

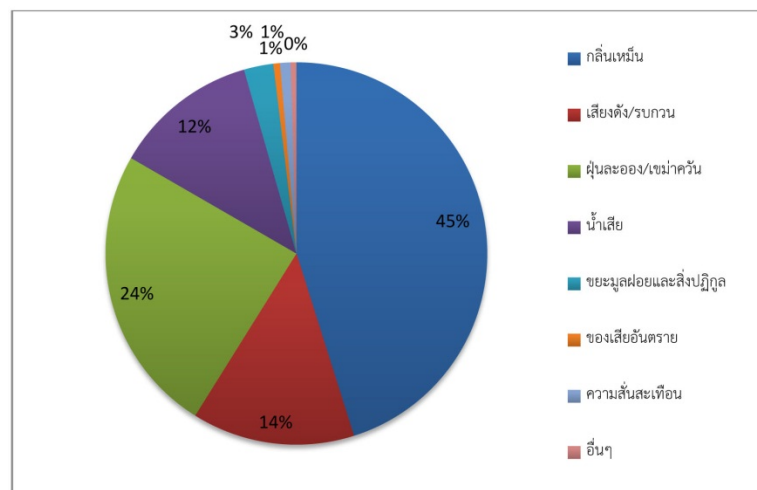
เทคนิคการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับการตรวจวินิจฉัยปัญหาเหตุรำคาญจากเสียง



นางสาวประภัสสร ขจร
นักวิชาการสาธารณสุข
สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

ปัญหามลพิษทางเสียง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข โรงงานอุตสาหกรรม หรือแม้แต่การดำเนินกิจกรรมทั่วไปของประชาชน เช่น การพูดคุย การจอดรถ การสตาร์ทเครื่องยนต์ เป็นต้น เจ้าหน้าที่ในฐานะผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบ กำกับ ควบคุม ดูแล ปัญหาเหตุร้องเรียนด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องมีความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับเสียง และเทคนิคการตรวจวัดเสียงเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อเท็จจริงของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ยุติธรรมแก่ทุกฝ่าย อย่างไรก็ตาม หน่วยงานภาครัฐที่มีอำนาจหน้าที่ในการจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการจัดการปัญหาเหตุรำคาญได้อย่างถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ และมีผลต่อการบังคับใช้กฎหมาย

จากข้อมูลสถานการณ์การประเภทยุทธศาสตร์ปี พ.ศ. 2561 ที่ได้รับการร้องเรียนสูงสุด คือ ปัญหากลิ่นเหม็น ร้อยละ 45 รองลงมา คือ ผ่นละออง/เขม่าควัน ร้อยละ 24 และเสียงดัง/เสียงรบกวน ร้อยละ 14 ตามลำดับ



สัดส่วนเรื่องร้องเรียนแยกตามปัญหามลพิษ ปี พ.ศ. 2561

จะเห็นได้ว่าปัญหาเหตุรำคาญจากเสียงเป็นหนึ่งในปัญหาที่ได้รับร้องเรียนสูงสุดเป็นลำดับที่ 3 ดังนั้น จึงควรมีการจัดการปัญหาเหตุรำคาญจากเสียงอย่างถูกวิธี เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการปัญหาร้องเรียนต่อไป

1. แนวทางการตรวจวัดระดับเสียง

การตรวจวัดระดับเสียงรบกวน เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 29 (พ.ศ.2550) เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน และประกาศคณะกรรมการควบคุมมลพิษ เรื่อง วิธีการตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐาน ระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน การตรวจวัด และคำนวณระดับเสียงขณะมีการรบกวน การคำนวณค่าระดับการรบกวนและแบบบันทึกการตรวจวัดเสียงรบกวน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

“เสียงรบกวน” หมายความว่า ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดในขณะมีการรบกวนที่มีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงพื้นฐาน โดยมีระดับการรบกวนเกินกว่าระดับเสียงรบกวนที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 29 (พ.ศ. 2550) เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน

“ระดับเสียงพื้นฐาน” หมายความว่า ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมในขณะยังไม่เกิดเสียงหรือไม่ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ประชาชนร้องเรียนหรือแหล่งกำเนิดที่คาดว่าจะประชาชนจะได้รับการรบกวน เป็นระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (Percentile Level 90, L_{A90})

“ระดับเสียงขณะมีการรบกวน” หมายความว่า ระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดและจากการคำนวณระดับเสียงในขณะเกิดเสียงของแหล่งกำเนิด ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่ประชาชนร้องเรียนหรือแหล่งกำเนิดที่คาดว่าจะประชาชนจะได้รับการรบกวน

“ระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน” หมายความว่า ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมในขณะยังไม่เกิดเสียงหรือไม่ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ประชาชนร้องเรียนหรือแหล่งกำเนิดที่คาดว่าจะประชาชนจะได้รับการรบกวน เป็นระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq})

“เสียงกระทบ” หมายความว่า เสียงที่เกิดจากการตก ตี เคาะหรือกระทบของวัตถุ หรือลักษณะอื่นใดซึ่งมีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงทั่วไปในขณะนั้น และเกิดขึ้นในทันทีทันใดและสิ้นสุดลงภายในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที (Impulsive Noise) เช่น การตอกเสาเข็ม การป้อนรูปวัสดุ เป็นต้น

“เสียงแหลมดัง” หมายความว่า เสียงที่เกิดจากการเปียด เสียด สี เจียร หรือขัดวัตถุอย่างใด ๆ ที่เกิดขึ้นในทันทีทันใด เช่น การใช้สว่านไฟฟ้าเจาะเหล็กหรือปูน การเจียรโลหะ การบีบหรืออัดโลหะโดยเครื่องอัด การขัดชิ้นงานวัสดุด้วยเครื่องมือกล เป็นต้น

“เสียงที่มีความสั่นสะเทือน” หมายความว่า เสียงเครื่องจักร เครื่องดนตรี เครื่องเสียง หรือเครื่องมืออื่นใดที่มีความสั่นสะเทือนเกิดร่วมด้วย เช่น เสียงเบสที่ผ่านเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

“ระดับการรบกวน” หมายความว่า ค่าความแตกต่างระหว่างระดับเสียงขณะมีการรบกวน กับระดับเสียงพื้นฐาน

“มาตรฐานระดับเสียง” หมายความว่า เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC 60804 หรือ IEC 61672 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission, IEC) ที่สามารถตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ตามระยะเวลาที่กำหนดได้

2. การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือก่อนทำการตรวจวัด

ให้สอบเทียบมาตรวัดระดับเสียงกับเครื่องกำเนิดเสียงมาตรฐาน เช่น พิสตันโฟน (Piston Phone) หรืออะคูสติกคาลิเบรเตอร์ (Acoustic Calibrator) หรือตรวจสอบตามคู่มือการใช้งานที่ผู้ผลิตมาตรระดับเสียงกำหนดไว้ รวมทั้งทุกครั้งก่อนที่จะทำการตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐาน ระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน และระดับเสียงขณะมีการรบกวน ให้ปรับมาตรระดับเสียงไว้ที่วงจรถ่วงน้ำหนัก “A” (Weighting Network “A”) และที่ลักษณะความไวตอบรับเสียง “Fast” (Dynamic Characteristics “Fast”)

3. หลักการทั่วไปในการติดตั้งไมโครโฟนและเครื่องตรวจวัดระดับเสียง

3.1 เป็นบริเวณที่ประชาชนร้องเรียนหรือที่คาดว่าจะได้รับการรบกวน แต่หากแหล่งกำเนิดเสียงไม่สามารถหยุดกิจกรรมที่เกิดเสียงได้ ให้ตั้งไมโครโฟนของมาตรฐานระดับเสียงในการตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐาน และระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวนบริเวณอื่นที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียง

3.2 การตั้งไมโครโฟนของมาตรฐานระดับเสียงที่บริเวณภายนอกอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 – 1.5 เมตร โดยในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใด ที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่

