงรักษา) กำลังในการใช้งานเครื่องจักร มาตรการป้องกันที่มีอยู่ เป็นต้น

3.2.3 ข้อมูลด้านโครงสร้างอาคาร เช่น ขนาดและรูปร่างของสถานที่ตั้งของบริเวณที่จะทำการตรวจวัดระดับเสียง แผนผังแสดงการติดตั้งเครื่องจักร วัสดุที่ใช้ในการสร้างในบริเวณนั้น เป็นต้น

3.3 การปฏิบัติเบื้องต้นก่อนการตรวจวัดระดับเสียง

3.3.1 ตรวจสอบมาตรฐานหรือกฎหมายที่จะใช้ในการประเมินระดับเสียง

3.3.2 ตรวจสอบแบตเตอรี่ของเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงและเครื่องมือสอบเทียบ

3.3.3 ทำการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง

3.3.4 กำหนดจุดที่จะทำการตรวจวัดพร้อมวางแผนผังแสดงจุดตรวจวัด

3.3.5 กำหนดทิศทางและตำแหน่งของไมโครโฟนให้ถูกต้อง

3.3.6 เลือกตัวตอบสนองและ Weighting Network ให้ถูกต้องตาม

4. การดำเนินการเก็บตัวอย่างระดับเสียงกรณีพนักงานทำงานอยู่ในพื้นที่และมีระดับเสียง สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

การใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง (Sound Level Meter) ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งซึ่งมีระดับเสียงดังคงที่มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทำการตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

4.1.1 Weighting Network A

4.1.2 การตอบสนองแบบช้า (Slow)

4.1.3 ช่วงการตรวจวัดสูง

4.1.4 อัตราที่พลังงานเสียงเพิ่มเป็นสองเท่า (Energy Exchange Rate) ที่ 5

4.1.5 ให้เปรียบเทียบการอ่านค่าระดับเสียงของเครื่องวัดระดับเสียงทั้งแบบ External Calibration และ Internal Calibration ทุกครั้งก่อนการตรวจวัดระดับเสียง

4.2 ทำการสวมฟองน้ำกันลม (Wind Screen) ที่ไมโครโฟน แล้วทำการตรวจวัดโดยให้ไมโครโฟนอยู่ที่ระดับหูของผู้ปฏิบัติงานรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตร หากทำการถือให้ยื่นเครื่องมือตรวจวัดออกไปในลักษณะเฉียงให้ห่างจากตัวมากที่สุดเพื่อป้องกันการสะท้อนของเสียง

4.3 กรณีติดตั้ง ติดตั้งเครื่องวัดเสียงกับขาตั้งให้มั่นคงทำการสวมฟองน้ำกันลม (Wind Screen) ที่ไมโครโฟน (ภาพที่ 4.13)

ภายนอกอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ ภายในอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 1 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ และห่างจากช่องหน้าต่างอย่างน้อย 1.5 เมตร



ภาพที่ 4.13 การติดตั้งเครื่องวัดเสียงกับขาตั้งที่ความสูงระหว่าง 120-150 เซนติเมตร
ที่มา: ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560)

4.4 ทำการอ่านค่า TWA ที่ตรวจวัดได้ พร้อมทั้งบันทึกระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด แล้วนำค่า TWA ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือกฎหมายหรือหากไม่มีค่าในตาราง (ตารางที่ 4.4) ให้ใช้สูตรคำนวณเพื่อหาระยะเวลาที่สามารถทำงานในพื้นที่ดังกล่าวในกรณีค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ที่ได้จากการคำนวณมีเศษทศนิยมให้ตัดเศษทศนิยมออก คำนวณจากสมการ (4.16)

$$T = \frac{8}{2(L-85)/3} \dots \dots \dots (4.16)$$

เมื่อ

T คือเวลาที่ยอมให้ได้รับเสียง (ชั่วโมง)

L คือระดับเสียง (dB(A))

ตารางที่ 4.4 ส่วนหนึ่งของตารางท้ายกฎกระทรวงกำหนดค่ามาตรฐาน TWA

เวลาการทำงานที่ได้รับเสียง (ชั่วโมง)(นาที)	ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ที่อนุญาตให้สัมผัสได้ในแต่ละวัน
16	82
12.42	83
10.5	84
8	85
6.21	86
5.2	87
4	88
3.11	89
2.31	90
2	91
1.35	92
1	93
.....

ที่มา: กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียงพ.ศ. 2559 (หมวด 3 เสียง)

5. การดำเนินการเก็บตัวอย่างระดับเสียงกรณีพนักงานทำงานหลายหน้าที่และมีระดับเสียงไม่สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

5.1 ทำการตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

5.1.1 Weighting Network A

5.1.2 การตอบสนองแบบช้า (Slow)

5.1.3 ช่วงการตรวจวัดสูง

5.1.4 อัตราที่พลังงานเสียงเพิ่มเป็นสองเท่า (Energy Exchange Rate) ที่ 5

5.1.5 ให้ปรับเทียบการอ่านค่าระดับเสียงของเครื่องวัดระดับเสียงทั้งแบบ External Calibration และ Internal Calibration ทุกครั้งก่อนการตรวจวัดระดับเสียง

5.2 ทำการสวมฟองน้ำกันลม (Wind Screen) ที่ไมโครโฟน แล้วทำการตรวจวัดโดยให้ไมโครโฟนอยู่ที่ระดับความสูง 120-150 เซนติเมตร ในลักษณะเฉียงให้ห่างจากตัวมากที่สุดเพื่อป้องกันการสะท้อนของเสียง (ภาพที่ 4.14)



