บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษในปัจจุบันได้ทวีความรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มขยายตัวของประชากรและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชน ทำให้มีการร้องเรียนจากปัญหามลพิษต่างๆเกิดขึ้น เรื่องราวร้องทุกข์ด้านมลพิษและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในสหัสวรรษหน้าตามพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2535 หนึ่งในอำนาจหน้าที่ของกรมควบคุมมลพิษถูกกำหนดไว้คือ “ดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องราวร้องทุกข์ด้านมลพิษ” กรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการรับแจ้งเรื่องร้องทุกข์จากประชาชนผู้ซึ่งได้รับความเดือดร้อนจากมลพิษที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการต่างๆ ทั่วประเทศ และติดตามตรวจสอบข้อเท็จจริง รวมทั้งดำเนินการตามกฎหมาย เพื่อแก้ไขปัญหาเหตุเดือดร้อนดังกล่าว จากเรื่องร้องเรียนดังกล่าวปัญหามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาหนึ่งในชุมชน ไม่ว่าจะเป็นเสียงดังที่เกิดจากสถานประกอบการ เสียงจากชุมชน หรือเสียงจากยวดยานพาหนะ จำนวนสถิติการร้องเรียนเหตุรำคาญจากปัญหาเสียงรบกวนในรอบปี พ.ศ. 2543 ตั้งแต่เดือนมกราคม – 18 ธันวาคม 2543 มีจำนวน 69 เรื่อง โดยในรอบปีที่ผ่านมา 2542 และ 2541 มีจำนวน 62 และ 61 เรื่อง ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าปัญหาเรื่องเสียงรบกวนไม่ได้ลดลงแต่อย่างใด และจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในปีพ.ศ. 2544 เนื่องจากประชาชนให้ความสำคัญกับการประเมินเสียงรบกวนตามมาตรฐานเสียงรบกวนที่มีผลบังคับใช้ปลายปี พ.ศ. 2543 (กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

การสำรวจอย่างกว้างขวางของหลายประเทศที่พัฒนาแล้วได้แสดงว่า การจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนโดยทั่วไป และให้ความรำคาญมากที่สุด ความรำคาญจะมากน้อยขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่นเสียงที่เคยฟังมาก่อน สภาวะแวดล้อมแบบไหน คุณภาพเสียงอย่างไร การวิจัยหาความรำคาญที่ได้รับจากเสียงรบกวนแหล่งต่างๆกัน แสดงว่าเสียงรบกวนจากการจราจรให้ความเดือดร้อนรำคาญได้มากกว่าเสียงรบกวนจากแหล่งอื่น เช่น เครื่องบิน และรถไฟ เนื่องจากการใช้และจำนวนยานพาหนะมีเพิ่มมากขึ้น เสียงรบกวนจากการจราจรในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหลายรูปแบบทั้งลักษณะของเครื่องยนต์ โครงสร้าง การใช้งาน ตลอดจนถึงการใช้เชื้อเพลิง พลังงานบางส่วนจากการทำงานของยานพาหนะได้เปลี่ยนเป็นเสียงกระจายออกไปสู่

บรรยากาศโดยรอบ และแทรกเข้าไปสู่ประชาชนที่อยู่ตามบริเวณสองข้างทาง ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และถือว่าเป็นเสียงรบกวน ในปัจจุบันมลพิษทางเสียงได้ทวีความรุนแรงขึ้นโดยเฉพาะในเขตชุมชนเมืองเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้มีการจราจรที่แออัดหนาแน่น ส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่สัญจรไปมาในบริเวณนั้น ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดความรำคาญแล้วยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศตามมา ซึ่งผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2542 (กรมควบคุมมลพิษ, 2543ข) พบว่าฝุ่นละอองยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญเหมือนทุกๆ ปีที่ผ่านมา แต่ระดับความรุนแรงได้ลดน้อยลง ส่วนก๊าซโอโซนมีค่าเกินมาตรฐานเป็นครั้งคราว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี 2542 และ 2541 อันเป็นผลสืบเนื่องจากการจราจร การก่อสร้าง รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรม และสถานประกอบการต่างๆ เป็นต้น ในกรุงเทพมหานคร คุณภาพอากาศในพื้นที่ทั่วไปและบริเวณริมถนน พบว่าฝุ่นละอองยังคงเป็นปัญหามลพิษหลักเนื่องจากยานพาหนะที่วิ่งบนถนน ส่วนก๊าซโอโซน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (เฉลี่ย 8 ชั่วโมง) มีปริมาณเกินมาตรฐานบ้างเล็กน้อย ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ยังคงมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับในส่วนภูมิภาค ปัญหามลพิษทางอากาศหลักที่สำคัญคือ จากฝุ่นละอองเช่นกัน โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ เช่น เชียงใหม่ สงขลา เพราะมีการจราจร หนาแน่น ดังนั้นปัญหาจากการจราจรหนาแน่นจึงเป็นสิ่งสำคัญ และเร่งแก้ไข มิฉะนั้นจะเกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนตามมา ถ้าขาดมาตรการในการควบคุมป้องกันและแก้ไข

จากข้อมูลการเฝ้าระวังมลพิษทางเสียงของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) ในการติดตามตรวจสอบระดับเสียงโดยทั่วไปในเขตกรุงเทพฯ ปริมณฑล และส่วนภูมิภาคอย่าง ต่อเนื่องจนถึงในปี 2543 พบว่ามลพิษทางเสียงยังคงเป็นปัญหาที่มีแนวโน้มเป็นอันตรายต่อการ ได้ยินอย่างต่อเนื่อง โดยบริเวณริมเส้นจราจรทุกแห่งที่ตรวจวัดมีค่าระดับเสียงเกินมาตรฐานระดับเสียงทั่วไป ตามที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของอเมริกา (US EPA) เสนอแนะไว้ คือค่าระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ โดยบางจุดตรวจมีค่าระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) 1 ชั่วโมงเกิน 70 เดซิเบลเอ ทุกชั่วโมงตลอดวัน ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อการได้ยินของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างต่อเนื่องเกิน 24 ชั่วโมง และคาดว่าแนวโน้มของปัญหาระดับเสียงบริเวณริมเส้นทางจราจรในปี พ.ศ. 2544 ยังคงเป็นปัญหาอย่างต่อเนื่องและอาจขยายตัวไปยังพื้นที่ที่มีเส้นทางจราจรตัดผ่านเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่ามีคนจำนวนมากที่มีชีวิตประจำวันอยู่ในสภาวะแวดล้อมเสียงดังในเส้นทางจราจร อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน หรือก่อให้เกิดความรำคาญส่งผลกระทบต่อจิตใจ อารมณ์หรือการสนทนา

ในจังหวัดสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่เป็นชุมชนหนึ่งในเขตชุมชนเมืองและขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีการเพิ่มของประชากรรวมทั้งยวดยานพาหนะที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีมลพิษทางเสียงเกิดขึ้นโดยเฉพาะในย่านที่มีการจราจรคับคั่ง แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่สำคัญในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่คือ ยานพาหนะ (สงขลานครินทร์มหาวิทยาลัย, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, 2542) ผลการตรวจวัดคุณภาพเสียงในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ในปี 2539 พบว่า มีช่วงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดเท่ากับ 66-84 เดซิเบลเอ และช่วงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 64-74 เดซิเบลเอ และในภาวะที่ระดับเสียงกลางวัน-กลางคืนสูงสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 91 และ 69 เดซิเบลเอ ตามลำดับ (สงขลานครินทร์มหาวิทยาลัย, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, 2542) นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ประจำเดือนต่างๆมีค่าสูงหลายค่า โดยมีสาเหตุเกิดจากการเร่งเครื่องของมอเตอร์ไซด์ทั่วไปและแก๊งค์มอเตอร์ไซด์ที่มีการแข่งขันความเร็วในเขตเมือง และในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่พบว่ามีประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างหนาแน่นไม่ว่าจะเป็น สถานศึกษา ร้านค้า บ้านเรือน ซึ่งทำให้ได้รับความรำคาญและอันตรายต่อการได้ยินของหูได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะได้มีการศึกษาหาข้อมูลทางด้านมลพิษทางเสียงเพื่อการวางแผนและการกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ทั้งนี้การศึกษาระดับเสียงในสภาวะแวดล้อมที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาปัญหาเสียงรบกวนโดยตรวจวัดเสียงในบริเวณที่มีปัญหาเสียงรบกวน เช่น การตรวจวัดเสียงในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น เพื่อเฝ้าระวังผลกระทบที่จะมีต่อประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ต่อเนื่องกับแหล่งกำเนิดเสียง ดังนั้นจึงน่าศึกษาต่อว่าลักษณะการตอบสนองของประชาชนในชุมชนเป็นเช่นใดต่อระดับเสียงในชุมชน และระดับเสียงจากการจราจรที่จัดว่าเป็นเสียงรำคาญมีค่าเป็นเท่าใด โดยเลือกพื้นที่ศึกษาใจกลางเมืองหาดใหญ่ซึ่งถือว่าเป็นเขตธุรกิจที่มีการจราจรหนาแน่นมาก และบริเวณนี้จัดเป็นเขตพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท ฉบับที่ 452 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518 และจากการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผน การควบคุมและการป้องกันปัญหาทางเสียงอันอาจจะมีเพิ่มขึ้นในอนาคต

การตรวจเอกสาร

Noise หมายถึง เสียงที่ไม่พึงปรารถนา (unwanted sound) หรือเป็นเสียงที่ไม่มีความไพเราะนุ่มนวล ฟังแล้วกระด้างหูถ้านานๆไปอาจทำให้สุขภาพอนามัยเสื่อม ทำให้สูญเสียการได้ยิน รบกวนการสื่อสารและกระบวนความคิด เสียงจะรบกวนการนอนหลับ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้มีปัญหาทางสุขภาพจิต เสียงอึกทึกจะทำให้คุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมเสียไป (Pfafflin and Ziegler, 1992) ส่วนคำว่า Sound หมายถึง เสียงที่เกิดขึ้นด้วยความไพเราะ ไม่มีพิษภัยต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งมีชีวิต เสียงจะประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวของคลื่นในตัวกลาง ตัวกลางอาจจะเป็นอากาศ น้ำ หรือของแข็ง เช่น โลหะ พลาสติก ไม้ อิฐ และคอนกรีต เมื่อพลังงานที่เกิดจากความสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ การเดินทางของคลื่นเสียงจะผ่านตัวกลางจากแหล่งที่เสียงเกิดไปยังอวัยวะรับเสียง ทำให้สามารถเกิดการได้ยินขึ้น (Dix, 1981)

คุณสมบัติของเสียง

1. Frequency , wavelength and propagation speed

คลื่นเสียง (Sound Waves) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดัน ความถี่ ความเร็วของการแพร่ (propagation) หรือการสั่นสะเทือนในตัวกลางเช่น อากาศ ทำให้เกิดความดันเป็นคลื่นส่งต่อจากแหล่งกำเนิดคลื่นเสียงที่แพร่ออกจากแหล่งเสียงจะมีลักษณะเป็นคลื่นทรงกลม (spherical waves) เป็นคลื่นสามมิติที่มีจุดกำเนิดเป็นจุด แนวหน้าคลื่นครอบคลุมไปรอบทุกทิศทางเสมือนกับลูกทรงกลมหลายลูกที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน ความยาวของคลื่นในการแพร่ 1 รอบ มีความสัมพันธ์ดังสมการ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 : Dix, 1981 ; Pfafflin and Ziegler, 1992)

$$\lambda = c / f$$

λ = wavelength (m) , c = propagation speed (m/s) และ f = frequency (Hz)

นั่นคือค่าความยาวคลื่นจะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น ในทางกลับกันความยาวคลื่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อความถี่ลดลง

Frequency หมายถึงจำนวนที่แหล่งเสียงสั่นสะเทือนต่อวินาทีถูกเรียกว่าความถี่ของเสียงและวัดใน 1 รอบต่อวินาที (cycle per second: cps) เรียกว่า Hertz (Hz) frequency คือความถี่เสียง (pitch sound) เสียงซึ่งมี pitch sound สูง จะมี frequency สูงและจะรบกวนผู้ฟังมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ เนื่องจากความไวของหูมนุษย์แตกต่างกัน หูมนุษย์และสัตว์ส่วนใหญ่จะมีช่วง

ของการตอบสนองต่อการได้ยินที่กว้าง ด้วยความถี่ประมาณ 20 Hz ถึง 20,000 Hz (US EPA,1974) เสียงที่ประกอบไปด้วยความถี่เดียว เรียกว่าเสียงบริสุทธิ์ (pure tone) แต่ถ้าเสียงประกอบไปด้วยคลื่นเสียงที่มาถึงในเวลาเดียวกันจากหลายๆแหล่งเสียงและมีช่วงของความถี่กว้าง และเป็นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินได้ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้ ถ้ามีความถี่ต่ำกว่าช่วงของการได้ยิน เรียกว่า infrasound และเสียงที่มีความถี่เหนือช่วงการได้ยินเรียกว่า ultrasound (Pfafflin and Ziegler, 1992)

Propagation speed ความเร็วของการแพร่ของเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิดังสมการ

$$C = 20.04[T' + 273.16]^{1/2}$$

C = propagation speed เช่น speed of sound (m/s), T' = air temperature (C°)

คลื่นเสียงจะแพร่ที่ความเร็วแตกต่างกันในของแข็งและของเหลว (Pfafflin and Ziegler, 1992)

2. Sound power and sound pressure

Sound power เป็นกำลังงานที่มาจากอากาศสั่นสะเทือน ซึ่ง sound power level เป็นลักษณะอำนาจในการแผ่พลังงานเสียงออกมาจากแหล่งกำเนิดเสียง โดยมีค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ทั่วโลกคือ 10^{-12} watt และมีสมการ sound power level (L_w) ดังนี้ (Howard, 1993)

$$L_w = 10 \log (W/W_{re}) \qquad \text{(dB)}$$

เมื่อ W_{re} เป็น reference power ของ 10^{-12} watt และ W เป็นพลังเสียงที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิด

ความดันเสียง (sound pressure) หมายถึง ค่าความดันของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนไปจากความดันบรรยากาศปกติ ค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ ค่าแอมปลิจูด หน่วยที่ใช้คือ นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปาสคาล การหาระดับความดันเสียงต้องเทียบกับความดันอ้างอิงที่ 20 ไมโครปาสคาล ซึ่งเป็นความดันเสียงต่ำสุดที่หูคนหนุ่มสาวปกติสามารถได้ยินที่ความถี่ 1,000 Hz และระดับความดันเสียงหาได้จากสมการ (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์ และคณะ, 2541 ; Howard, 1993)

$$L_P = 10 \log (P/P_{re})^2 \qquad \text{(dB)}$$

P_{re} คือ 20 X 10^{-6} pascal หรือ 20 micro Pa

เนื่องจากการหาระดับความดันเสียง โดยการวัดความดันเสียงก่อนเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยุ่งยากจึงได้มีการใช้เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความดันเสียงโดยตรง เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่า มาตรวัดระดับเสียง (sound level meter) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าเครื่องวัดเสียง (Howard, 1993)

ความสัมพันธ์ระหว่าง sound power level และ sound pressure level

ถ้าแต่ละแหล่งมีการแผ่ของเสียงเท่ากันทุกๆทิศทาง พลังงานจะแพร่ขยายในบริเวณที่เพิ่มขึ้นตามระยะทางจากแหล่งที่เพิ่มขึ้น พลังงานเสียงที่ได้รับต่อพื้นที่ 1 หน่วยจะเป็นสัดส่วนที่ตรงกันข้ามกันต่อตารางของระยะทางจากแหล่ง ถ้าระยะทางจากแหล่งเพิ่มเป็น 2 เท่า ความหนาแน่นพลังงานจะลดลง 1 ใน 4 ตัวอย่างเช่น การลดลงในระดับของ 6 dB สำหรับทุกๆสองเท่าของระยะทาง sound pressure จะตกลงตามระยะทางจากแหล่ง ดังนั้นแต่ละสองเท่าของระยะทางความดันจะลดลงครึ่งหนึ่ง (Sound Research Laboratories Ltd., 1991)

3. Propagation and transmission of sound

Sound intensity (ความเข้มเสียง) หมายถึง กำลังเสียงต่อ 1 หน่วยพื้นที่ ความเข้มเสียงขึ้นกับทิศทางการกระจายตัว และระยะทางของเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ความดังเสียงลดลงถ้าระยะทางระหว่างแหล่งเสียงและผู้รับเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่นการวัดความดันเสียง (Sound pressure) ของเสียงจราจรบน motorway ที่ระยะทาง 7 เมตร Sound pressure level (SPL) 78 dB และที่ 14 เมตร SPL 75 dB แต่ที่ 28 เมตร SPL 72 dB (US EPA, 1974)

3.1 ความดันเสียงลดลงเนื่องจากระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไม่เคลื่อนที่ (Attenuation Due to Distance from a Point Source) แสดงได้ตามสมการดังนี้ (Maekawa and Lord, 1974)

$$I = W/4\pi d^2$$

I = sound intensity

D = distance from a point sound source

W = acoustic power in free field

ดังนั้น sound intensity เป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทาง sound intensity หรือ pressure level ที่จุดนี้สามารถแสดงเป็นหน่วยเดซิเบลได้ดังนี้

$$L = L_w - 11 - 20\log_{10} d \qquad \text{(dB)}$$

$$\text{sound power level } (L_w) = 10 \log_{10} (W/10^{-12})$$

3.2 ความดันเสียงลดลงเนื่องจากระยะทางจากแหล่งเส้นทางคมนาคม (Attenuation Due to Distance from a Line Source) แหล่งเส้นทางคมนาคมที่ไม่มีขอบเขต (infinite line source) จะมีแหล่งเสียงมากมายจากถนนที่มีบ้านเป็นแถว เช่น ยานพาหนะบน motorway แหล่งเสียงจะต่อเนื่องไปตลอดเส้นทางคมนาคม ในขั้นตอนการสุ่ม บางคลื่นเสียงสามารถละเว้นได้ ใน free field คลื่นเสียงจะแพร่เป็นรูปทรงกระบอก (cylindrical) จากรอบๆ line source เป็นคลื่นสองมิติ มีจุดเริ่มต้นจากแกนของทรงกระบอก แนวหน้าคลื่นจะเป็นรูปทรงกระบอกขนาดต่างๆกันที่มีแนวแกน

ร่วมกัน เมื่อพลังงานเสียงต่อหน่วยความยาวของ line source เป็น W และ sound intensity (I) ที่ระยะทาง d แสดงได้ดังสมการ (Maekawa and Lord, 1974)

$$I = W/2\pi d$$

พลังงานเสียงจะกระจายเหนือผิวหน้าเป็นรูปทรงกระบอก (cylinder) ด้วยรัศมี d จากสมการ I ผกผันต่อ d เมื่อ sound power level (L_w) ต่อหน่วยความยาว ดังนั้น sound intensity หรือ pressure level แสดงเป็นหน่วย dB ได้ดังสมการ (Maekawa and Lord, 1974)

$$L = L_w - 8 - 10\log_{10} d \qquad \text{(dB)}$$

$$L_w = 10 \log_{10} (W/10^{-12})$$

4. ความดังและระดับความดังของเสียง (Loudness and Loundness Level)

เสียงอาจจะถูกบรรยายในลักษณะของความดัง (loundness) ซึ่งจะอธิบายถึงความรู้สึกการได้ยินของผู้รับต่อเสียงนั้น ความดังเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระดับความดันเสียงและความถี่เสียง เสียงบริสุทธิ์ที่มีระดับความดัน 20 dB และความถี่ 1,000 Hz จะฟังชัด ขณะเดียวกันเสียงซึ่งมีระดับความดันเท่ากัน แต่มีความถี่ 100 Hz จะฟังไม่ได้ยินเพราะต่ำกว่าขีดเริ่มของการได้ยิน Loundness Level มีหน่วยเป็นโฟน (Phon) คือ ระดับความดังของเสียงใดๆมีนิยามว่าเป็นค่าตัวเลขเท่ากับระดับความดันเป็นเดซิเบลของเสียง 1,000 Hz เนื่องด้วยความดังของเสียงที่เรารู้สึกนั้นมิได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความดังของเสียง จึงมีการตั้งหน่วยใหม่ให้ตรงกับความรู้สึกของคน โดยหน่วยเป็นซอน (sone) (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์ และคณะ, 2535)

การตรวจวัดเสียงในสิ่งแวดล้อม

เราต้องมีการวัดเสียงเพื่อประเมินผลการควบคุมเสียงหรือเพื่อให้แน่ใจว่าเสียงนั้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัย การวัดเสียงเป็นงานที่ต้องการความแม่นยำสูงเพราะเสียงเป็นปริมาณที่แปรเปลี่ยนได้ง่าย เกิดแล้วหายไปไม่คงสภาพอยู่เหมือนกับปริมาณทางกายภาพอื่นๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทบทวนวรรณกรรมเรียนรู้ทำความเข้าใจของเครื่องมือและวิธีการ

1. เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter; SLM)

เป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับการประเมินการสัมผัสเสียง หลักการทำงานของเครื่องวัดเสียงคือ ความดันที่เปลี่ยนไปเนื่องจากเสียง ซึ่งวัดเป็นระดับความดันเสียง (dB) ไมโครโฟนจะเป็นอุปกรณ์เปลี่ยนความดันของคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า(voltage) สัญญาณนี้มีขนาดเล็กมากจึงต้องผ่านเครื่องขยายกำลัง (preamplifier) ก่อนที่จะถูกส่งไปวิเคราะห์ ซึ่งสามารถได้ข้อมูลตรงๆ

หรือข้อมูลเวจท์ หรือข้อมูลที่ความถี่ใดความถี่หนึ่งโดยผ่านที่กรองเสียง หลังจากนั้นจึงผ่านเครื่องขยายกำลังเพื่อให้ได้ข้อมูลอยู่ในระดับที่แสดงออกมาได้ อาจเป็นเข็มมิเตอร์ (ต้องผ่าน rectifier ก่อน) หรือเป็นสัญญาณแสดงออกที่ออสซิลโลสโคพ (oscilloscope) เทปบันทึกหรือหูฟังก็ได้ เข็มบนมิเตอร์สามารถกำหนดความเร็วของการบ่งชี้ให้เร็วหรือช้า ถ้าตั้งมิเตอร์ที่ตำแหน่ง “fast” เข็มจะชี้บอกให้เราทราบค่าภายใน 200-250 ms หลังจากเสียง 1,000 Hz ผ่าน preamplifier ถ้าตั้งมิเตอร์ที่ตำแหน่ง “slow” เข็มจะบอกค่าเฉลี่ยของระดับเสียงสำหรับระยะเวลาที่นานกว่านี้ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 ; Beel and Bell, 1994)

เครื่องมือวัดระดับความดังของเสียงมี 4 ชนิดด้วยกันคือ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534)

Type 1 - Percision SLM เป็นชนิดที่มีความแม่นยำมากถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานวิจัยโดยเฉพาะซึ่งจะต้องมีความแม่นยำถึง ± 1 dBA

Type 2 - General Purpose SLM ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วๆไปเป็นชนิดที่ถูกออกแบบเพื่อใช้ในภาคสนาม ชนิดนี้เป็นชนิดที่ใช้กันมากที่สุด สำหรับการประเมินระดับความดังของเสียงมีความแม่นยำ ± 2 dBA

Type 3 - Survey SLM ใช้สำหรับการสำรวจขั้นต้นหรือสำรวจอย่างคร่าวๆไม่ควรนำมาใช้ในการประเมินเสียง

Type 4– Special Purpose SLM หรือชนิดพิเศษ ชนิดนี้จะมี weighting network A หรือมีลักษณะเช่นเดียวกับชนิดที่ 1 และที่ 2

ในการวัดเสียงในชุมชนควรจะใช้เครื่องวัดระดับเสียง Type 1 และ 2 (Cunniff, 1977)

ส่วนประกอบของเครื่องวัดระดับเสียงมีดังนี้

1.1 ไมโครโฟน (Microphone) เป็นอุปกรณ์ที่ละเอียดอ่อนมากและมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ condenser และ ceramic microphones อุปกรณ์ชนิด condenser microphones มีความคงตัวนานไม่ไวต่อการสั่นสะเทือนหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และไม่ไวต่อช่วงอุณหภูมิหรือความดันที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อเสียของไมโครโฟนคือจะไวต่อสภาพความชื้นที่สูง ซึ่งเป็นสาเหตุของการรั่วไหลของไฟฟ้า ส่งผลให้มีค่าระดับเสียง background จากไมโครโฟนดังเกินไป สำหรับ Ceramic microphones จะมีความทนทานมากกว่า condenser microphones แต่อย่างไรก็ตามจะมีความไวมากต่อแรงสั่นสะเทือนมากกว่า condenser microphones และมีความไวต่ออุณหภูมิ โดยเฉพาะถ้าต่ำกว่า 10°C ถึงแม้ว่าการตอบสนองต่อความถี่ของ ceramic microphones จะดีกว่าแต่มันก็ถูกพิจารณาว่าด้อยกว่าชนิด condenser (Beel and Bell, 1994)

1.2 Weighting Network เป็นอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองของเครื่องวัดระดับเสียงที่ความถี่ต่างๆ ระดับเสียงเวจท์ (weighted sound level) เป็นระดับเสียงที่ได้จากการวัดผ่านไมโครโฟนแล้วผ่านที่กรองเวจท์ ซึ่งจะให้ระดับเสียงเวจท์ได้หลายรูปแบบเช่น A , B , C , D ทั้งนี้เนื่องจากหูคนมีความไวต่อเสียงต่างกันถ้าความถี่ต่างกัน

A-weighted เป็นการกรองเสียงเพื่อให้ผลตรงกับการตอบสนองของคนสำหรับระดับเสียงต่ำ

B-weighted เป็นการกรองเสียงเพื่อให้ผลตรงกับการตอบสนองของคนสำหรับระดับเสียงปานกลาง (ความถี่ประมาณ 400-3,000 Hz)

C-weighted เป็นการกรองเสียงเพื่อให้ผลตรงกับการตอบสนองของคนสำหรับระดับเสียงสูงแต่ไม่มีการกรองมากนัก ดังนั้นผลการวัดเสียงจึงใกล้เคียงกับความจริง

D-weighted เป็นการตอบสนองของคนจากเสียงรอบๆสนามบิน จึงใช้กับการวัดเสียงจากท่าอากาศยาน

เสียงเวจท์ที่ใช้มากที่สุดคือ A-weighted ใช้ทั้งวัดเสียงภายในและภายนอกอาคาร การใช้ A-weight scale ควรใช้กับเสียงที่มีแถบคลื่นกว้าง (broad-band noise) การใช้ weighting network A เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้แพร่หลายที่สุดสำหรับการประเมินอันตรายจากเสียง รวมทั้งเสียงรบกวนการสนทนาและเสียงรบกวนในเขตชุมชน ทั้งนี้เนื่องจากถูกสร้างขึ้นมาให้ตอบสนองต่อระดับความดังที่ความถี่ต่างๆได้ใกล้เคียงกับหูของมนุษย์มากที่สุด (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534 ; สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 ; Cunniff, 1977)

1.3 ภาคขยายสัญญาณ (Amplifier) สำหรับเครื่องวัดเสียง ภาคขยายสัญญาณอย่างน้อยต้องมีความสามารถในการขยายสัญญาณที่ช่วงความถี่ระหว่าง 20 ถึง 20,000 Hz นอกจากนี้คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของภาคขยายสัญญาณในเครื่องวัดเสียง คือ จะต้องมีเสียงรบกวนที่เกิดจากตัวภาคขยายสัญญาณเองซึ่งเรียกว่า electronic noise ต่ำ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534)