3.3 การตั้งไมโครโฟนของมาตรฐานระดับเสียงที่บริเวณภายในอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 – 1.5 เมตร โดยในรัศมี 1 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใด ที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ และต้องห่างจากช่องหน้าต่าง หรือช่องทางออกนอกอาคารอย่างน้อย 1.5 เมตร

4. การตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐาน และระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน

ให้ตรวจวัดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที ขณะไม่มีเสียงจากแหล่งกำเนิดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของระดับเสียงพื้นฐาน และระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน โดยระดับเสียงพื้นฐานให้วัดเป็นระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (Percentile Level 90, L_{A90}) ระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวนให้วัดเป็นระดับเสียงเฉลี่ย (Equivalent A-Weighted Sound Pressure Level, L_{Aeq}) แบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

4.1 แหล่งกำเนิดเสียงยังไม่เกิดหรือยังไม่มีกิจกรรม ให้ตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐานและระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน ในวัน เวลา และตำแหน่งที่คาดว่าจะได้รับการรบกวน

4.2 แหล่งกำเนิดเสียงมีการดำเนินกิจกรรมไม่ต่อเนื่อง ให้ตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐานและระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน ในวัน เวลา และตำแหน่งที่คาดว่าจะได้รับการรบกวน และเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งที่จะมีการวัดระดับเสียงขณะมีการรบกวน โดยให้หยุดกิจกรรมของแหล่งกำเนิดเสียงหรือวัดทันทีก่อนหรือหลังการดำเนินกิจกรรม

4.3 แหล่งกำเนิดเสียงมีการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องไม่สามารถหยุดการดำเนินกิจกรรมได้ ให้ตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐานและระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน ในบริเวณอื่นที่มีสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกับบริเวณที่คาดว่าจะได้รับการรบกวนและไม่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดเสียง

ทั้งนี้ ระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวนที่จะนำไปใช้คำนวณระดับเสียงขณะมีการรบกวนตามข้อ 5 และระดับเสียงพื้นฐานที่จะนำไปใช้คำนวณค่าระดับการรบกวนตามข้อ 6 ให้เป็นค่าที่ตรวจวัดเวลาเดียวกัน

5. การตรวจวัดและคำนวณระดับเสียงขณะมีการรบกวน แบ่งออกเป็น 5 กรณี ดังนี้

5.1 กรณีที่เสียงจากแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป ไม่ว่าเสียงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ จะมีระดับเสียงคงที่หรือไม่ก็ตาม (Steady Noise or Fluctuating Noise) ให้วัดระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Equivalent A-Weighted Sound Pressure Level, L_{Aeq} 1 hr) และคำนวณระดับเสียงขณะมีการรบกวนตามลำดับ ดังนี้

(ก) นำผลการตรวจวัดระดับเสียงของแหล่งกำเนิดหักออกด้วยระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน ผลลัพธ์เป็นผลต่างของค่าระดับเสียง

(ข) นำผลต่างของค่าระดับเสียงที่ได้ตามข้อ 5 (1) (ก) มาเทียบกับค่าตามตารางเพื่อหาตัวปรับค่าระดับเสียง

ผลต่างของค่าระดับเสียง (เดซิเบล เอ)	ตัวปรับค่าระดับเสียง (เดซิเบล เอ)
1.4 หรือน้อยกว่า	7.5
1.5 - 2.4	4.5
2.5 - 3.4	3.0
3.5 - 4.4	2.0
4.5 - 6.4	1.5
6.5 - 7.4	1.0
7.5 - 12.4	0.5
12.5 หรือมากกว่า	0

(ค) นำผลการตรวจวัดระดับเสียงของแหล่งกำเนิด หักออกด้วยตัวปรับค่าระดับเสียงที่ได้จากการเปรียบเทียบตามข้อ 5 (1) (ข) ผลลัพธ์เป็นระดับเสียงขณะมีการรบกวน

5.2 กรณีเสียงจากแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่ไม่ถึง 1 ชั่วโมง ไม่ว่าเสียงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ จะมีระดับเสียงคงที่หรือไม่ก็ตาม (Steady Noise or Fluctuating Noise) ให้วัดระดับเสียงขณะเริ่มต้นจนสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ตามระยะเวลาที่เกิดขึ้นจริง และคำนวณระดับเสียงขณะมีการรบกวน ตามลำดับ ดังนี้