ภาพที่ 4.14 การติดตั้งเครื่องวัดเสียงกรณีพนักงานทำงานหลายงานใน 8 เซนติเมตร

ที่มา: นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย, (2560)

5.3 ทำการอ่านค่าระดับความดังเสียง ณ ระดับเสียงต่างๆ และระยะเวลาทำงานที่สัมผัสกับเสียงที่ระดับความดังต่างๆ แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาระดับความดังเสียงเฉลี่ยที่ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานจากสมการ (4.17)

$$Leq = 10 \log \left[\frac{T_1 \times 10^{L_1/10} + \dots + T_n \times 10^{L_n/10}}{T_1 + \dots + T_n} \right] \dots \dots \dots (4.17)$$

เมื่อ **Leq** คือ ค่าเฉลี่ยของระดับความดังที่ 8 ชั่วโมง

Ln คือ ระดับความดังของเสียงซึ่งวัดครั้งที่ **n**

Tn คือ ระยะเวลาที่ทำการวัดระดับเสียง

5.4 หาระยะเวลาที่สามารถทำงานอย่างปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับระดับเสียงที่ตรวจวัดใช้สมการเดียวกันกับการตรวจวัดในข้อที่ 5 หรือสมการ (4.16)

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}} \dots \dots \dots (4.16)$$

6.5 ประเมินปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (% Dose) ในช่วงเวลาต่างๆ

$$D = \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \times 100 \dots \dots \dots (4.17)$$

เมื่อ **D** คือ ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (% Dose)

Cn คือ ระยะเวลาที่สัมผัสเสียงระดับหนึ่งๆ

Tn คือ ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสเสียงระดับหนึ่งๆ

5.6 คำนวณหาระดับเสียงดังเฉลี่ย (TWA) ที่คนงานสัมผัสตลอดระยะเวลาทำงานในแต่ละวัน โดยนำค่า **D** จากสมการ (4.17) แทนในสมการ (4.18)

$$TWA_{8hr} = 85 + 16.61 \log \left(\frac{D}{100} \right) \dots \dots \dots (4.18)$$

เมื่อ **D** คือ ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในรูปเปอร์เซ็นต์ (ร้อยละ)

TWA_{8hr} คือระดับเสียงเฉลี่ยตลอดแปดชั่วโมงหน่วยเป็น **dB(A)**

6. การใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter)

ใช้เพื่อวัดปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ทำการตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

6.1.1 ตั้งค่า Threshold Level ที่ 80 dB(A)

6.1.2 ตั้งค่า Criteria Level ที่ 90 dB(A)

6.1.3 อัตราที่พลังงานเสียงเพิ่มเป็นสองเท่า (Energy Exchange Rate) ที่ 5

6.1.4 ให้เปรียบเทียบการอ่านค่าระดับเสียงของเครื่องวัดระดับเสียงทั้งแบบ External Calibration และ Internal Calibration ทุกครั้งก่อนการตรวจวัดระดับเสียง

6.2 นำเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมติดที่เข็มขัดหรือกระเป๋าของผู้ปฏิบัติงาน และติดตั้งไมโครโฟนไว้ที่บ่าหรือปกเสื้อของผู้ปฏิบัติงานไม่ให้หลุดหรือแกว่ง โดยมีรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากหูของผู้ปฏิบัติงาน (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.15 การติดตั้งเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม

ที่มา: CHRIS SHAW, (2013)

6.3 อธิบายข้อปฏิบัติและข้อห้ามต่างๆให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจ เช่น ไม่พูดหรือส่งเสียงใส่ไมโครโฟนและทำการเปิดเครื่องเพื่อเริ่มบันทึกค่าระดับเสียง

6.4 อ่านค่าปริมาณเสียงสะสมที่ตรวจวัดได้ (Dose) แล้วนำไปคำนวณหาค่า TWA ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (D) โดยทั่วไปสามารถวัดได้โดยเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) แต่การประเมินเสียงตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายนั้นไม่ได้พิจารณาจากปริมาณเสียงสะสม

ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (D) หากแต่พิจารณาจากค่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TWA) ซึ่งปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (D) สามารถแปลงเป็นระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานได้จากสมการ (4.18)

$$TWA_{8hr} = 85 + 16.61 \log \left(\frac{D}{100} \right) \dots\dots\dots (4.18)$$

เมื่อ D คือ ปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในรูปเปอร์เซ็นต์ (ร้อยละ)
 TWA_{8hr} คือระดับเสียงเฉลี่ยตลอดแปดชั่วโมงหน่วยเป็น dB(A)

การวิเคราะห์ผลจากการตรวจวัด

กรณีการตรวจวัดหาปริมาณการสัมผัสเสียงเฉลี่ยของคนงานช่างกลึงโลหะ คนงานทำงานหน้าที่ต่างๆ ใน 8 ชั่วโมง ที่แตกต่างกัน คืองานตัด ระดับความดัง 76.2 dB(A) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง งานกลึง ระดับความดัง 70.2 dB(A) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และงานขัดระดับความดัง 78.1 dB(A) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากผลการตรวจวัดสามารถคำนวณ และวิเคราะห์ผลสำหรับปริมาณการสัมผัสเสียงเฉลี่ยของคนงานช่างกลึงได้ดังนี้

1. คำนวณระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสเสียงระดับหนึ่งๆ

จากสมการ $T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$

งานตัด

$$T1 = \frac{8}{2^{(76.2-85)/3}}$$

$$T1 = 8 \times 2^{2.93}$$

$$T1 = 61.10 \text{ hr.}$$

งานกลึง

$$T2 = \frac{8}{2^{(70.2-85)/3}}$$

$$T1 = 8 \times 2^{4.93}$$

$$T2 = 244.43 \text{ hr.}$$

งานขัด

$$T3 = \frac{8}{2^{(78.1-85)/3}}$$

$$T3 = 8 \times 2^{2.3}$$

$$T3 = 39.39 \text{ hr.}$$

2. ประเมินปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (% Dose) ในช่วงเวลาต่างๆ

$$\text{จากสมการ } D = \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \times 100$$

$$D = 100 \left[\frac{2}{61.10} \right] + \left[\frac{2}{244.43} \right] + \left[\frac{4}{39.39} \right]$$

$$= 100 (0.03 + 0.008 + 0.10)$$

$$= 100 (0.138)$$

$$= 13.8$$

3. คำนวณหาระดับเสียงดังเฉลี่ย (TWA)

$$\text{จากสมการ } TWA_{8hr} = 85 + 16.61 \log \left(\frac{D}{100} \right)$$

$$= 85 + 16.61 \log \left[\frac{13.8}{100} \right]$$

$$= 101.61 \log 0.138$$

$$= 87.39 \text{ dB(A)}$$

สรุปตามกฎหมายกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2559 (หมวด 3 เสียง) ตารางที่ 4.4 กำหนดมาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน เวลาการทำงานที่ได้รับเสียง 8 ชั่วโมง ในการทำงานในแต่ละวันระดับเสียงที่นำมาเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (TWA) ไม่เกิน 85dB(A) ผลจากการคำนวณ 87.38 dB(A) เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดกำหนด ต้องมีการแก้ไขที่ต้นกำเนิด ทางผ่าน และป้องกันตัวบุคคล และจะต้องทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินตามกฎหมาย

การรายงานผล

การประเมินปริมาณเสียง สถานประกอบกิจการต้องดำเนินการตามกฎหมายตามกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549 (หมวด 3 เสียง) คือ ข้อ 3 นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงาน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความร้อน แสงสว่าง หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง ให้นายจ้างดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานฯ เพิ่มเติมภายใน 90 วันนับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง

เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อการควบคุมเสียง

ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ ได้กำหนดให้

ข้อ 3 นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับเสียงภายในสถานประกอบกิจการในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงาน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์ กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง ให้นายจ้างดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานฯ เพิ่มเติมภายใน 90 วันนับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง

ข้อ 12 ประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการตรวจวัดระดับเสียง ได้แก่ การระเบิด ย่อย โม่หรือบดหิน ผลิตน้ำตาลหรือทำให้บริสุทธิ์ การผลิตน้ำแข็ง การปั่นทอโดยใช้เครื่องจักร การผลิตเครื่องเรือน เครื่องใช้จากไม้การผลิตเยื่อกระดาษหรือกระดาษ กิจการที่มีการป้อนหรือเจียรโลหะ กิจการที่มีแหล่งกำเนิดเสียงหรือสภาพการทำงานที่อาจทำให้ลูกจ้างได้รับอันตรายเนื่องจากเสียง

จากประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานฯ ดังกล่าวจำเป็นต้องดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงาน และดำเนินการลดเสียงในกรณีที่เสียงดังอยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน (สรารุช สุธรรมมาสา, 2562) ได้อธิบายถึงหลักการพิจารณาดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสมที่จะทำการควบคุมเสียง

ในกรณีที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องที่ต่างก็มีเสียงดังและติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน มีความจำเป็นที่จะต้องทำการพิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าจะต้องทำการควบคุมเสียงทุกเครื่องหรือไม่ หรือสามารถเลือกควบคุมที่เครื่องจักรเครื่องใด ที่เมื่อทำการควบคุมแล้วจะทำให้ผลรวมของเสียง ณ บริเวณนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

กรณีตัวอย่างต่อไปนี้ เพื่อจะเข้าใจได้ว่าการพิจารณาเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสมที่จะทำการควบคุมเสียงเป็นเรื่องสำคัญ และทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน

กำหนดให้ทำการวัดเสียง ณ ตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานทำงาน ผลการวัดเสียงจากเครื่องจักรจำนวน 3 เครื่อง พบว่ามีความดัง ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดเครื่องจักรพร้อมกันทั้ง 3 เครื่อง เสียงดังเท่ากับ	92 dB(A)
กรณีที่ 2 ปิดเฉพาะเครื่องจักร ก เสียงดังเท่ากับ	92 dB(A)
กรณีที่ 3 ปิดเฉพาะเครื่องจักร ข เสียงดังเท่ากับ	89 dB(A)
กรณีที่ 4 ปิดเฉพาะเครื่องจักร ค เสียงดังเท่ากับ	88 dB(A)