1.4 Sound Level Meter Detectors เป็นตัววัดสัญญาณเสียงซึ่งใช้ใน sound level meter RMS (root mean square) เป็นตัววัดสัญญาณเสียงซึ่งใช้มากที่สุดและใช้ในการวัดระดับความดันเสียง (sound pressure level) ถูกเรียกว่า fast และ slow ใน fast mode นี้ meter จะตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนระดับเสียงอย่างรวดเร็ว แต่ใน slow mode ระดับการตอบสนองจะลดลง (Beel and Bell, 1994) และมีข้อแนะนำในการใช้ดังนี้ ถ้าใช้วัด fluctuating noise

หรือถ้าต้องการวัดระดับเสียงสูงสุด ควรที่จะใช้ fast mode แต่ถ้าระดับเสียงที่ดังสม่ำเสมอ (steady-state noise) จะใช้ slow mode (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์ และคณะ, 2535)

1.5 Sound Level Meter Display หลังจากสัญญาณความดันเสียงถูกวัด ผลจะแสดงออกมาในหน่วย dB บน digital หรือ analog meter แบบ digital จะอ่านเป็นจำนวนตัวเลขโดยตรง เมื่อมีระดับเสียง fluctuation เกิดขึ้น การแสดงจำนวนตัวเลขสามารถเข้าใจยากและสับสน แต่แบบ analog meter จะสังเกตง่ายกว่าต่อเสียง fluctuation แต่ก็จะมีความทนทานน้อยกว่าการแสดงแบบ digital (Beel and Bell, 1994)

2. เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียง (sound frequency analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงการกระจายของพลังงานเสียงที่ความถี่ต่างๆซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการหาแหล่งกำเนิดเสียงและในการควบคุมระดับความดังของเสียง เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียงมีทั้งสามารถวิเคราะห์ความดังของเสียงที่ความถี่ต่างๆได้ด้วยตัวมันเอง และชนิดที่ต้องต่อเข้ากับเครื่องวัดระดับความดังของเสียง ในเครื่องวิเคราะห์นี้สัญญาณไฟฟ้าจากไมโครโฟนจะถูกกรองด้วยวงจรไฟฟ้าของเครื่องวิเคราะห์เสียง ซึ่งจะส่งต่อพลังงานเสียงที่มีความถี่ในช่วงจำกัดไปยังเข็มอ่านค่าที่หน้าปัดอ่านค่า หรือเครื่องอ่านอื่นๆ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534) เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียงที่ใช้อย่างกว้างขวางคือเครื่องวิเคราะห์ออกเทฟแบน (octave band analyzer) ซึ่งจะวัดความดังของเสียงในช่วงความถี่ที่คนได้ยิน เพื่อการวิเคราะห์ระดับความดังที่ความถี่ต่างๆให้ละเอียดยิ่งขึ้น แถบความถี่จะถูกกำหนดให้แคบลง เช่น แถบความถี่มีความกว้างเป็น 1/3 และ 1/10 ของออกเทฟแบนนั่นคือแบ่งแถบออกเทฟแบน 1 แถบออกเป็น 3 ส่วน และ 10 ส่วนเท่าๆกัน ตามลำดับ แบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดมีด้วยกันหลายแบบ ได้แก่ แบบ Octave-band แบบวัน-เทิร์ดออกเทฟแบน (1/3-Octaveband) และแบบแนโรเบนด์ (narrow-band) โดยแบบแรกนิยมใช้กันมากที่สุดจะเริ่มวิเคราะห์เสียงที่ความถี่กลางที่ 31.6 Hz สำหรับ 1/3-Octave band จะวิเคราะห์ความถี่ในช่วงความถี่แคบเข้ามา ลักษณะเฉพาะของออกเทฟแบนคือในแต่ละแถบความถี่ (frequency band) ค่าสูงสุดของความถี่ (upper cut-off frequency) จะเป็นสองเท่าของค่าต่ำสุดในแถบนั้น ในการวัดระดับความดังที่แถบความถี่ต่างๆจะใช้ค่ากึ่งกลางของแถบซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิตของค่าความถี่สูงสุดและต่ำสุดเป็นตัวแทนของแถบความถี่นั้นๆ จุดกึ่งกลางของช่วงความถี่มี 10 ค่าคือ 31.5 , 63 , 125 , 250 , 500 , 1,000 , 2,000 , 4,000 , 8,000 และ 16,000 Hz (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์, 2535 ; วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534)

3. Calibration

เมื่อเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมแล้วต้องทำการตรวจปรับความถูกต้องเครื่องวัดเสียงด้วยเครื่องตรวจปรับความถูกต้อง (calibrator) อาจจะใช้ piston phone หรือ oscillator-type เพื่อให้เครื่องมือวัดเสียงมีความเที่ยงตรงในการวัดและมีความสัมพันธ์กับบริเวณสภาพสิ่งแวดล้อมที่ทำการวัด การ calibrate ต้องทำอย่างทันทีทันใดก่อนและหลังการวัดเสียง เครื่องตรวจปรับความถูกต้องนี้จะสามารถสวมเข้ากับไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียงได้พอดี โดยทั่วไปเครื่องตรวจปรับความถูกต้องจะสามารถตรวจปรับที่ความถี่สองระดับ เช่นที่ 500 และ 1,000 Hz เป็นต้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดเสียงควรเท่ากับค่าที่ระบุไว้ที่เครื่องตรวจปรับ (plafflin and Ziegler, 1992 ; Beel and Bell, 1994)

อิทธิพลที่มีผลต่อการวัดเสียงในสิ่งแวดล้อม

เครื่องวัดเสียงเป็นเครื่องมือที่มีระบบวงจรไฟฟ้าจึงมีความไวต่อสิ่งแวดล้อมที่มากระทบกระเทือน โดยเฉพาะไมโครโฟน ดังนั้นการทำการวัดเสียงควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ (Temperature)

เครื่องวัดเสียงถูกสร้างมาเพื่อให้ใช้ในอุณหภูมิปกติ ส่วนมากจะระบุให้ใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง –7 ถึง 66 องศาเซลเซียส การตรวจปรับความถูกต้องจะกระทำกันที่อุณหภูมิห้อง ฉะนั้นถ้านำไปใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่างจากอุณหภูมิห้อง จึงควรปรับค่าให้เหมาะสมด้วย ควรศึกษาตามรายละเอียดในหนังสือคู่มือการใช้เครื่องมือ เพื่อให้ทราบข้อจำกัดในการใช้เครื่องวัดเสียงในบริเวณนั้นว่าสามารถให้ผลการวัดที่เชื่อถือได้หรือไม่ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534)

2. ความชื้น (Humidity)

เครื่องวัดเสียงซึ่งผ่านการตรวจสอบโดย OSHA (Occupational Safety and Health Administration) แล้ว จะทำงานได้ในที่ที่มีความชื้นสูงตราบเท่าที่ความชื้นไม่กลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำเกาะไมโครโฟน (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534) ไมโครโฟนแบบ ceramic จะทนทานต่อความชื้นที่สูงแต่ชนิด condenser จะไม่เป็นอย่างนั้นการวัดจะล้มเหลวถ้าสัมผัสฝนหรือหยดน้ำจากบรรยากาศเพราะจะทำให้เกิดเสียงแกรกกรากได้ ดังนั้นต้องทำให้มีความอุ่นกว่าบรรยากาศรอบๆโดยผึ่งไมโครโฟนใต้หลอดไฟสัก 5- 10 นาที (Beel and Bell, 1994)

3. ความดันบรรยากาศ (Barometric Pressure)

จะมีผลกระทบต่อเสียงจากเครื่องปรับความถูกต้อง (calibrator) ฉะนั้นจะต้องปรับค่าความดันบรรยากาศตามที่ผู้ผลิตแนะนำไว้ในหนังสือคู่มือการใช้เครื่องเสมอ โดยทั่วไปถ้าระดับของพื้นที่ที่จะทำการวัดเสียงอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลไม่เกิน 10,000 ฟุต ผลกระทบเนื่องจากความดันบรรยากาศจะน้อยมาก จึงไม่จำเป็นต้องปรับค่า แต่ถ้าเกินกว่า 10,000 ฟุต หรือมีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศปกติ จำเป็นต้องมีการปรับค่าเพื่อความถูกต้องของการวัด (Howard, 1993)

4. กระเสลม (Wind)

กระแสลมที่พัดผ่านไมโครโฟนอาจทำให้เกิดเสียงดังได้ และทำให้รบกวนความถูกต้อง ซึ่งจะทำให้การอ่านค่าของเครื่องสูงกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการใช้เครื่อง ป้องกันลม (wind screen) สวมบนไมโครโฟนจะช่วยป้องกันปัญหาที่จะเกิดจากกระแสลมได้ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534) และเราสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเสียงที่วัดได้เป็นเสียงของลมพัดผ่านไมโครโฟน หรือเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ถ้าวัดโดยไม่มีความแตกต่างเมื่อวัดโดยมีและไม่มีกำบังแสดงว่าไม่มีเสียงจากความเร็วลม ดังนั้นเสียงที่วัดได้คือเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงที่ต้องการวัด ถ้าวัดโดยมีกำบังลมแล้วระดับเสียงลดลง แสดงว่าค่าที่วัดได้เมื่อไม่มีกำบัง คือเสียงจากลม แต่ค่าที่วัดเมื่อมีกำบังคือเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงที่ต้องการ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527)

5. ความสั่นสะเทือน (Vibration)

เมื่อเสียงดังมากกว่า 120 dB คลื่นเสียงอาจแรงพอทำให้ โครงสร้างของเครื่องมือ ไมโครโฟนและอุปกรณ์ภายในสั่นสะเทือนได้ ดังนั้นควรตั้งเครื่องมืออยู่นอกเขตเสียงดังแล้วแยกไมโครโฟนออกไปโดยใช้สายต่อ โดยเลือกใช้สายต่อที่เหมาะสมอย่าให้การสั่นสะเทือนภายในสายต่อทำให้เกิดเสียงเอง (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527)

6. ความยาวของสายไมโครโฟน

เนื่องจากในสภาพสิ่งแวดล้อม การวัดเสียงบางครั้งต้องวัดในที่ซึ่งนำไมโครโฟนเข้าไปได้โดยเฉพาะ และต่อไมโครโฟนเข้ากับเครื่องวัดเสียงซึ่งอยู่ห่างออกไปด้วยสายไฟที่ยาว ในกรณีเช่นนี้ถ้าไมโครโฟนต่อเข้ากับภาคขยายสัญญาณโดยตรง ความยาวของสายไมโครโฟนก็จะไม่มีผลต่อการวัดเสียง แต่ถ้าไมโครโฟนไม่ได้ต่อโดยตรงกับภาคขยายสัญญาณ จะต้องทำการปรับแก้ค่าที่อ่านได้เนื่องจากการสูญเสียความไวของไมโครโฟน โดยใช้เครื่องตรวจปรับความถูกต้องของเครื่องวัดเสียง (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534)

7. เสียงจากแหล่งอื่น (Background noise)

การวัดระดับความดังของเสียงในบางครั้งต้องการวัดเฉพาะเสียงที่เกิดจากแหล่งที่สนใจเท่านั้น เสียงดังจากแหล่งอื่นจึงไม่ต้องการ จึงต้องมีการตรวจสอบว่าเสียง Background ดังเกินไปหรือไม่ โดยหยุดการทำงานของแหล่งกำเนิดเสียงที่เราสนใจ และวัดระดับเสียง Background โดยรอบทั้งหมด ต่อจากนั้นเปิดการทำงานของแหล่งกำเนิดเสียงที่เราสนใจและวัดระดับเสียงทั้งหมด ถ้าพบความแตกต่างระหว่างเสียง Background กับเสียงที่วัดได้ทั้งหมดเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงทำงานมากกว่า 10 dB แสดงว่าเสียง Background ไม่มีนัยสำคัญต่อการวัดเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง แต่ถ้าความแตกต่างน้อยกว่า 10 dB แสดงว่าเสียง Background มีผลต่อการวัดเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง เราต้องลบเสียง Background ออก โดยใช้ตาราง 1 ประกอบจึงจะได้ระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534 ; สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 ; Beel and Bell, 1994)

ตาราง 1 ค่าระดับเสียงที่ต้องลบออกจากเสียงทั้งหมดเพื่อหาระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง

ระดับเสียงแตกต่างระหว่างเสียงทั้งหมดกับเสียงแบคกราวด์ (dB)	ระดับเสียงที่ต้องลบออกจากเสียงทั้งหมดเพื่อหาระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง(dB)
8-10	0.5
6-8	1
4.5-6	1.5
4-4.5	2.0
3.5	2.5
3	3.0

ที่มา : สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527

ถ้าความแตกต่างน้อยกว่า 3 dB แสดงว่าระดับเสียงทั้งหมดของแหล่งกำเนิดเสียงกับ background noise มีค่าเท่ากัน การวัดเสียงภายใต้สภาพเช่นนี้ไม่สามารถเชื่อถือได้และจะทำได้ยาก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการวัดภายใต้สภาพเช่นนี้ เว้นแต่ว่าลด background noise ลง แต่ถ้าไม่สามารถลดระดับ background noise ลงได้ ก็ควรเลื่อนไมโครโฟนให้เข้าใกล้แหล่งกำเนิดเสียงมากขึ้น (Beel and Bell, 1994)

ผลกระทบของเสียงต่อมนุษย์

1. สูญเสียการได้ยิน (Hearing Loss)