(ก) ดำเนินการตามข้อ 5 (1) (ก) และ (ข)

(ข) นำผลการตรวจวัดระดับเสียงจากแหล่งกำเนิด หักออกด้วยผลจากข้อ 5 (2) (ก) เพื่อหาระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีการปรับค่าระดับเสียง ($L_{Aeq, Tm}$)

(ค) นำผลลัพธ์ตามข้อ 5 (2) (ข) มาคำนวณเพื่อหาค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน ในฐานเวลา 1 ชั่วโมง ตามสมการที่ 1

$$L_{Aeq, Tr} = L_{Aeq, Tm} + 10 \log_{10} \left(\frac{T_m}{T_r} \right) \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดย $L_{Aeq, Tr}$ = ระดับเสียงขณะมีการรบกวน (มีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

$L_{Aeq, Tm}$ = ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีการปรับค่าระดับเสียง (มีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

T_m = ระยะเวลาของช่วงเวลาที่แหล่งกำเนิดเกิดเสียง (มีหน่วยเป็น นาที)

T_r = ระยะเวลาอ้างอิงที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 60 นาที

5.3 กรณีเสียงจากแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นอย่างไม่ต่อเนื่องและเกิดขึ้นมากกว่า 1 ช่วงเวลา โดยแต่ละช่วงเวลาเกิดขึ้นไม่ถึง 1 ชั่วโมง ไม่ว่าเสียงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ จะมีระดับเสียงคงที่หรือไม่ก็ตาม (Steady Noise or Fluctuating Noise) ให้วัดระดับเสียงทุกช่วงเวลาที่เกิดขึ้นในเวลา 1 ชั่วโมง และให้คำนวณค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน ตามลำดับ ดังนี้

(ก) คำนวณระดับเสียงของแหล่งกำเนิด ($L_{Aeq, Ts}$) ตามสมการที่ 2

$$L_{Aeq, Ts} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{T_m} \right) \sum T_i 10^{0.1 L_{Aeq, T_i}} \right\} \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดย $L_{Aeq, Ts}$ = ระดับเสียงของแหล่งกำเนิด (มีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

T_m = $T_s = \sum T_i$ (มีหน่วยเป็น นาที)

L_{Aeq, T_i} = ระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในช่วงที่แหล่งกำเนิดเกิดเสียงในช่วงเวลา T_i , (มีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ)

T_i = ระยะเวลาของช่วงเวลาที่แหล่งกำเนิดเกิดเสียงที่ i , (มีหน่วยเป็น นาที)

(ข) นำผลที่ได้จากการคำนวณระดับเสียงของแหล่งกำเนิดตามข้อ 5 (3) (ก) หักออกด้วยระดับเสียงขณะไม่มีการรบกวน ผลลัพธ์เป็นผลต่างของค่าระดับเสียง

(ค) นำผลต่างของค่าระดับเสียงตามข้อ 5 (3) (ข) มาเทียบกับค่าในตารางตามข้อ 5 (1) (ข) เพื่อหาตัวปรับค่าระดับเสียง

(ง) นำผลการคำนวณระดับเสียงของแหล่งกำเนิดตามข้อ 5 (3) (ก) หักออกด้วยค่าตามข้อ 5 (3)

(ค) ผลลัพธ์เป็นระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีการปรับค่าระดับเสียง (L_{Aeq, T_m})

(จ) นำระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มีการปรับค่าระดับเสียงตามข้อ 5 (3) (ง) มาคำนวณเพื่อหา ระดับเสียงขณะมีการรบกวนตามสมการที่ 1