จากตัวอย่างกรณีที่ 1-4 แสดงว่า เครื่องจักร ก ไม่ได้เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ เพราะเมื่อปิดเครื่องจักร ก แล้วระดับเสียงยังคงดังเท่าเดิม (เท่ากับเมื่อเปิดทั้ง 3 เครื่องพร้อมกัน) แสดงว่า เครื่องจักร ก ทำให้เกิดเสียงดังต่ำกว่า 82 dB(A) ดังนั้น ถ้าลงทุนทำการควบคุมเสียงที่เครื่องจักร ก ก็จะไม่คุ้มค่าโดยไม่ได้ประโยชน์ใดๆ

ในกรณีปิดเฉพาะเครื่องจักร ข หรือ ค ก็ตาม พบว่าเครื่องจักรทั้งสองเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่มีความสำคัญ เพราะเมื่อปิดเฉพาะเครื่องจักร ข ผลรวมของเสียงจะลดลงเป็น 89 dB(A) แสดงว่า เครื่องจักร ค ทำให้เกิดเสียง dB(A) และเมื่อปิดเฉพาะเครื่องจักร ค ผลรวมของเสียงลดลงเหลือ 88 dB(A) (แสดงว่าเครื่องจักร ข ทำให้เกิดเสียง 88 dB(A) ซึ่งทั้ง 2 ค่านี้ต่ำกว่าเมื่อเปิดเครื่องจักรทั้งหมดพร้อมกัน แสดงว่าเครื่องจักร ข และ ค มีความสำคัญ และควรทำการพิจารณาต่อว่าควรควบคุมเสียงที่เครื่องจักรใดระหว่างเครื่องจักร ข และ ค

จากนี้ ควรทำการวัดเสียงที่ความถี่ต่างๆ ด้วย Octave band analyzer เพื่อศึกษาว่า เครื่องจักร ข และ ค เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่ย่าน หรือช่วงความถี่ต่ำหรือความถี่สูง หรืออาจใช้วิธีต่างๆ ด้วยเครื่องมือวัดเสียงเพียงอย่างเดียวก็ได้ โดยให้วัดเสียงเป็นหน่วย dB(A) และหน่วย dB(C) จากนั้นก็นำมาลบกัน หากมีผลต่างกันตั้งแต่ 3 ขึ้นไป แสดงว่าเครื่องจักรนั้นก่อให้เกิดเสียงดังที่ย่านความถี่ต่ำเป็นส่วนใหญ่ และถ้าผลต่างมีค่าน้อยกว่า 3 แสดงว่าเสียงดังนั้นเป็นเสียงในย่านความถี่สูง ในที่นี้สมมติให้ เครื่องจักร ข เป็นเสียงในย่านความถี่ต่ำ และเครื่องจักร ค เป็นเสียงในย่านความถี่สูง ในกรณีเช่นนี้ก็ สามารถสรุปได้ว่าควรเลือกเครื่องจักร ค มาทำการควบคุมเสียง ทั้งนี้ เพราะการลดเสียงที่ความถี่สูงจะทำได้ง่ายกว่า

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เครื่องจักร ค ทำให้เกิดเสียงดัง 89 dB(A) จึงต้องวางหรือกำหนดเป้าหมายที่จะลดระดับเสียงลงมาให้เหลือ 86 dB(A) เพราะหากทำได้ ผลรวมของเครื่องจักร ค (=86) กับเครื่องจักร ข (=88) จะเท่ากับ 90 dB(A) (หมายเหตุ: กรณีนี้เป็นกรณียกเว้นโดยกำหนดค่าเป้าหมายไว้เท่ากับระดับเสียงที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ 90 dB(A) สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง หากต้องการใช้ค่ามาตรฐานที่ 85 dB(A) ก็สามารถทำได้ตามแนวทางที่ได้แสดงไว้ข้างต้น)

2. วิธีป้องกันควบคุมอันตรายจากเสียงดัง

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียงดัง มีหลักการสำคัญ 4 ประการ คือ การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด การควบคุมที่ทางผ่าน การควบคุมที่ตัวบุคคล และจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

วิธีที่ 1 การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด ซึ่งควรพิจารณาเป็นลำดับแรก เช่น การออกแบบเครื่องจักรเครื่องมือให้ทำงานเงียบ การออกแบบจัดผังการทำงานเพื่อลดการสัมผัสเสียง การจัดที่ครอบปิดเครื่องจักรการติดตั้งในตำแหน่งให้มั่นคงและการใช้อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน หรือการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงที่แหล่งกำเนิด เช่น Silencers, Muffler, Vibration Isolators, Damper Treatments เป็นต้น และการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบและสม่ำเสมอ

วิธีที่ 2 การควบคุมที่ทางผ่าน เป็นการควบคุมเพื่อต้องการ ลดระดับเสียงที่จะมาถึงหูของผู้ปฏิบัติงานสามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดและบริเวณที่มีผู้ปฏิบัติงานอยู่ การปิดกันห้องหรือทำฉากกำบังกันทางเดินเสียง การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงที่เพดานหรือฝ้าผนัง

วิธีที่ 3 การควบคุมเสียงที่ผู้ปฏิบัติงาน เป็นการควบคุมโดยให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังให้น้อยที่สุด โดยอาจหมุนเวียนคนทำงาน การจัดทำเป็นห้องควบคุม การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน การใช้ที่อุดหูหรือที่ครอบหูบางครั้งอาจต้องสวมใส่ทั้งที่อุดหูและที่ครอบหูพร้อมกัน หากต้องปฏิบัติงานสัมผัสเสียงดังกว่า 115 dB(A) เนื่องจากการสวมใส่ที่อุดหูหรือที่ครอบหูอย่างใดอย่างหนึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน

วิธีที่ 4 จัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยิน (Hearing Conservation) เป็นมาตรการที่จัดทำขึ้นสำหรับลดการสัมผัสเสียงดังจากการทำงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดและป้องกันการสูญเสียการได้ยิน โดยระดับเสียงที่ต้องดำเนินการมาตรการอนุรักษ์การได้ยิน (Action level) เมื่อพบว่าผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป โดยมีรายละเอียดที่ต้องดำเนินการดังนี้ คือ นโยบายการอนุรักษ์การได้ยิน การเฝ้าระวังเสียงดัง (Noise Monitoring) การเฝ้าระวังการได้ยิน (Hearing Monitoring) หน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง การจัดทำและติดแผนผังแสดงระดับเสียง การอบรมให้ความรู้ การประเมินและทบทวนการจัดการมาตรการอนุรักษ์การได้ยิน

กรณีศึกษา

Acoustic Expert (2020) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาเสียงดัง โรงงานกล่องกระดาษสยามบรรจุมณฑลบางคูวัด พบว่า ปัญหาเสียงดังนั้น มีต้นตอมาจาก “ท่อส่งเศษกระดาษ” โดยในเบื้องต้น ได้มีการนำเอาฉนวนใยแก้วมาหุ้มท่อเอาไว้ และหุ้มทับด้วยแจ็กเก็ตในบริเวณส่วนข้อต่อ เพื่อหวังว่าเสียงดังจะลดลง แต่ปรากฏว่ากลับทำให้มีเสียงดังขึ้นกว่าจุดอื่นๆ เนื่องมาจากกระดาษจะกระทบกันมากกว่า หลังจากการลงสำรวจพื้นที่จริงและทราบถึงสาเหตุที่มาของปัญหาเสียงดังแล้ว จึงได้ทำการ “ตรวจวัดระดับค่าความดังเสียง” เพื่อให้ทราบอย่างแน่ชัดว่า ณ ปัจจุบัน ปัญหาเสียงดังในบริเวณดังกล่าวนี้มีค่าเท่าไร เพื่อให้สามารถวางแผนในการแก้ไขได้อย่างเหมาะสม โดยผลจากการวัดระดับค่าเสียงนั้นปรากฏว่า มีความดังอยู่ที่ 83.0 dB ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดังค่อนข้างมาก และรบกวนการทำงานของพนักงาน

แนวทางการปรับปรุงลดระดับเสียง

อาศัยหลักการการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด ซึ่งควรพิจารณาเป็นลำดับแรก เช่น การออกแบบเครื่องจักรเครื่องมือให้ทำงานเงียบ

หลังจากตรวจวัดค่าจนทราบระดับความดังของเสียงแล้ว ได้ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการใช้ “ฉนวนใยแก้ว” หุ้มท่อลำเลียงเศษกระดาษ หลังจากนั้นจึงใช้ “Rubber Foam” ซึ่งเป็นวัสดุที่ผลิตจากเทคโนโลยีชั้นนำของประเทศญี่ปุ่น และเป็น Polymer ชนิดที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่น กันน้ำได้ และ

สามารถกันเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ มาหุ้มท่อลำเสียงเศษกระดาษเอาไว้อีกชั้น เพื่อให้สามารถลดความดังของเสียงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

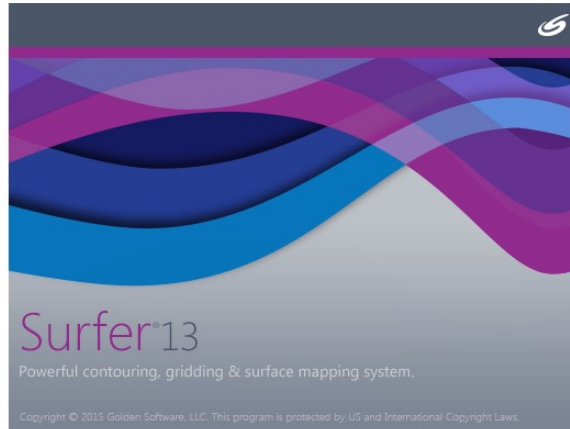
ภายหลังจากการดำเนินการออกแบบและแก้ไขปัญหาเสียงดังท่อลำเสียงเศษกระดาษ และเก็บรายละเอียดหน้างานให้เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการตรวจวัดระดับค่าความดังเสียงอีกครั้ง เพื่อประเมินผลการทำงาน ซึ่งปรากฏว่า เสียงภายหลังจากการติดตั้งฉนวนใยแก้ว และ Rubber Foam แล้ว สามารถทำให้ความดังเสียงลดลงไปได้ถึง 11.7 dB โดยลดจาก 83.0 dB ลงไปเหลือเพียง 71.3 dB ซึ่งถือว่าเป็นระดับความดังที่ผ่านมาตรฐานระดับเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม และทำให้พนักงานทำงานได้อย่างราบรื่น สบายใจ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาการแก้ไขปัญหาเสียงดังของโรงงานผลิตกระดาษ สยามบรรจุกัมภ์ บางคูวัด จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ที่มาของปัญหาเสียงดังนั้น จะแตกต่างจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป คือไม่ใช่ห้องเครื่องจักรที่เป็นห้องสี่เหลี่ยม แต่เป็นท่อลำเสียงกระดาษที่มีรูปทรงที่แตกต่างไป นั่นเองจึงทำให้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้แผ่นกันเสียงที่เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมที่เป็นมาตรฐานได้ แต่ต้องใช้การออกแบบแก้ไขปัญหาแบบเฉพาะทาง ซึ่งจุดนี้ยังเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันได้เป็นอย่างดีว่า สำหรับปัญหาเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีความยากและซับซ้อนกว่าปัญหาเสียงในอาคารที่อยู่อาศัยทั่วไป