หูคนเราจะตอบสนองที่ช่วงความถี่ 20 Hz ถึง 20 KHz การได้ยินของมนุษย์จะมีความไวน้อยต่อเสียงที่มีความถี่ต่ำและสูงมาก ในกระบวนการได้ยินที่ปกติ การที่เสียงสั่นสะเทือนในอากาศและเดินทางผ่านช่องหู (ear canal) เข้าไปกระทบแก้วหูทำให้สั่นสะเทือนตามไปด้วย การสั่นสะเทือนจะส่งผ่านทางกระดูกของหูชั้นกลาง (middle ear) ไปยังอวัยวะการรับเสียง (organ of Corti) ของหูชั้นใน (cochlea) และที่นี่จะถูกขนส่งโดย hair cells ไปยังกระแสประสาทและส่งต่อไปยังสมองเข้าสู่ auditory nerves เมื่อนั้นการได้ยินเสียงก็จะเกิดขึ้น ถ้าการได้ยินเสียงดังเป็นเวลานานๆทำให้คนเราไม่สามารถรับฟังเสียงแผ่วเบาได้เท่าที่ควร นั่นหมายถึงระดับความดันเสียงของขอบเขตการได้ยินเลื่อนสูงขึ้นไป จะรู้สึกว่าหูอื้อชั่วขณะเราเรียกว่า หูตึงชั่วคราว (temporary threshold shift; TTS) นั่นคือได้รับสัมผัสเสียงที่ดังในระยะเวลาสั้น และจะกลับคืนสู่ปกติในเวลาเพียงเล็กน้อยประมาณ 2-3 นาทีหลังจากหยุดสัมผัสเสียงดัง ถ้าการสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลานานจะสูญเสียประสิทธิภาพรับฟังเสียง เราเรียกว่า หูตึงถาวร (permanent threshold shift; PTS) การทำลายการได้ยินถาวรจะเกิดขึ้นต่อ hair cells ในอวัยวะของ corti หูชั้นในซึ่งการทำลายนี้จะไม่สามารถซ่อมแซมได้โดยการผ่าตัด มันจะเป็นการทำลายอย่างถาวร ความถี่ที่ทำให้เกิดการหูตึงถาวรคือความถี่ประมาณ 4,000 Hz (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 ; Vesilind, 1997 ; WHO, 1980)

2. รบกวนการสื่อสาร (Interference with communication)

เสียงดังจะขัดขวางทำให้ไม่ได้ยินเสียงอื่นๆ การพยายามที่จะเข้าใจบุคคลหนึ่งซึ่งกำลังพูดกับเราในสิ่งแวดล้อมที่มีระดับเสียงดังนั้นเป็นเรื่องที่ยาก (Cunniff, 1977)

3. รบกวนการนอนหลับ (Disturbance of sleep)

เสียงรบกวนเป็นสาเหตุให้มีการนอนหลับยากและทำให้ตื่นขณะนอนหลับอยู่ได้ ได้มีการศึกษาทางห้องทดลองโดยทำการตรวจสอบคลื่นสมองด้วยไฟฟ้า (Electroencephalograms; EEG) การรบกวนการนอนหลับโดยเสียงจะสัมพันธ์กับระดับเสียง ความถี่เสียง ระดับการขึ้นลงของเสียง (fluctuation) และความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น อายุ เพศ การได้รับยา เป็นต้น การรบกวนการนอนหลับจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับเสียง (L_{eq}) เกิน 35 dBA ผลกระทบจากการนอนไม่หลับเป็นระยะเวลานานจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพต่อการทำงาน และเป็นผลร้ายต่อสุขภาพทางกายและทางจิต (Cunniff, 1977 ; WHO, 1980)

คาจียามาและคณะ (Kageyama, et al., 1997) ได้ศึกษาเรื่องผลกระทบของเสียงจราจรต่อการเกิดโรคนอนไม่หลับ(Insomnia) ในผู้หญิงญี่ปุ่นวัยผู้ใหญ่ พบว่ามี 11.2% ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคนอนไม่หลับ (insomnia) โดยจะพบมีแนวโน้มสูงในผู้สูงอายุ และจะพบมีอัตราความชุกมากของโรคนอนไม่หลับในเขตบริเวณระยะทางห่างจากถนน 0-20 เมตร อัตราความชุกของโรคนอนไม่หลับจะสัมพันธ์กับการบำบัดทางยา ประสบการณ์ในชีวิต และการนอนหลับในห้องที่อยู่ใกล้ถนน ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากเสียงจราจร

4. ความเครียด (stress)

การได้รับเสียงรำคาญทำให้มีการกระตุ้นต่อม hypothalamo-hypophyseal-adrenal ให้มีการหลั่ง adenocorticotropic horrmone (ACTH) เพิ่มขึ้น และระดับของ corticosteroid เพิ่มขึ้น มีผลกระทบต่อระบบไหลเวียนเช่นการหดตัวของหลอดเลือดทำให้มีความดันโลหิตสูง ผลกระทบของเสียงที่ดังเกินกว่า 135 dB และความถี่ 20-1,500 Hz จะมีผลต่อระบบประสาท ม่านตาขยาย หัวใจเต้นช้าลง (bradycardia) จะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ กล้ามเนื้อสั่น การเดินไม่มั่นคง นอกจากนี้ผลกระทบของเสียงก่อให้เกิดความเครียดทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลให้เป็นแผลในกระเพาะอาหาร (peptic ulcer) (WHO, 1980)

5. สุขภาพจิต (Mental health)

ความเครียดเกิดจากได้รับเสียงที่ไม่ต้องการ เสียงนั้นอาจจะไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยินแต่จะทำให้มีความรู้สึกโกรธและรำคาญขึ้น มนุษย์ต้องพัฒนาความอดทนต่อต้านเสียงที่ตนไม่ชอบ ทำให้เกิดความเครียดของจิตใจซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปแบบของความหวาดกลัว ตื่นตกใจ ซึ่งถ้าเกิดขึ้นบ่อยจะกลายเป็นปัญหาทางสุขภาพจิต และสุขภาพกาย (WHO, 1980)

Subjective Response เป็นปัจจัยการตอบสนองทางจิตวิทยา (Psychological) เป็นความรู้สึกส่วนบุคคลต่อเสียงรบกวน ปัจจัยทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมของเสียงซึ่งส่งผลต่อการตอบสนองภายในจิตใจของแต่ละบุคคล คือ ระดับความดัง ชนิดของเสียง ช่วงเวลาของวัน การถูกรบกวนกิจกรรม ความสามารถในการควบคุมเสียง หรือปัจจัยในตัวบุคคล เช่น ประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อนเกี่ยวกับเสียง หรือ สถานภาพทางสังคม เศรษฐกิจและการศึกษา โดยแต่ละบุคคลจะมีปฏิกิริยาแตกต่างกันต่อการสัมผัสเสียง เช่น โกรธ หงุดหงิด อารมณ์เครียด วิตกกังวล เสียงอาจจะมีผลกระทบทางด้านลบต่อการทำงาน ทำให้ลดขวัญและแรงจูงใจในการทำงานของประชาชน และอาจทำให้ประชาชนมีนิสัยแยกตัวออกจากสังคม มีปฏิสัมพันธ์ความรับผิดชอบต่อสังคมลดน้อยลง มีการตอบสนองต่ออารมณ์ความก้าวร้าวเพิ่มขึ้น (US EPA, 1981)

โจนาท แบรดลี และดาวสัน (Jonah, Bradley and Dawson, 1981) ได้ศึกษาเรื่องการตอบสนองแบบ Subjective ของแต่ละบุคคลต่อเสียงจราจรใน Southern Ontario ประเทศแคนนาดา (Canada) พบว่าระดับเสียงจราจรมีค่า L_{eq} อยู่ระหว่าง 45-75 dB และการตอบสนองต่อระดับเสียงได้สำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองความรู้สึกส่วนบุคคลต่อเสียงจราจร มีความสัมพันธ์ทางบวก ส่วนปัจจัยที่ไม่ใช่ด้านเสียง เช่น ความพึงพอใจในย่านที่พักอาศัย, ความวิตกกังวลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุการจราจร จะมีความสัมพันธ์ต่อความรำคาญ สำหรับผู้พักอาศัยที่มีความวิตกกังวลต่ำจะปรับตัวต่อเสียงได้ แต่ถ้ามีความวิตกกังวลสูงจะไม่สามารถปรับตัวต่อเสียงได้ ผู้พักอาศัยในชุมชนที่เชื่อว่าเสียงรำคาญสามารถควบคุมได้และได้รับการดูแลอย่างดีจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ความรำคาญจะเกิดน้อยกว่าผู้พักอาศัยที่ไม่ได้รับการดูแลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้พักอาศัยที่สัมผัสเสียงจราจรที่ดัง จะมีภาวะสุขภาพที่แย่ เช่น สูญเสียการได้ยิน ปวดหัว เป็นหวัด และเชื่อว่าเสียงจราจรที่ดังเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

สแตนด์เฟลและคณะ (Stansfeld, et al., 1993) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับเสียงรำคาญจากการจราจรกับความผิดปกติทางจิตในเมือง South Wales โดยการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์อาการผิดปกติทางจิต พบว่าผู้อาศัยในระดับเสียงต่ำมีคะแนนต่ำกว่าผู้อาศัยในเขตระดับเสียงสูง ดังนั้นผู้ที่อาศัยอยู่ในระดับเสียงที่ต่ำที่สุดมีความผิดปกติทางจิตในระดับต่ำที่สุด เสียงรำคาญที่พบส่วนมากจะสัมพันธ์กับความวิตกกังวล (anxiety) หรืออาการซึมเศร้า (depression) มากกว่าการเจ็บป่วยทางจิต

6. ความรำคาญ (Annoyance)

เป็นความรู้สึกที่ก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจต่อเสียงรำคาญ การที่ก่อให้เกิดความรำคาญได้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะความดังของเสียง และความแตกต่างในช่วงเวลาที่เกิดเสียง ปฏิกิริยาความรำคาญของแต่ละบุคคลต่อเสียงที่เหมือนกันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสังคม กายภาพ หรือสถานะทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ระดับของเสียง เพศ อายุ อาชีพของผู้อยู่อาศัย และทัศนคติต่อแหล่งของเสียง ความรำคาญสัมพันธ์โดยตรงต่อผลกระทบของเสียงต่อกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น รบกวนการสนทนา สภาพจิตใจ การพักผ่อนหย่อนใจ และความบันเทิง (WHO, 1980)

อะพาริซิโอและคณะ (Aparicio, et al., 1993) ได้ศึกษาเรื่องความรำคาญส่วนบุคคลจากเสียงใน สิ่งแวดล้อมในประเทศสเปน โดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่าในวันธรรมดาเวลา 09.00-13.00 น. และเวลา 17.00-20.00 น. ระดับเสียงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64 dBA ซึ่งประชากรประมาณ 40 % ของประชากรที่ศึกษา ได้รับระดับเสียงที่เกิน 65 dBA ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของ WHO มีเพียง 3.2 %ที่อาศัยในบริเวณระดับเสียงน้อยกว่า 55 dBA จากการสัมภาษณ์พบว่า

ประเภทเสียงที่ต่างกันส่งผลต่อระดับความรำคาญต่างกัน และประชากร 40% ที่อยู่ในเขตได้รับเสียงเกินมาตรฐาน มีการตอบให้คะแนนของระดับเสียงรบกวนเท่ากับ 5 หรือมากกว่า 5 จากสเกล 1-10 ซึ่งความรำคาญส่วนใหญ่มาจากเสียงนอกบ้านและเป็นเสียงการจราจรมากที่สุด ตรองและคณะ (Trong, et al., 1995) ได้ศึกษาเสียงจากท่าอากาศยาน ความสามารถในการได้ยิน และความรำคาญในเด็กนักเรียนอายุ 11-13 ปี ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตสัมผัสกับเสียงสูงซึ่งตั้งอยู่ภายใต้ทางผ่านของเครื่องบิน และเขตที่สัมผัสกับเสียงต่ำซึ่งตั้งห่างจากสนามบิน 5 กิโลเมตร ในประเทศไต้หวัน พบว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในโรงเรียน 2 กลุ่มไม่ได้มีความแตกต่างกัน (กลุ่มที่สัมผัสเสียงสูง 85.6 dBA และกลุ่มที่สัมผัสเสียงต่ำ 84.7 dBA , $p > .05$) แต่อย่างไรก็ตามสัดส่วนของเด็กนักเรียนในกลุ่มที่สัมผัสกับเสียงสูงจะมีความรำคาญสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง และพบว่าเสียงรำคาญจะสัมพันธ์อย่างสูงกับความสามารถการได้ยินของแต่ละคน เด็กที่มีความรำคาญมากจะมีระดับการได้ยินที่ 4 kHz

7. รบกวนการทำงาน (Task interference)

เสียงมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของคน โดยพบว่าถ้าลดระดับเสียงลงจะทำให้สมรรถนะการทำงานดีขึ้น (Cunniff, 1977)

จากการศึกษาของซาน กาเซีย อนา และกาเซีย อมานโด (Sanz Garcia Ana and Garcia Amando, 1993) ได้ศึกษาเสียงการจราจรรอบๆโรงเรียนที่มีผลต่อการปฏิบัติหน้าที่ของครูและนักเรียน ในโรงเรียนในประเทศสเปน พบว่า ระดับเสียงการจราจรที่ดังรอบๆโรงเรียนทำให้ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เนื่องจากเป็นอาชีพที่ต้องใช้สมาธิในการทำงาน

เสียงรำคาญ (noise nuisance)

หมายถึง เสียงที่เราไม่ต้องการ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญอย่างต่อเนื่องหรือชั่วคราว รบกวนความสุขสบายหรือคุณภาพชีวิตของคน การที่จะประเมินเสียงรำคาญเป็นไปได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากปฏิกิริยาต่อระดับเสียงของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน ปฏิกิริยาโต้ตอบทางจิตใจนั้นเกิดขึ้นในความรู้สึกของตนเอง ไม่มีใครมาควบคุมได้นอกจากตัวเอง บุคคลหนึ่งอาจจะยอมรับแต่บุคคลหนึ่งอาจจะไม่ยอมรับ เราจะประเมินได้โดยให้บุคคลที่เกี่ยวข้องบอกถึงความรู้สึกรำคาญต่อเสียงนั้นๆ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527 ; Rushmoor Borough Council, 2000)

เสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญมีคุณลักษณะดังนี้ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2525 ; สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527)