5.4 กรณีบริเวณที่จะทำการตรวจวัดเสียงของแหล่งกำเนิดเป็นพื้นที่ที่ต้องการความเงียบสงบ เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน ศาสนสถาน ห้องสมุด หรือสถานที่อย่างอื่นที่มีลักษณะทำนองเดียวกัน และ/หรือเป็น แหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดเสียงในช่วงเวลาระหว่าง 22.00 – 06.00 นาฬิกา ไม่ว่าเสียงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจน สิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จะมีระดับเสียงคงที่หรือไม่ก็ตาม (Steady Noise or Fluctuating Noise) ให้ ตรวจวัดระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที (Equivalent A-Weighted Sound Pressure Level, $L_{Aeq, 5 \text{ min}}$) และคำนวณค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน ตามลำดับ ดังนี้

(ก) ดำเนินการตามข้อ 5 (1) (ก) และ (ข) เพื่อหาตัวปรับค่าระดับเสียง

(ข)ให้นำผลการตรวจวัดระดับเสียงของแหล่งกำเนิด หักออกด้วยตัวปรับค่าระดับเสียงที่ได้จาก การเปรียบเทียบค่าตามข้อ 5 (4) (ก) และบวกเพิ่มด้วย 3 เดซิเบลเอ ผลลัพธ์เป็นระดับเสียงขณะมีการรบกวน

5.5 กรณีแหล่งกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดเสียงกระแทก เสียงแหลมดัง เสียงที่ก่อให้เกิดความสะเทือน อย่างใดอย่างหนึ่งแก่ผู้ได้รับผลกระทบจากเสียงนั้น ไม่ว่าเสียงที่เกิดขึ้นจะต่อเนื่องหรือไม่ก็ตามให้นำระดับ เสียงขณะมีการรบกวนตามข้อ 5 (1), 5(2), 5(3) หรือ 5(4) แล้วแต่กรณี บวกเพิ่มด้วย 5 เดซิเบลเอ

6. วิธีการคำนวณค่าระดับการรบกวน

ให้นำระดับเสียงขณะมีการรบกวนตามข้อ ๕ หักออกด้วยระดับเสียงพื้นฐาน ตามข้อ ๔ ผลลัพธ์เป็นค่า ระดับการรบกวน

7. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระดับเสียง

7.1 ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐาน ระดับเสียงทั่วไป มาตรา 32(5) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ณ วันที่ 12 มีนาคม 2540

ประเภทเสียง	มาตรฐานที่กำหนด
1. ระดับเสียงทั่วไปในบรรยากาศ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ
2. ระดับเสียงสูงสุด ณ เวลาใด เวลาหนึ่ง	ไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ

7.2 ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 17 (พ.ศ. 2543) เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน ข้อ 2 กำหนด ค่าระดับเสียงรบกวนไว้ที่ 10 เดซิเบล เอ หากระดับการรบกวนที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าระดับเสียงรบกวนตามวรรคแรกให้ถือว่าเป็นเสียงรบกวน

8. วิธีการตรวจวัดระดับเสียง

8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง



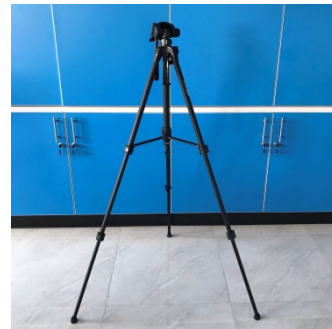
รูปที่ 1 ตัวเครื่องตรวจวัดเสียง



รูปที่ 2 ฟองน้ำกันลม (wind screen)



รูปที่ 3 แหล่งกำเนิดเสียง สำหรับปรับเทียบความถูกต้อง



รูปที่ 4 ขาตั้งเครื่องตรวจวัดเสียง

8.2 ขั้นตอนการตรวจวัดเสียง



ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องมือ การอัดประจุไฟฟ้าให้เต็ม



ขั้นตอนที่ 2 ทำการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ (Calibration)



ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตรวจวัดเสียง

แหล่งที่มา :

1. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. คู่มือวิชาการ เทคนิคการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
สำหรับการตรวจวินิจฉัยปัญหาเหตุรำคาญ. 2558
2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เข้าถึงได้จาก : http://www.vc-tech.com/images/column_1225603348/5.pdf
3. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/pol2_stat2561.cfm