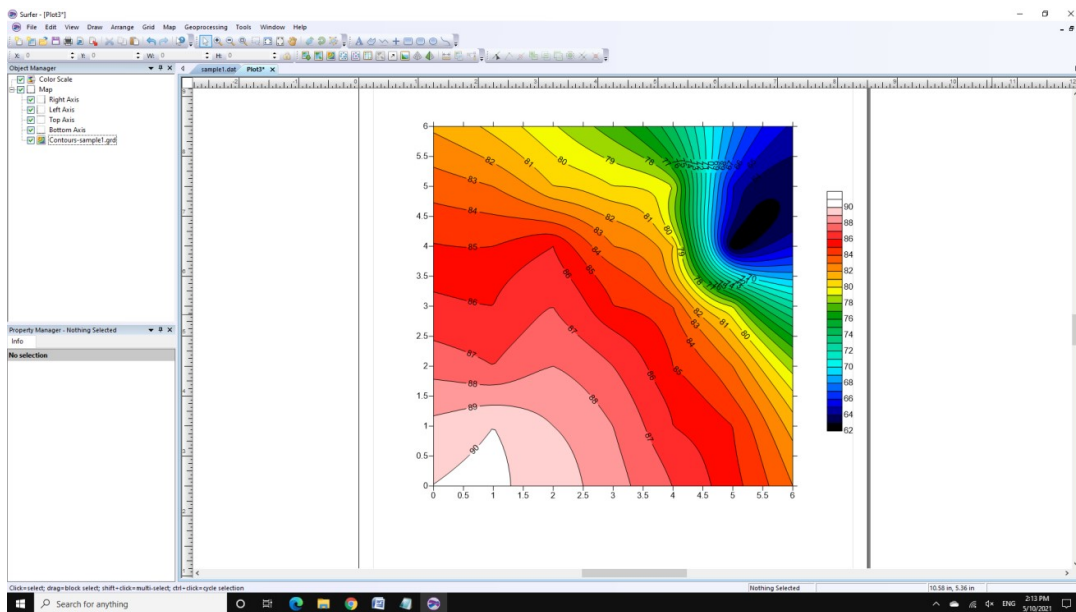
โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์เสียงรบกวน

การนำโปรแกรม Surfer 13 มาประยุกต์ใช้สำหรับวิเคราะห์ระดับเสียงในกระบวนการของอุตสาหกรรม สามารถจำลอง วิเคราะห์ และทำความเข้าใจข้อมูลในทุกแง่มุมได้ง่ายขึ้น โดยการทำความเข้าใจระดับเสียง (Noise Contour Map) ช่วยทำให้เราเข้าใจและเห็นภาพรวมของระดับเสียงที่เกิดขึ้นทั้งพื้นที่ที่มีการจัดทำ ทำให้เราเข้าใจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และเราสามารถนำข้อมูล Noise Contour ที่ได้ไปวางแผนและบริหารจัดการกับปัญหาเสียงดังที่เกิดขึ้นได้ต่อไป

Golden Software Surfer เป็นโปรแกรมสำหรับการทำแผนที่พื้นผิวรูปร่าง 3D และการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ทำงานภายใต้ Microsoft Windows สำหรับสร้างแผนที่ 3 มิติ สามารถจำลอง วิเคราะห์ และทำความเข้าใจข้อมูลในทุกแง่มุมได้ง่ายขึ้น การสลับระหว่างมุมมอง 2D และ 3D ของ Surfer ช่วยค้นพบรูปแบบและแนวโน้มของข้อมูลทั้งหมดได้สะดวกขึ้น สามารถแปลงข้อมูลให้เป็นรูปทรงที่โดดเด่นพื้นผิว 3 มิติ, โครงร่าง 3 มิติ, เวกเตอร์, รูปภาพ, Shaded Relief และ Post Maps แผนที่ของคุณแทบทุกด้านสามารถปรับแต่งเพื่อสร้างงานนำเสนอที่ต้องการได้ โปรแกรม Surfer เป็นโปรแกรมการทำแผนที่แบบกริดที่สอดแทรกข้อมูล XYZ ที่เว้นระยะไม่สม่ำเสมอลงในตารางที่เว้นระยะสม่ำเสมอ นักศึกษาสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Surfer 13 ใช้ได้ฟรีได้จากเว็บไซต์ผู้พัฒนาโปรแกรม (ตาม URL นี้ <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>) แสดงลักษณะของโปรแกรม ดังนี้