1. เสียงทุ้มที่เกิดขึ้นนานๆติดต่อกัน เช่น เสียงจากเครื่องยนต์ เครื่องทอผ้า
2. เสียงดังมาก ทำให้เกิดความรำคาญมาก
3. ระยะความถี่ (pitch) เสียงความถี่สูง (เสียงแหลม) ที่เกิดขึ้นนานๆ จะให้ความรำคาญมากกว่าเสียงความถี่ต่ำ (เสียงทุ้ม)
4. เสียงที่เกิดจากการกระแทกในช่วงเวลาสั้นๆ หรือการกระแทกที่ดังมากเป็นจังหวะหรือครั้งคราว
5. เสียงที่เกิดดังขึ้นเป็นพักๆ เช่น เสียงของการจราจร
6. ตำแหน่งของแหล่งเสียงซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งบ่อยจะให้ความรู้สึกรำคาญมากกว่าเสียงซึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่กับที่
7. เสียงที่เพิ่มระดับความดันอย่างรวดเร็วจะรบกวนมากกว่าการเพิ่มระดับความดันอย่างช้าๆถึงแม้จะมีระดับความดันสุดท้ายสูงเท่ากัน

ทั้งนี้ระดับเสียงที่ได้ยินที่จะก่อให้เกิดความรำคาญขึ้นอยู่กับกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง และลักษณะที่พักอาศัย เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบบนพื้นผิวที่พักอาศัยที่ต่างกันจะมีพลังงานส่วนหนึ่งสะท้อนกลับและอีกส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนที่ต่างกัน ระดับเสียงที่ได้รับจึงต่างกัน ความรำคาญจึงขึ้นอยู่กับระดับเสียงที่ได้ยิน (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2527)

ปัจจัยในตัวบุคคลที่มีอิทธิพลต่อระดับความรำคาญในการเกิดปฏิกิริยาต่อเสียงมีดังนี้ (US EPA, 1981)

1. เพศและอายุ ในประเทศที่พัฒนาแล้วประชาชนในช่วงอายุวัยรุ่นตอนต้น และในช่วงอายุ 25 - 65 ปี เพศหญิงจะมีการได้ยินที่ดีกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศชายส่วนใหญ่ต้องสัมผัสเสียงจากการทำงานที่ดังกว่า เพราะฉะนั้นความรำคาญจากเสียงจึงมักเกิดต่อเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และเมื่อเข้าสู่ช่วงอายุ 75 ปีขึ้นไป จะมีการสูญเสียการได้ยิน ความไวต่อเสียงจะน้อยลง ซึ่งในช่วงนี้การได้ยินของเพศหญิงกับเพศชายจะไม่แตกต่างกัน
2. ทัศนคติต่อแหล่งเสียงของผู้ที่พักอาศัยในชุมชน เชื่อว่าเขาจะได้รับการดูแลอย่างดีจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเชื่อว่าแหล่งกำเนิดเสียงรำคาญสามารถควบคุมได้ มีการสนับสนุนกิจกรรมที่สัมพันธ์กับแหล่งเสียงรำคาญเพื่อให้ชุมชนมีความเป็นอยู่ที่ดี ดังนั้นความรำคาญจะเกิดน้อยกว่าผู้ที่อาศัยในชุมชนที่ไม่ได้รับการดูแลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (Jonah, Bradley and Dawson, 1981)
3. ความกลัวสัมพันธ์กับแหล่งเสียง เช่น กลัวการชน หรือตก ในกรณีของเสียงจากเครื่องบิน ดังนั้นจะทำให้เกิดความรำคาญได้มากกว่าผู้ที่ไม่มีความกลัว

4. สถานะทางสังคมเศรษฐกิจ โดยทั่วไปประชาชนที่มีรายได้สูงจะมีความรำคาญต่อเสียงได้ง่าย เพราะเขาสามารถเลือกตัดสินใจบริเวณที่จะพักอาศัยซึ่งจะต้องเงียบและสงบ

5. ระดับการศึกษา บุคคลที่ฉลาด มีความคิด มีการศึกษาที่ดี จะมีความไวต่อเสียงมากกว่า เนื่องจากทราบผลกระทบที่เกิดจากเสียงดัง

6. ความไวต่อเสียงของบุคคล บุคคลที่มีความไวต่อเสียงมากจะมีความรำคาญมากกว่าบุคคลที่มีความไวต่อเสียงน้อย

7. บุคคลที่มีสุขภาพจิตดี ควบคุมอารมณ์ได้ดี ไม่โกรธง่าย ไม่มีอารมณ์หวั่นกลัว หรือความวิตกกังวลต่างๆ จะสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ทุกสถานภาพไม่ว่าจะเป็นสภาพใด การตอบสนองทางจิตใจจะดี เพราะฉะนั้นความรำคาญจึงเกิดขึ้นได้น้อยกว่าบุคคลที่มี สุขภาพจิตไม่ดี และบุคคลที่มีลักษณะวิตกกังวลจะมีความไวต่อเสียงจราจรมากกว่า (จรินทร์ ธานีรัตน์, 2525)

8. พฤติกรรมในตัวบุคคลในการป้องกันตนเองจากเสียง เช่น ใช้เวลาอยู่นอกบ้านน้อย, ปิดหน้าต่าง, เปิดเครื่องปรับอากาศ, กินยานอนหลับ, ใช้ earplugs, ใช้เวลาในการพูดคุยและสังคมน้อยลง บุคคลที่มีพฤติกรรมเหล่านี้จะมีความรำคาญต่อเสียงลดน้อยลง

9. อาชีพ บุคคลที่ทำงานสัมผัสเสียงดังตลอดทั้งวันจะมีความไวต่อเสียงจราจรมากกว่าบุคคลที่ทำงานในสถานที่เงียบกว่า เพราะเมื่อถึงเวลาพักผ่อนในช่วงเย็นและกลางคืน บุคคลนั้นย่อมต้องการความเงียบสงบในการพักผ่อน จึงเกิดความรำคาญต่อเสียงได้มากกว่า (Jonah, Bradley and Dawson, 1981)

เสียงการจราจรบนถนน (Road Traffic Noise)

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความรำคาญต่อระดับเสียงการจราจรบนถนนซึ่งเป็นลักษณะการสัมผัสต่อระดับเสียงในระยะเวลายาวนาน (Long-term noise exposure) ระดับเสียงจะมีระดับความดังแตกต่างกันตลอดช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของเสียงบนถนนคือความเร็วของการจราจร ความคล่องตัวของการจราจรที่เร็วกว่า จะมีปริมาณเสียงรำคาญมากกว่า ในปัจจุบันมีการพัฒนาถนนเพิ่มขึ้นในชุมชนเมืองซึ่งจะมีถนนผ่านย่านการค้าและบริเวณที่พักอาศัย ดังนั้นจึงทำให้มีเสียงจราจรกระจายออกไปสู่บรรยากาศโดยรอบเพิ่มขึ้นในบริเวณที่อยู่อาศัย และแทรกเข้าไปสู่ประชาชนที่อยู่ตามบริเวณสองข้างทาง ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เพราะถือว่าเป็นเสียงรบกวน (ประทาน อารีพล, 2526)

สิ่งที่เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าความเดือดร้อนรำคาญอันเกิดจากเสียงของการจราจรที่มีต่อประชาชนมากน้อยเพียงไรนั้นได้แก่ (ประทาน อารีพล, 2526)

1. ระดับเสียงซึ่งเป็นตัวแทนพลังงานเฉลี่ยของเสียงที่ประชาชนได้รับจากการจราจรบนถนนตลอดทั้งวัน ซึ่งได้แก่ ค่า L_{eq}

2. ระดับเสียงซึ่งสูงกว่าค่าระดับเสียงใน 10% ของเวลาที่ทำการวัดซึ่งถือว่าเป็นเหตุการณ์ของการจราจรที่หนาแน่นในบริเวณนั้นๆ ได้แก่ L_{10}

3. ความแปรปรวนจากค่าระดับเสียงเฉลี่ยมีผลมาจากระดับ L_{10} , L_{eq} และความแปรปรวนของระดับเสียงซึ่งจะแสดงออกในรูปของดรรชนีเสียงอย่างอื่น

ในการประเมินข้อมูลการสัมผัสเสียงจราจรและความรำคาญได้มีกลุ่มงานของ International Organization for Standardization (ISO) ได้เสนอว่า ส่วนใหญ่จะมาจากค่า L_{eq} ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของชุมชน และเป็นข้อสรุปที่ยืนยันได้ว่าค่า L_{eq} ใช้ในการประเมิน road traffic noise ได้ (WHO, 1980)

เสียงจากการจราจรบนถนนจะขึ้นลงตามจำนวนของประเภทรถ เสียงจากยานพาหนะจะมาจากระบบเกียร์และระบบการเผาไหม้ การเพิ่มความเร็วของเครื่องยนต์สามารถทำให้เพิ่มระดับเสียงถึง 13 dBA และเสียงยางบนถนนจะเพิ่มขึ้นตามความเร็ว และถนนที่เปียกสามารถทำให้เพิ่มเสียงถึง 10 dBA รูปแบบของเสียงจราจรบนถนนจะซับซ้อน กล่าวคือขึ้นกับการเคลื่อนไหวของการจราจร ความหนาแน่นของการจราจรและเวลาของวัน โดยทั่วไปถนนในเมืองจะมีระดับการจราจรสูงสุดในช่วงเช้าและช่วงเย็นเนื่องจากประชาชนมีการเดินทางไปและกลับจากที่ทำงาน ระดับเสียงจราจรสูงสุด (peak traffic noise levels) จะเป็นเพียง 2-3 นาที เกิดขึ้นระหว่างมียานพาหนะผ่านจุดที่สังเกต ระดับเสียงสูงสุดนี้จะขึ้นกับขนาด ชนิด และความเร็วของ ยานพาหนะ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องมีการประเมินปริมาณการจราจรร่วมด้วย

ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

ค่าของปริมาณการจราจรนี้อาจแยกตามประเภทของพาหนะ เช่น รถยนต์นั่งส่วนตัว รถประจำทาง รถบรรทุก จักรยาน เป็นต้น ข้อมูลของปริมาณการจราจร คือ จำนวนพาหนะหารด้วยเวลา ดังนั้นการศึกษาหาข้อมูลของปริมาณการจราจร จึงขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลไปใช้ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาที่นับจะได้ชนิดของปริมาณการจราจรดังนี้ (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์, 2531)

1. ชนิดของปริมาณการจราจร

1.1 ปริมาณการจราจรในหนึ่งปี (Annual Traffic) คือ จำนวนพาหนะที่ผ่านจุดนับในเวลา 1 ปี จุดประสงค์ของการหาข้อมูลนี้จึงต้องมีความสำคัญในระดับสูง เช่น คำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

1.2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันหรือปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันทั้งปี (Average Daily Traffic or Average Annual Daily Traffic) คือ ค่าจำนวนพาหนะที่ผ่านจุดนับโดยเฉลี่ยในเวลาหนึ่งวัน (ของทั้งสัปดาห์, เดือน หรือปี) ข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการวางระบบทางเอกทางโทของโครงข่ายถนน

1.3 ปริมาณการจราจรต่อชั่วโมง (Hourly Traffic) คือ จำนวนพาหนะทุกประเภทที่ผ่านจุดนับในเวลาหนึ่งชั่วโมง เพื่อศึกษาถึงลักษณะของชั่วโมงเร่งด่วน

1.4 ปริมาณการจราจรต่อช่วงเวลาสั้น (Short Period Traffic) อาจเป็น 5, 10, 15 นาที แล้วขยายค่าที่ได้ให้เป็นปริมาณการจราจรในหนึ่งชั่วโมง เหตุผลของการใช้ช่วงเวลาสั้น เพื่อดูลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสูงสุดหรือปริมาณในชั่วโมงเร่งด่วน

2. ระยะเวลานับรถ (Counting Period) ระยะเวลาการนับขึ้นกับจุดมุ่งหมายของการนำข้อมูลไปใช้ (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์, 2531)

2.1 การนับ 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณการจราจรในหนึ่งวัน จะกระทำที่วันหนึ่งๆของสัปดาห์ ตั้งแต่เที่ยงคืนถึงเที่ยงคืนของวันนั้น

2.2 การนับ 16 ชั่วโมง โดยเริ่มตั้งแต่ 06.00-22.00 น. ซึ่งการจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระยะเวลานับนี้

2.3 การนับ 12 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 07.00-19.00 น. เหมาะสำหรับถนนตามหมู่บ้าน และแหล่งพานิชยกรรม

2.4 การนับในช่วงเวลาเร่งด่วน จะมีช่วงเวลาเร่งด่วน 2 ช่วง คือ ช่วงไปทำงานและช่วงกลับจากทำงาน ช่วงเช้าจะเริ่มนับตั้งแต่ 07.00-09.00 สำหรับช่วงเย็นจะอยู่ระหว่าง 16.00-18.00 หรือ 15.00-18.00 น.

2.5 การนับในช่วงวันหยุด จะเริ่มตั้งแต่ 18.00 น. ของเย็นวันศุกร์ จนถึงเวลา 06.00 น. ของเช้าวันจันทร์

ในช่วงเวลานับตั้งแต่ 0.00 – 24.00 น. จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจร ในช่วงเวลาที่เป็นกลางคืน ซึ่งเป็นเวลาที่คนส่วนมากอยู่กับบ้าน เพื่อพักผ่อนนอนหลับ ปริมาณการจราจรในช่วงนี้จะต่ำ ช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรสูงในช่วงเช้าและเย็นเรียกว่า ชั่วโมงเร่งด่วน

(Rush hour) ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเย็นจะมีค่ามากกว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อชั่วโมงตลอดวันประมาณ 2.0 – 2.5 เท่าตัว นอกจากนี้ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนของวันทำงานปกติจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก เนื่องจากการเดินทางในช่วงนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการไปทำงาน จึงไม่มีอิทธิพลเนื่องจากสิ่งอื่น เช่น สภาพอากาศ (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์, 2531)

3. วิธีการนับรถ (Counting Techniques)

ในการนับรถจะขอกล่าวถึงวิธีที่ง่ายที่สุดและสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ นั่นคือการนับรถด้วยมือ (Manual Counts) โดยใช้คนแจงนับ จะได้ข้อมูลถูกต้องและละเอียดที่สุดคือ จะได้ข้อมูลทั้งการแยกประเภทและการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้อง (วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ, 2542) ผู้นับรถเพียงบันทึกจำนวนพาหนะที่ผ่านจุดนับโดยการกาเครื่องหมายลงบนกระดาษแบบฟอร์มนับรถ เมื่อหมดเวลาที่ต้องการนับ จึงรวมจำนวนพาหนะทั้งหมด หรือแยกตามชนิดของพาหนะที่นับได้ นอกจากการกาด้วยมือแล้วอาจใช้เครื่องกดนับ (Counters) ที่ติดบนกระดานช่วยนับ วิธีการนับรถด้วยมือนี้ควรเป็นการนับในระยะสั้นเพราะเป็นวิธีที่ต้องใช้บุคลากรมาก หรือไม่ก็ควรเป็นการนับที่ต้องการรายละเอียดมากเช่น แบ่งแยกปริมาณการจราจรตามประเภทของพาหนะ และทิศทางของการเคลื่อนที่ที่ทางแยก เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยการนับแบบนี้จะเหมาะมาก เพราะสภาพเมืองไทยมีฝนตกบ่อย อาจทำให้เครื่องนับอัตโนมัติราคาแพงเสียหายได้ง่าย นอกจากนี้คนงานก็หาง่ายและค่าแรงไม่แพง (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์, 2531)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซายและคณะ (Sy, et al., 1985) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์เสียงจราจรในประเทศสิงคโปร์ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างเสียงจากการจราจรกับปริมาณยานพาหนะต่อนาทีมีความสัมพันธ์เป็นไปในทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คูชกิ (Koushki, 1989) ในเรื่องวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของระบบการขนส่ง ในประเทศซาอุดิอาระเบีย (Saudi Arebia) พบว่าระดับเสียงในช่วงที่มีการจราจรสูงสุดคือช่วงเช้าและช่วงเย็นจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณยานพาหนะต่อชั่วโมง สำหรับในประเทศไทย สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2526) ได้มีการศึกษาสภาวะเสียงแวดล้อมในเขตถนนนิพัทธ์อุทิศ 3 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ซึ่งเป็นเขตธุรกิจที่มีการจราจรหนาแน่นมาก พบว่าในช่วงเวลา 07.00 – 21.00 น. ระดับเสียงมีค่าประมาณ 72 dB ระดับมลพิษสูงสุดต่ำสุดเท่ากับ 86.77 – 78.75 dB แหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญคือการจราจรบนถนน โดยรถจักรยานยนต์เป็นตัวการสำคัญที่สุด ในการสอบถามความรู้สึกของประชาชนที่อาศัยหรือทำงานในเขตนี้ โดยใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์ พบว่าเสียงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ โดยทำให้เกิดอาการหงุดหงิด 40.7%, ขาดสมาธิ 20.6%, ปวดหัว 10.1% สอดคล้องกับการศึกษาของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2530) เรื่องการศึกษาปัญหา

ระดับเสียงริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่ารถจักรยานยนต์ รถโดยสารประจำทาง และรถสามล้อเครื่องเป็นยานพาหนะที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนมากที่สุดเนื่องจากปริมาณยานพาหนะมีจำนวนมากจึงทำให้การจราจรคับคั่งและติดขัด และค่าระดับเสียงเฉลี่ยในบริเวณริมเส้นทางจราจรที่ทำการสำรวจ อยู่ในเกณฑ์สูงโดยมีค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (L_{eq}24hr) อยู่ในช่วง 78.1-81.2 dBA ซึ่งเป็นระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยินของประชาชนและก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนที่อยู่อาศัยริมเส้นทางจราจรทำให้การติดต่อสื่อสารด้วยคำพูดเข้าใจกันได้ยาก และสอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา นาถะพินธุและคณะ (2535) เรื่องปัญหาเสียงรบกวนในชุมชนเมืองขอนแก่น พบว่าสาเหตุส่วนใหญ่มาจากเสียงของยวดยานพาหนะได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถเมล์เล็กสองแถว รถบัสโดยสาร และรถยนต์ประเภทต่างๆ ช่วงเวลาที่มีปัญหาเสียงรบกวนมากที่สุดคือ ช่วงเช้าและช่วงเย็น และวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์) มีปัญหาเสียงรบกวนมากที่สุดจากเสียงยวดยานพาหนะ โดยเฉพาะเสียงรถจักรยานยนต์ บริเวณที่มีระดับความดังเฉลี่ยสูงที่สุดคือบริเวณสี่แยกถนนหน้าเมือง โดยในวันธรรมดามีค่าเท่ากับ 76.8 dBA และในวันหยุดเสาร์อาทิตย์มีค่าเท่ากับ 75.6 dBA

จากการได้ทบทวนงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยครั้งนี้จะหาค่าปริมาณยานพาหนะบริเวณที่ทำการวัดเสียงร่วมด้วย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียงกับปริมาณยานพาหนะ

การคำนวณค่าระดับเสียง

เครื่องมือในการวัดเสียงจะต้องมีระบบการวัดในระดับทางสถิติได้ เช่น L_{eq} , L_{dn} , เป็นต้น ระบบเหล่านี้จะใช้ไมโครโฟนติดตั้งภายนอกบ้านซึ่งออกแบบมาให้มีความทนทานต่อสภาพอากาศ จะมีการบันทึกการวัดระดับเสียงบน tape recorder ด้วยระบบแสดงแบบ digital เวลาจะเดินไปโดยอัตโนมัติตามการ set เครื่องมือโดยไม่ต้องมีการเฝ้าเครื่อง เนื่องจากระบบใหม่จะให้ผู้ใช้เลือกเวลาในการสุ่มดังนั้นเสียงที่ถูกวัดจึงเป็นสัดส่วนของช่วงเวลาที่แน่นอนที่ตั้งไว้ (Cunniff, 1977) จากการทบทวนเอกสารของ US EPA ได้อธิบายว่าการแสดงผลกระทบของเสียงรบกวนในสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุดคือแสดงเป็น long-term equivalent A-weight sound level (L_{eq}) และ day-night sound level (L_{dn}) (US EPA, 1974) ในการประเมินการควบคุมเสียงรำคาญจะมีการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่เกินระหว่างช่วงระยะเวลาที่สำรวจเพื่อนำมาเป็นข้อมูลเพื่อคำนวณค่าทางสถิติและดรรชนีบางตัว เช่น L_{10} , L_{50} , L_{90} ซึ่งเป็นค่าระดับ percentile ค่าตัวเลขจะตรงกับ

ค่า percentile ของช่วงเวลาการตรวจวัด ซึ่งมีความหมายว่า ค่าระดับเสียงที่มีระดับเสียงในตำแหน่งเกิน 10, 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ของเวลาในการตรวจวัด ตามลำดับ โดยในช่วงเวลาตรวจวัดค่า L_{10} ถือเป็นค่าระดับเสียงสูงสุดของระยะเวลาที่ตรวจวัดและเป็นข้อบ่งชี้ของระดับความรำคาญจากเสียง ค่า L_{50} ถือเป็นค่ากลางของระดับเสียง และค่า L_{90} ถือเป็นค่าระดับเสียงแบคกราวด์ (Background Noise) ที่ปราศจากแหล่งกำเนิด (กรมควบคุมมลพิษ, 2543ก ; อุดม ลักษณ์ ศรีทัศนีย์ และคณะ, 2535 ; Cunniff, 1977)

1. L_{eq} (Equivalent sound level)

หมายถึง ระดับเสียงต่อเนื่องที่มีพลังงานเทียบเท่ากัน เป็นระดับเสียงคงที่ปกติที่เกิดในช่วงเวลาสั้นๆที่เทียบได้เท่ากับเสียงที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงอันมีระดับเปลี่ยนไปตามเวลา เป็นการเปรียบเทียบในเรื่องของพลังงานที่เท่ากัน ตามคำนิยามของ ISO (International Standard Organization) เป็นระดับเสียงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางเพราะให้ความถูกต้องเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลกระทบที่เป็นการเสี่ยงต่ออันตรายสำหรับการได้ยินและเป็นเหตุเดือดร้อนรำคาญต่างๆ (ประทาน อารีพล, 2526) Equivalent sound level เป็นระดับเสียงในช่วงระยะเวลาเฉพาะอาจจะเป็นช่วงของวินาที นาที หรือชั่วโมง ในทางปฏิบัติสำหรับการคำนวณค่า L_{eq} เราจะรวมกลุ่มจำนวนครั้งของระดับเสียงที่มีค่าเดียวกันแล้วนำกลุ่มต่างๆทั้งหมดมาหาค่าตามสมการ หรืออาจจะใช้เครื่องวิเคราะห์ระดับเสียง วัดออกมาโดยตรงก็ได้ (plafflin and Ziegler, 1992)

1.1 สมการสำหรับใช้คำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) จากระดับเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน (Fluctuating noise) ที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาการอ่านค่าของเครื่องมือที่อัตรา $1/\nwarrow t$ และช่วงเวลาในการตรวจวัดระดับเสียงตั้งแต่ t1 ถึง t2 ให้เป็นไปตามสูตรที่องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization, ISO) กำหนดไว้ดังนี้ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 17, 2543)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log [(1/N)\sum_{i=1}^{N} 10^{0.1 L_{pAi}}]$$

เมื่อ N คือ จำนวนของค่าระดับเสียงที่อ่านได้ทั้งหมด ตลอดช่วงเวลาที่วัดเสียง (T)

ที่เก็บทั้งหมด $N = \dfrac{t2 - t1}{\nwarrow t}$

L_{pAi} คือ ค่าระดับเสียงที่วัดได้ในหน่วยเดซิเบลเอ

$\nwarrow t$ คือ ช่วงเวลาระหว่างการอ่านค่าระดับเสียงแต่ละค่าจากมาตรระดับเสียง

t1 คือ เวลาเริ่มต้นวัดเสียง

t2 คือ เวลาสิ้นสุดการวัดเสียง

T คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวัดเสียง (t2-t1)

1.2 สมการสำหรับใช้คำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) จากระดับเสียงที่คงที่ (Steady noise) ซึ่งระดับเสียงในช่วงเวลาที่ตรวจวัดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไม่เกิน 5 dBA ให้เป็นไปตามสูตรที่องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization, ISO) กำหนดไว้ดังนี้ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 17, 2543)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log [(1/t) \sum T_i 10^{0.1 LpAi}]$$

เมื่อ $T = \sum T_i$ คือ เวลาในการตรวจวัดทั้งหมด

L_{pAi} คือ ค่าระดับเสียงที่วัดได้ในช่วงเวลา T_i

2. Day-Night Sound Level (L_{dn})

หมายถึง ระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน กำเนิดขึ้นมาเพื่อใช้วัดเสียงชุมชน (community noise) เป็น A-weight equivalent sound level ในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยปรับปรุงมาจาก L_{eq} ด้วยการบวกเพิ่ม 10 dB สำหรับเวลากลางคืนตั้งแต่ 22.00-07.00 น. จุดมุ่งหมายก็เพื่อใช้ทำนายผลกระทบที่มีต่อประชากรที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นนานๆ และเพื่อชดเชยความรู้สึกรำคาญในช่วงเวลาดังกล่าวดังนั้น การวัดสิ่งแวดล้อม L_d ได้ 60 dB และวัด L_n ได้ 50 dB สามารถที่จะบอกได้ว่าระดับเสียง A-weight กลางคืนเท่ากับ 60 dB (50+10) เพราะฉะนั้น L_{dn} เท่ากับ 60 dB (US EPA, 1974) และคำนวณหาได้จากสมการ (Beel and Bell, 1994)

$$L_{dn} = 10 \log [0.625 \times 10^{Ld/10} + 0.375 \times 10^{(Ln + 10)/10})] \quad [dBA]$$

เมื่อ $L_d = L_{eq}$ สำหรับเวลากลางวัน (07.00-22.00 น.)

$L_n = L_{eq}$ สำหรับเวลากลางคืน (22.00-07.00 น.)