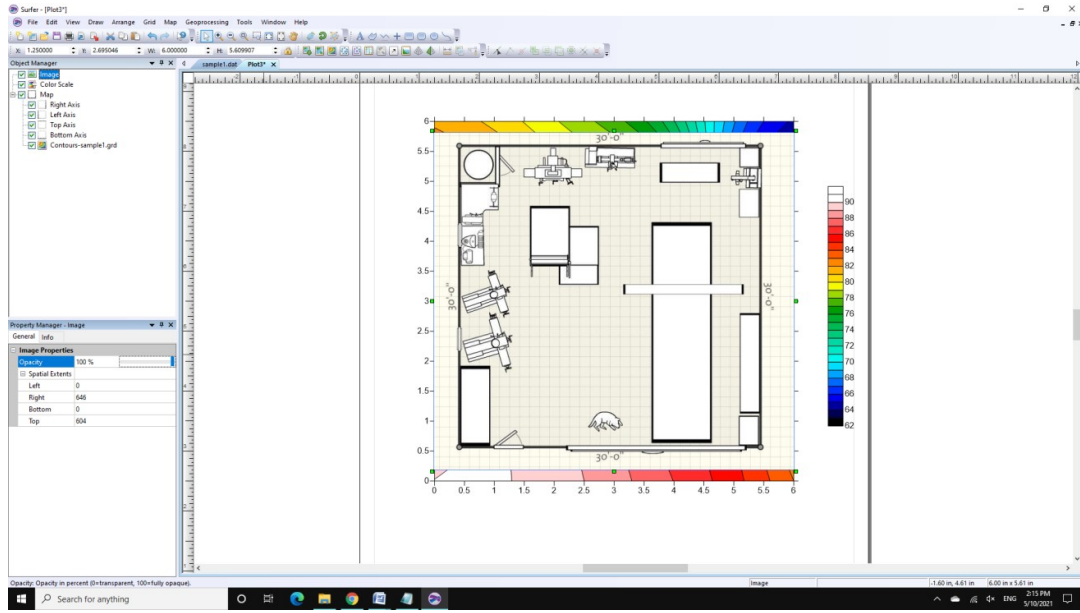


ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างโปรแกรม Surfer 13
ที่มา: บริษัท Goldensoftware, LLC

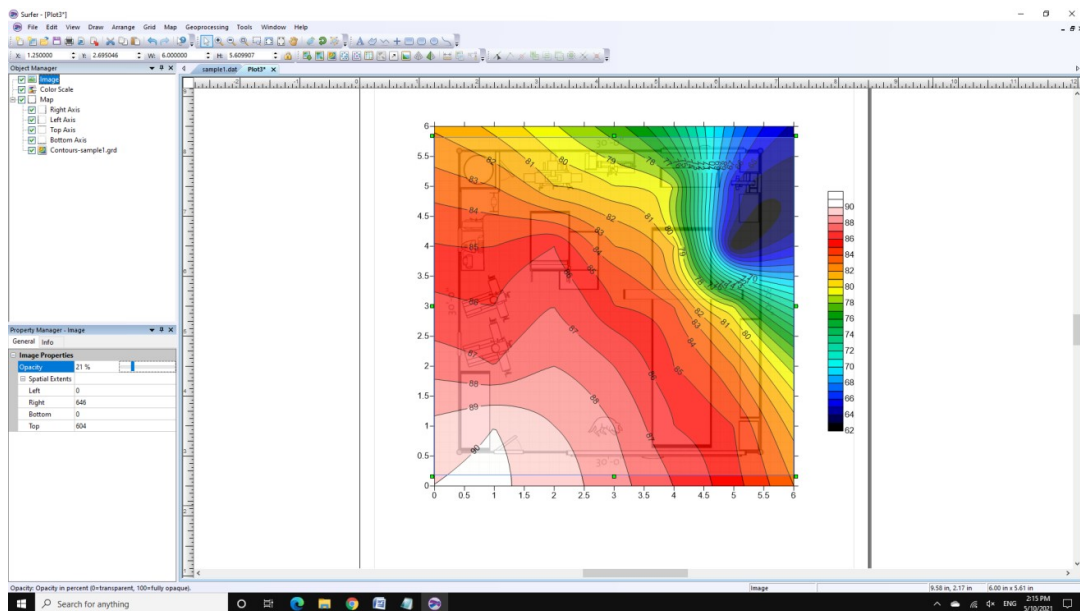


ภาพที่ 4.17 สาธิตการใช้โปรแกรม Surfer 13 สร้าง Noise Contour

จากภาพที่ 4.17 เป็นการใช้โปรแกรม Surfer 13 สร้าง Noise Contour โดยนำค่าเสียงที่ตรวจวัดได้จาก Sound Level Meter มาสร้าง Work Sheet ในแนวแกน XYZ โปรแกรมจะวิเคราะห์ออกมาในลักษณะเส้นเสียง Noise Contour ซึ่งสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้



ภาพที่ 4.18 สาธิตการ Export Layout แผนผังการผลิตสู่โปรแกรม Surfer 13



ภาพที่ 4.19 สาธิตการใช้โปรแกรม Surfer 13 สร้าง Noise contour ร่วมกับแผนผังการผลิต

จากภาพที่ 4.18-4.19 เป็นการ Export Layout แผนผังการผลิตสู่โปรแกรม Surfer 13 เป็นการนำแผนที่กระบวนการผลิตของโรงงานวางบน Noise Contour ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วว่าพื้นที่บริเวณใดบ้างที่มีค่าเสียงเกินค่ามาตรฐานหรือมีความเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ช่วยทำให้เรา

เข้าใจและเห็นภาพรวมของระดับเสียงที่เกิดขึ้นทั้งพื้นที่ และสามารถวางแผนและบริหารจัดการกับปัญหาเสียงดังที่เกิดขึ้นได้ต่อไป