จากการทดลองโดยทั่วไปพบว่า $L_{dn} = L_{eq}$ 24 ชั่วโมง + 5 dBA (Beel and Bell, 1994)

3. Noise pollution level (NPL)

เป็นระดับมลพิษทางเสียงซึ่งมีด้วยกัน 2 อย่างคือ อย่างแรกแสดง equivalent continuous sound level และอีกอย่างหนึ่งแสดงความรำคาญอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง และเป็นสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษาชุมชนต่อการตอบสนองต่อเสียง NPL มีสมการดังนี้ (Lipscomb and Taylor, 1978)

$$L_{np} = L_{eq} + k\sigma$$

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเสียง

k = 2.56 ซึ่งเป็นค่าคงที่

วิธีการวัดระดับเสียงรบกวน

วิธีการวัดเสียงรบกวนต่างๆ ได้แก่ เสียงจากการจราจร เสียงจากเพื่อนบ้าน โรงงานอุตสาหกรรมหรือการขนส่ง ตลอดจนเสียงเครื่องบิน จะมีลักษณะพื้นฐานที่เหมือนกันดังนี้ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15, 2540)

1. การวางตำแหน่งของเครื่องวัดเสียงจะต้องตั้งสูงจากพื้น 1.2 เมตร
2. หันไมโครโฟนเข้าสู่แหล่งกำเนิดเสียง
3. การวัดระดับเสียงให้ใช้เสียง A-Weighted และใช้ฟังก์ชั่น Fast ยกเว้นกรณีเครื่องจักรในโรงงานจะใช้ Slow
4. การตั้งเครื่องวัดระดับเสียง ควรตั้งอยู่บน 3 ขา และผู้วัดเสียงควรอยู่ห่างจากเครื่องวัดอย่างน้อย 0.5 เมตร ในกรณีที่ไม่มีขาตั้ง เวลาวัดระดับเสียงจะต้องยื่นไมโครโฟนให้สุดแขน
5. การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุดซึ่งเป็นค่าระดับเสียงสูงสุดที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่งระหว่างการตรวจวัดระดับเสียง โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบลเอให้ใช้มาตรระดับเสียงเป็นเครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC 651 หรือ IEC 805 ของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission, IEC)
6. การตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมงใดๆ
7. การตรวจวัดเสียงในชุมชนหรือนอกสถานประกอบการ (outdoor measurement) การติดตั้งเครื่องมือวัดเสียงควรห่างจากกำแพง สิ่งปลูกสร้างหรือวัสดุที่ทำให้เกิดการสะท้อนเสียงอย่างน้อย 3.5 เมตร และควรสูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร สำหรับการตรวจวัดเสียงจากการจราจร ควรติดตั้งเครื่องวัดเสียงบริเวณริมขอบเดินทางเท้าและหันไมโครโฟนไปในทิศทางการจราจร แต่ในกรณีที่ไม่มีทางเท้าให้ติดตั้งเครื่องมือวัดเสียงบริเวณขอบของถนน และให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร
8. การตรวจวัดเสียงบริเวณภายนอกสิ่งก่อสร้างหรือที่พักอาศัย ควรทำการติดตั้งเครื่องวัดเสียงห่างจากด้านหน้าสิ่งก่อสร้างหรือที่พักอาศัยอย่างน้อย 1-2 เมตร และห่างจากหน้าต่างที่เปิดอย่างน้อย 1 เมตร โดยให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533)
9. จุดที่จะสำรวจจะต้องห่างจากระยะทางตามแนวนอนจากแหล่งเสียง 15-100 ฟุต ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ยอมรับโดยทั่วไป (Bragdon,1971)

ทั้งนี้การวัดเสียงสามารถเปลี่ยนแปลงระยะทางตามที่กำหนดไว้ได้ โดยพิจารณาตามสภาพที่เป็นจริง (Cunniff, 1977)

การตอบสนองต่อเสียงของชุมชน

การตอบสนองของชุมชนต่อเสียงรำคาญต้องศึกษาโดยการสำรวจทางสังคมเพื่อประเมินการตอบสนองของประชาชนต่อแหล่งเสียงเฉพาะที่สนใจ และพยายามที่จะทำนายระดับของความรำคาญหรือผลกระทบอื่นๆซึ่งคาดว่ามีผลต่อชุมชนที่ระดับเสียงที่แตกต่างกัน การตอบสนองของชุมชนสามารถประเมินได้ดีกว่าการตอบสนองเฉพาะรายบุคคล ในการประเมินการตอบสนองของชุมชนดูได้จากการร้องทุกข์ของประชาชนหรือจากการสำรวจทางสังคมโดยใช้แบบสอบถาม EPA ใช้ percent highly annoyed เป็นตัวชี้วัดความรำคาญของชุมชน ซึ่งมาจาก scale ของความรำคาญจาก “ไม่รำคาญ” (not annoyed) ถึง “รำคาญมากที่สุด” (very much annoyed) และมีการ ตัดสินว่าผู้ตอบตอบอย่างไรจึงจะเรียกว่า “ได้รับความรำคาญสูง” (highly annoyed) โดยการรวมกันระหว่าง “รำคาญมาก” และ “รำคาญมากที่สุด” การใช้ percent highly annoyed เพราะเป็นการตอบสนองเฉพาะรายบุคคลต่อความรำคาญอย่างสูงที่ชัดเจนที่สุดของความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายนอกของบริเวณผู้อยู่อาศัยกับความรำคาญ ในการประเมินการตอบสนองต่อเสียงของชุมชน EPA จะใช้คำถามโดยตรงเพียงคำถามเดียวคือ “มีความรำคาญต่อเสียงอย่างไร” ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสัมพันธ์กับระดับเสียงภายนอกของบริเวณผู้อยู่อาศัย ความสัมพันธ์จะเป็นบวกหรือลบขึ้นกับทัศนคติของแต่ละคนตามปัจจัยและประสบการณ์ที่เขาเคยได้รับ (US EPA, 1974)

EPA (US EPA, 1974) ได้มีการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างค่า L_{dn} กับระดับความรำคาญ โดยสำรวจรอบๆท่าอากาศยาน Heathrow ของประเทศ London 2 ครั้ง ในปี ค.ศ.1961 และ 1967 ตามลำดับ พบว่า ความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกัน ต่อมาในปี 1971 ได้มีการศึกษาบริเวณรอบๆสนามบิน 8 แห่งในสหรัฐอเมริกา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา ความสัมพันธ์ยังเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แม้เวลาจะผ่านไป 6-9 ปี จากความสมบูรณ์ของการศึกษาได้นำมาหาค่าเฉลี่ยเขียนเป็นกราฟดังภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและเปอร์เซ็นต์ความรำคาญอย่างสูงของประชาชน

ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความรำคาญกับ Day-Night Noise Level

ที่มา : US EPA, 1974

ต่อมา ชู๊วซ์ (Schultz, 1978) ได้รวบรวมสรุปข้อมูลจากการสำรวจทางด้านสังคมที่เกี่ยวกับปัญหาเสียงรบกวนเพื่อประเมินค่าและพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเสียงรบกวน Schultz ใช้คำ “เปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ได้รับความรำคาญสูง” (percent highly annoyed) เพื่อเป็นเครื่องตัดสินว่าเป็นเสียงรบกวนมีขนาดสูงพอที่จะเป็นตัวพิจารณาค่าตัวเกณฑ์ (criteria) ได้ โดยวัดและวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของประชาชนที่ได้รับความรำคาญสูง จากนั้นวัดพารามิเตอร์ทางฟิสิกส์ของเสียงรบกวนและนำมาเปรียบเทียบ โดยเขียนกราฟเทียบกับค่าการวัดความรำคาญสูงที่ได้วัดไว้แล้วก็จะกลายเป็นตัวชี้ เมื่อประชาชนได้รับความเดือดร้อนรำคาญจากเสียงเป็นอย่างมาก ผลของตัวแปรที่ไม่เกี่ยวกับเสียงจะถูกลดลงและค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับปฏิกิริยาการรับรู้จะสูง การแยกออกมาจากเรื่องที่ไม่เกี่ยวกับเสียงจึงทำได้ไม่ยาก การตัดสินว่าใครจะได้รับความรำคาญมากย่อมแล้วแต่ผู้วิจัย แต่ Schultz ใช้ 2 ชั้น ที่อยู่ข้างบนของมาตราส่วนความรำคาญ โดยถือว่า 2 ชั้นยอด

นั้นได้รับความรำคาญมากที่สุด การใช้เปอร์เซ็นต์ของประชาชนที่ได้รับความรำคาญสูง แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของชุมชนที่เหมาะในการหาแนวทางเพื่อการออกกฎเกี่ยวกับเสียง ในการวางแผน และการควบคุม ผลของการสำรวจนำมาหาค่าเฉลี่ยเขียนเป็นกราฟแสดงการประมาณค่าความรำคาญของประชาชนเนื่องจากเสียงการขนส่งทุกชนิด และอาจใช้กับชุมชนชนิดอื่นได้ด้วย และเมื่อนำมาเทียบกับกราฟของ EPA ปรากฏว่าความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงดังภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความรำคาญกับระดับเสียงภายนอกอาคาร

ที่มา : WHO, 1980

ต่อมา ดัช, รีนิวและเอ็ดดิงตัน (Dush, Renew and Eddington, 1989) ได้ศึกษาสำรวจเสียงรบกวนจากยานพาหนะขนส่งในเมือง Brisbane ในปี 1986-1988 จำนวน 27 ชุมชน โดยหาค่า L_{eq}, L_{dn}, L_1, L_{10} และ L_{90} ในการค้นหาการตอบสนองของชุมชนได้กำหนดขนาดตัวอย่างชุมชน

ละ 25 หลังคาเรือน โดยใช้แบบสอบถามและใช้เพียงคำถามเดียวในการหาความรำคาญ และหา percent highly annoyed จากสเกล 2 ชั้นสุดท้ายคือ “รำคาญมาก” และ “รำคาญมากที่สุด” พบว่า เสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญส่วนใหญ่เป็นเสียงจากนอกบ้านโดยเฉพาะเสียงจากยานพาหนะขนส่ง และประเภทเสียงที่ต่างกันจะส่งผลต่อระดับความรำคาญต่างกัน ผู้พักอาศัยถึงจะมีระดับความรำคาญต่อแหล่งเสียงสูง แต่จะไม่ทำการร้องเรียนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถแก้ไขเรื่องเสียงได้ และพบความสัมพันธ์ระหว่างค่า L_{dn} และ ร้อยละความรำคาญเป็นไปในทางบวก และเมื่อนำมาเทียบกับการศึกษาของ Schultz พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงดังภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความรำคาญและระดับเสียงการจราจร

ที่มา : Dush, Renew and Eddington, 1989

สำหรับบาโยและกาเซีย (Bayo and Garcia, 1995) ได้ศึกษาระดับเสียงในโรงพยาบาลในเขตเมืองจำนวน 232 จุด และการตอบสนองต่อเสียงของบุคคลากรในโรงพยาบาลจำนวน 295 คน พบว่า L_{eq} ในช่วงเช้า (9.00-13.00 น.) และช่วงบ่าย (16.00-20.00 น.) ส่วนใหญ่มีค่าเกิน 55 dBA แหล่งเสียงที่เป็นปัจจัยหลักคือ การจราจรบนถนน เสียงจากเครื่องบิน และเสียง siren ทำให้ส่งผล

กระทบต่อความไม่สุขสบายและการฟื้นตัวของผู้ป่วย และการวัดการตอบสนองต่อเสียงของบุคลากรในโรงพยาบาล ได้ใช้แบบสอบถาม โดยมีเสกลของความรำคาญ 5 ชั้น จาก “ไม่รำคาญ” (not annoyed) ถึง “รำคาญมากที่สุด” (very much annoyed) และ “ความรำคาญสูง” (highly annoyed) หาจากการรวมกันระหว่าง “รำคาญมาก” และ “รำคาญมากที่สุด” แต่คำถามที่ใช้ในการวัดความรำคาญจะใช้คำถามเกี่ยวข้องกับการรบกวนหลายๆกิจกรรม ซึ่งต่างกับการศึกษาอื่นๆที่ผ่านมาซึ่งจะใช้เพียงคำถามเดียว ผลจากการศึกษาพบว่า ระดับเสียงรบกวนการปฏิบัติงาน 13%, รบกวนคุณภาพงาน 13%, รบกวนความพอใจในงาน 17%, รบกวนสุขภาพตนเอง 16%, รบกวนสุขภาพของผู้ป่วย 28% และรบกวนการฟื้นตัวของผู้ป่วย 23% ต่อมา EPA (US EPA, 1997) ได้มีการศึกษาอีกครั้งในการสำรวจเสียงจากยานพาหนะขนส่งในเขตเมืองจำนวน 24 จุด และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและความรำคาญของชุมชนในประชาชนชาวอเมริกันวัยผู้ใหญ่ที่อาศัยในเขตเมือง มีขนาดตัวอย่างจำนวน 2037 คน โดยใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์ความคิดเห็น และหา percent highly annoyed จากการรวมกันของ 2 ชั้นสุดท้ายในคำถามเพียงคำถามเดียว พบว่าความสัมพันธ์เป็นไปในทางบวกระหว่างค่า L_{dn} กับความรำคาญอย่างสูงของผู้อยู่อาศัย (r=0.70) สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไทย ประทาน อารีพล (2526) ได้ศึกษาเรื่องผลกระทบของทางด่วนเกี่ยวกับระดับเสียงรบกวนบริเวณข้างทางด่วนสายท่าเรือ-ดินแดง กรุงเทพมหานครจำนวน 13 จุด ประกอบด้วยเขตที่อยู่อาศัยและเขตพานิชยกรรม โดยวัดระดับเสียงตลอด 24 ชั่วโมงและหาค่า L_{10} , L_{50} , L_{90} ,L_{eq} ผลการศึกษาพบว่า ระดับเสียงจากทางด่วนมีค่าเท่ากับ 61-74 dBA โดยมีข้อแม้ว่าการจราจรต้องเคลื่อนไหวอย่างสะดวก และการสำรวจทางสังคมโดยใช้แบบสอบถามค้นหาความรำคาญอย่างสูงต่อระดับเสียงจากทางด่วน ใช้ขนาดตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 243 คน โดยใช้คำถามเพียงข้อเดียวและหา percent highly annoyed จากการรวมกันของ 2 ชั้นสุดท้าย พบว่าผู้ได้รับความเดือดร้อนรำคาญสูงสำหรับการรบกวนความเป็นอยู่และการทำงานมีอยู่ประมาณ 24.1% และจากงานวิจัยนี้ได้เสนอแนะว่าควรจะมีการสำรวจเปอร์เซ็นต์รถยนต์หรือรถบรรทุก เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับเสียง

จากการทบทวนงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าการวัดการตอบสนองของชุมชนส่วนใหญ่จะใช้ percent highly annoyed และเป็นการรวมกันระหว่าง 2 ชั้นสุดท้าย เนื่องจาก 2 ชั้นยอดนั้นถือว่าได้รับความรำคาญมากที่สุด และตัดสินได้ว่าเป็นเสียงรบกวนที่มีขนาดสูงพอที่จะเป็นตัวพิจารณาค่าตัวเกณฑ์ (criteria) ได้ และคำถามที่ใช้ในการประเมินการตอบสนองเพียงคำถามเดียวก็สามารถประเมินความรำคาญอย่างสูงได้ ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้หลักการเช่นเดียวกับ EPA ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลาย ไม่ซับซ้อน สามารถวิเคราะห์ได้ง่าย

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงรบกวนและการตอบสนองของประชาชนในชุมชน