จำกัดของ Noise Contour Map คือแสดงให้เห็นแค่ระดับความดังเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) ในระยะเวลาหนึ่งที่ทำกรเก็บข้อมูลเสียงมาเท่านั้น แต่ไม่ทราบว่าเสียงดังรบกวนที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากความถี่เสียงในย่านใด จำต้องอาศัยการวิเคราะห์การแยกความถี่ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นร่วมด้วย

สรุป

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ณ เวลาหนึ่งมักใช้ Integrating Sound Level Meter แต่หากต้องการวัดจำแนกความดังของเสียงที่ความถี่ต่างๆ เพื่อนำค่าที่ได้มาแก้ไขปัญหาเสียงดังของเครื่องจักร หรือฝ้าระวางการเสื่อมสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานต้องใช้เครื่องวัดระดับเสียงแบบที่มีเครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Octave Band Analyzer) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียงมีหลายชนิดควรเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะเสียงที่ต้องการประเมินสำหรับเครื่องวัดระดับเสียง มีให้เลือกใช้หลายแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวัด แต่ที่ใช้กันมากที่สุด คือ Sound Level Meter ต้องมีการตรวจสอบการใช้งานของเครื่องวัดและสอบเทียบ (Calibrate) อย่างถูกต้องเพื่อให้การใช้งานมีความน่าเชื่อถือกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ.2549 (หมวด 3 เสียง) กำหนดมาตรฐานระดับเสียงสำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 85 dB(A) และระดับเสียงตั้งแต่ 85 dB(A) จะต้องจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ

คำถามทบทวน

1. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดเสียงในที่ทำงานมีกฎหมายใดบ้างและกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้อย่างไร
2. เสียงดังมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่รับสัมผัสเสียงดังอย่างไร
3. จงให้ความหมายของเสียงรบกวนในสิ่งแวดล้อม
4. จงอธิบายวิธีการตรวจวัดเสียงในที่ทำงาน
5. การตรวจวัดเสียงในที่ทำงานมีพารามิเตอร์ใดบ้างที่นำมาใช้ในการประเมินผล
6. การตรวจวัดเสียงในที่ทำงานใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อะไรบ้าง
7. จงอธิบายวิธีการตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องวัดเสียงสำหรับการตรวจวัดเสียงในที่ทำงาน
8. จงอธิบายวิธีการตั้งค่าเครื่องวัดเสียงในพื้นที่สำหรับการตรวจวัดเสียงในที่ทำงาน
9. จงอธิบายวิธีการสอบเทียบเครื่องวัดเสียง
10. จงอธิบายขั้นตอนการดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงในที่ทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- กฎกระทรวง. กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559. (2559,17 ตุลาคม).ราชกิจจานุเบกษา.เล่ม 133/ ตอนที่ 91ก/48.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). **คู่มือวัดเสียงรบกวน**. ส่วนมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.กรุงเทพมหานคร. บริษัทไอดี. ปรีนท์จำกัด.
- ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. (2550). **การบำบัดทางเลือกในเด็กพิเศษ**. สถาบันราชานุกูล กรมสุขภาพจิต กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, น.19.
- นักศึกษาสาชาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย. (2560). **การเก็บตัวอย่างด้านอาชีวอนามัย**. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- นัฐชานนท์ เขาราช. **การตรวจวัดและประเมินระดับเสียงในสถานประกอบการ**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์-อนามัยสิ่งแวดล้อม. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บริษัท Goldensoftware, LLC. **โปรแกรม Surfer 13**. Retrieved May, 9, 2021, from <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>
- ประมุข โอศิริ. (2554). **ทฤษฎีเสียงและการวัด**. ภาควิชาอนามัยและความปลอดภัย. คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปราโมช เขียวชาญ. (2554). **เอกสารการสอนชุดวิชาความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม**.นนทบุรี สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปราโมช เขียวชาญ. (2555). **การตรวจวัดเสียงจากอุตสาหกรรม**. จุลสารสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพออนไลน์. ฉบับที่ 4 ปี 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- รัฐพล อันแฉ่ง. (2554). **มลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม**. นครปฐม. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิวพันธ์ ชูอิน. (2556). **ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง**. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชัย บวรกิตติ. (2558). **ภาวะมลพิษทางเสียง**. สืบค้น 8 กุมภาพันธ์ 2560 จาก <http://www.healthcarethai.com>. [2015, June 15]
- สมฤดี นิโครวัฒน์ยิ่งยง. (2549). **คนรุ่นใหม่ ทำไมต้องใส่ใจมลพิษทางเสียง**. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (บริษัท ไทยกราฟิค แอนด์พริ้นท์ จำกัด)
- สราวุธ สุธรรมมาสา. (2562). **การควบคุมเสียง** (ชุดวิชาสาธารณสุขศาสตร์อุตสาหกรรม: การควบคุม หน่วยที่ 10). นนทบุรี สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ห้องปฏิบัติการ 4257, (2560). **ภาพถ่ายเครื่องมือ**. สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

Acoustic Expert (2020). **Case study industrial (Bang Khu Wat)**. Retrieved, April, 27, 2021

From <https://www.acousticexpert.co/case/industrial/837/>

NATIONAL GEOGRAPHIC ASIA. (2020). Sound wave. Retrieved,

May, 5, 2021, from <https://ngthai.com/science/24180/soundwave/2/>

Staum MJ. (2006). **Music therapy and language for the autistic child**. Retrieved

February, 8, 2017, from <http://www.autism.org/music.html>.