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและการตอบสนองของประชาชน จะกำหนดร้อยละที่ยอมให้คนถูกรบกวนที่ร้อยละ 20 เป็นจุดตัดในการค้นหาระดับเสียงรำคาญ ซึ่งเป็นการศึกษาเช่นเดียวกับของ US EPA (US EPA, 1974) และร้อยละที่ยอมให้คนถูกรบกวนนี้ ถ้ากำหนดค่าร้อยละต่ำก็จะสามารถปกป้องคนส่วนใหญ่ได้มาก และค่าระดับเสียงที่ได้จะมีความเป็นไปได้ในการนำมาเป็นค่ามาตรฐานสำหรับประเมินเสียงรบกวน จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำค่าร้อยละ 20 ของความรำคาญ มาใช้ในการศึกษาของชู๊ว์ซ์ (Schultz, 1978) เพื่อค้นหาระดับเสียงจากการขนส่งที่จัดว่าเป็นเสียงรบกวน พบว่าระดับเสียงดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 67 dBA สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)ได้ทำการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ โดยได้ตรวจวัดระดับเสียงริมเส้นทางจราจร 16 จุด และใช้แบบสอบถามประเมินความรู้สึกด้านเสียงรบกวนใน 16 ชุมชน 662 ตัวอย่าง จากการศึกษาสรุปความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการรบกวนกับระดับเสียงได้ชัดเจน โดยผลการศึกษาที่ได้พบว่าลักษณะความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง และค่า L_{eq} 24 hr, L_{dn} และ L_{10} ที่ยอมให้คนร้อยละ 20 เกิดความรู้สึกรบกวนมีค่าประมาณ 64.8, 70.9 และ 68.7 dBA ส่วนความสัมพันธ์ในรูปอื่นพบว่าไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้กับการศึกษานี้ คือค่า L_{np} มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจต่ำเท่ากับ 0.18 เท่านั้น ต่อมาจำนงค์ ธนะภพ (Chamnong Thanapop, 1999) ได้ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเสียงรบกวนจากโรงงานอุตสาหกรรมกับการตอบสนองของประชาชนในชุมชนบางซื่อกรุงเทพมหานคร โดยวัดระดับเสียงรบกวนเป็นค่า L_{eq} 24 ชั่วโมง จากโรงงานอุตสาหกรรม 10 โรงงาน และขนาดตัวอย่างของประชากรเท่ากับ 198 คน จากการศึกษาพบว่า L_{eq} 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 63.4-71.5 dBA และระดับเสียงและเปอร์เซ็นต์ความรำคาญอย่างสูงมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง และใช้ค่าระดับเสียงที่ร้อยละ 20 การรบกวนของผู้ให้สัมภาษณ์พบว่า ระดับเสียงรบกวนมีค่า 65 dBA ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 มีค่า 67 dBA ระดับมลพิษทางเสียงมีค่า 73.4 dBA และผลต่างระหว่างเสียงรบกวนกับระดับเสียงพื้นฐานมีค่า 11.5 dBA (p-value=0.0001) และข้อมูลที่ได้สามารถนำเสนอเป็นค่ามาตรฐานสำหรับประเมินเสียงรบกวนจากโรงงานอุตสาหกรรม

มาตรฐานระดับเสียงในชุมชน

มาตรฐานระดับเสียงในชุมชนเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ มาตรฐานเสียงรบกวนและมาตรฐานที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยิน (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์ และคณะ, 2535 ; คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533)

1. มาตรฐานเสียงรบกวน ISO (Internation Organization for Standardization) และ US EPA (US Environmental Protection Agency)

ได้เสนอแนะว่าการตรวจวัดเสียงรบกวนโดยทั่วไปควรตรวจวัดแบบ L_{eq} และ L_{dn} ซึ่งเป็นค่าตัวแทนระดับเสียงโดยทั่วไปดีกว่าการตรวจวัดระดับเสียงแบบอื่น

1.1 มาตรฐานระดับเสียงของ WHO (World Health Organization) ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนในชุมชน โดยเสนอเป็นค่า L_{eq} ในเวลากลางวัน (07.00-22.00) และกลางคืน (22.00-07.00) ไว้ว่า ชุมชนทั่วไปและชุมชนในเขตเมือง (outdoor) L_{eq} ในเวลากลางวันต้องไม่มากกว่า 55 dBAและในเวลากลางคืนต้องไม่มากกว่า 45 dBA (WHO, 1980)

1.2 มาตรฐานระดับเสียงรำคาญของ World Bank Environmental Guideline ได้เสนอระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน โดยเสนอเป็นค่า L_{dn} ไว้ว่าระดับเสียงรบกวนภายในอาคาร (indoor) ต้องไม่เกิน 45 dBA และระดับเสียงรบกวนภายนอกอาคาร (outdoor) ต้องไม่เกิน 55 dBA (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533)

1.3 มาตรฐานระดับเสียงขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เสนอแนะค่าระดับเสียง equivalent continuous sound pressurelevel 24 hour และ ระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (L_{dn}) ไว้ว่า ระดับเสียงรำคาญภายนอกอาคาร (outdoor) ต้องมีค่า L_{eq} และ L_{dn} ไม่มากกว่า 55 dBA และระดับเสียงรำคาญภายในอาคาร (indoor) ต้องมีค่า L_{eq} และ L_{dn} ไม่มากกว่า 45 dBA (US EPA, 1974)

1.4 ISO (Internation Organization for Standardization) ได้เสนอแนะค่าระดับเสียงรบกวนที่ยอมให้มีได้ในบริเวณย่านการใช้ที่ดินต่างๆโดยกำหนดค่าต่ำสุดคือ 35-45 เดซิเบลเอ สำหรับระดับเสียงในชุมชนทั่วไป ดังแสดงในตาราง 2 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533)

ตาราง 2 ค่าระดับเสียงรบกวนในชุมชนที่ยอมให้มีได้ในบริเวณย่านการใช้ที่ดินต่างๆ

ย่านการใช้ที่ดิน	ระดับเสียงชุมชนที่ยอมให้มีได้ (dBA)
1. พื้นที่ย่านที่พักอาศัยในเขตชนบท โรงพยาบาล	35-45
2. พื้นที่ย่านที่พักอาศัยกึ่งเมือง ถนนที่มีการจราจรเล็กน้อย	40-50
3. พื้นที่ย่านที่พักอาศัยในเขตเมือง	45-55
4. พื้นที่ย่านที่พักอาศัยในเขตเมืองซึ่งปะปนด้วยย่านธุรกิจการค้าและถนนสายหลัก	50-60
5. เขตเมือง(ย่านธุรกิจการค้า)	55-65
6. พื้นที่ย่านอุตสาหกรรม	60-70

ที่มา : คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533

1.5 มาตรฐานระดับเสียงของไทย คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15, 2540)

2. มาตรฐานเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยิน

สามารถแบ่งเป็นระดับเสียง 2 ลักษณะคือ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533)

2.1 ระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยินสำหรับบุคคลทั่วไป

WHO ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้ดังนี้

L_{eq} 8 ชั่วโมง = 75 เดซิเบลเอ ทุกพื้นที่

US EPA และ World Bank ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้ดังนี้

L_{eq} 24 ชั่วโมง = 70 เดซิเบลเอ ทุกพื้นที่

2.2 ระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินสำหรับบุคลลที่สัมผัสกับระดับเสียงอยู่เป็นประจำ (ผู้ประกอบอาชีพ) ตามประกาศของกระทรวงมหาดไทยได้กำหนดไว้ว่า

ก. ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 dBA

ข. เกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 dBA

ค. เกินวันละ 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 80 dBA

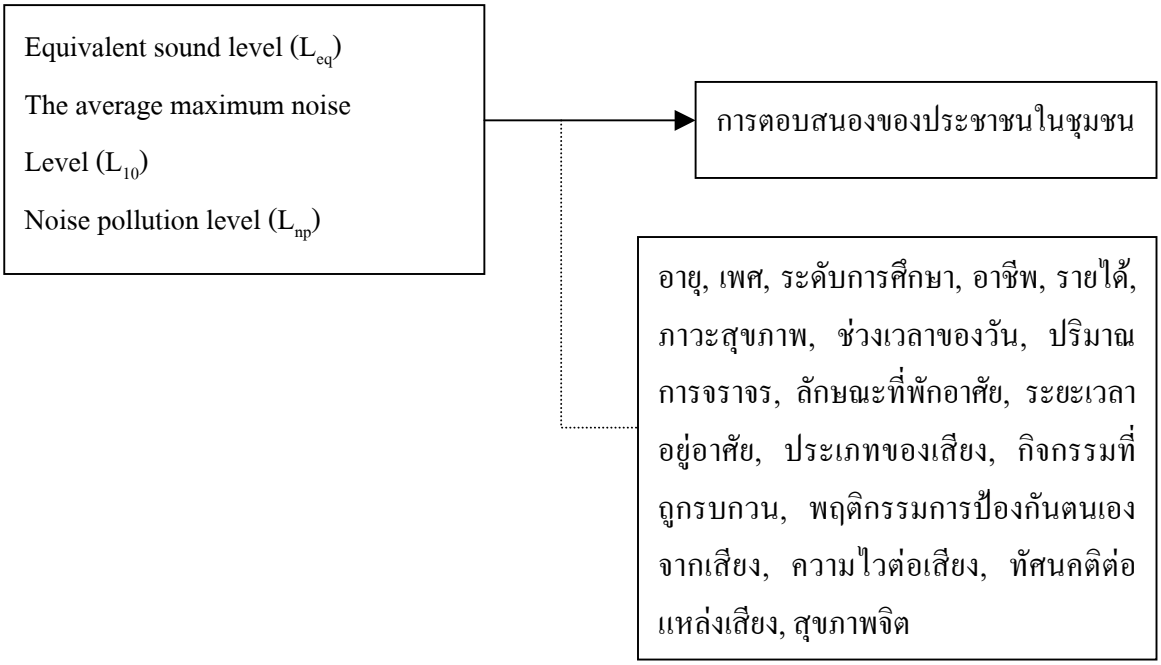
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสียงจากการจราจร และการตอบสนองของประชาชนในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่
2. เพื่อศึกษาว่าระดับเสียงจากการจราจรที่จัดว่าเป็นเสียงรำคาญมีค่าเป็นเท่าใด ในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตอบสนองของประชาชนต่อเสียงจากการจราจร ในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

คำถามการวิจัย

1. เสียงจากการจราจรและการตอบสนองของประชาชนในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ มีความสัมพันธ์เป็นเช่นใด
2. ระดับเสียงจากการจราจรที่จัดว่าเป็นเสียงรำคาญมีค่าเป็นเท่าใด ในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่
3. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลกับการตอบสนองของประชาชนต่อเสียงจากการจราจร ในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

กรอบแนวคิด



สมมติฐานการวิจัย

1. ระดับเสียงจากการจราจรกับการตอบสนองของประชาชนในชุมชนมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง

2. ปัจจัยด้านอายุ, เพศ, ระดับการศึกษา, อาชีพ, รายได้, ภาวะสุขภาพ, ช่วงเวลาของวัน, ปริมาณการจราจร, ลักษณะที่พักอาศัย, ระยะเวลาอยู่อาศัย, ประเภทของเสียง, กิจกรรมที่ถูกรบกวน, พฤติกรรมการป้องกันตนเองจากเสียง, ความไวต่อเสียง, ทัศนคติต่อแหล่งเสียง และสุขภาพจิต มีความสัมพันธ์กับการตอบสนองของประชาชนต่อเสียงการจราจร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินสภาพปัญหามลพิษทางเสียงของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

2. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้ากับปัญหามลพิษทางเสียงในอนาคตของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

3. เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานระดับเสียงรบกวนของพื้นที่ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาเฉพาะบริเวณใจกลางเมืองของพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท ฉบับที่ 452 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518 โดยระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2543 – 30 กันยายน 2544

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เสียงจากการจราจร หมายถึง เสียงจากยานพาหนะทุกชนิดรวมทั้งเสียงแตรรถที่วิ่งบนถนน
2. การตอบสนองของประชาชน หมายถึง การเกิดความรำคาญต่อเสียงจราจร
3. พื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก หมายถึง พื้นที่ตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทฉบับที่ 452 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518
4. ระดับความรำคาญ หมายถึง สเกลวัดระดับความรำคาญ ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็นระดับขั้น 5 ขั้น คือ ไม่รำคาญ, รำคาญเล็กน้อย, รำคาญปานกลาง, รำคาญมาก และรำคาญมากที่สุด
5. ความรำคาญอย่างสูง (Highly annoyed) หมายถึง ความรำคาญอย่างสูงของผู้พักอาศัยโดยจากการรวมกันระหว่างความรำคาญมากกับความรำคาญมากที่สุด จากสเกลวัดระดับของความรำคาญ
6. Equivalent Continuous Sound Pressure Level (L_{eq}) หมายถึง ระดับเสียงเฉลี่ย A-weight ที่ดังต่อเนื่องกันไปและวัดภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด หน่วยเป็น dB
7. ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) หมายถึง ระดับเสียงซึ่งอยู่ในตำแหน่งเกิน percentile ที่ 90 ของช่วงเวลาในการตรวจวัด ถือเป็นค่าระดับเสียงสูงสุด
8. เสียงที่ดังสม่ำเสมอ (Continuous Noise หรือ Steady-state noise) หมายถึง เสียงที่ดังติดต่อกันไปมีลักษณะและความเข้มของเสียงค่อนข้างคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 dB ใน 1 วินาที
9. เสียงที่เปลี่ยนแปลงระดับเสมอ (Fluctuating noise) หมายถึง เสียงที่มีความเข้มสูงๆต่ำๆ การเปลี่ยนแปลงระดับเกินกว่า 5 dB ใน 1 วินาที เช่น เสียงการจราจร เป็นต้น
10. ปริมาณการจราจร คือ จำนวนคันและชนิดของพาหนะที่ผ่านจุดหนึ่ง หรือช่วงหนึ่งของถนนในหนึ่งหน่วยเวลา