ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม

โดย
นายพัฐจักร พร้าวไธสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม

โดย
นายพัฐจักร พร้าวไธสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

INFLUENCE OF ROAD TRAFFIC NOISE ON RESIDENTS IN NAKHON PATHOM MUNICIPALITY

By

MR. Phatthachak PHRAOTHAISONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

Department of ENVIRONMENTAL SCIENCE

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2018

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม
โดย	พัฐจักร พร้าวไธสง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล อ้นแฉ่ง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล อ้นแฉ่ง)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา นาคะภากร)

59311306 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ระดับเสียงจากการจราจร, ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง, ระดับเสียงเฉลี่ยกลางวันกลางคืน, ร้อยละความรำคาญมาก, แบบจำลอง CRTN, เทศบาลนครนครปฐม

นาย พัฐจักร พร้าวไธสง: ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐพล อ้นแฉ่ง

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์สองประการ คือ 1) เพื่อตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนน ในพื้นที่เขตเมือง ในจังหวัดนครปฐม และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชน และความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับข้อมูลประชากร โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงตลอด 24 ชั่วโมง ริมถนนทั้งหมด 10 สาย และสำรวจด้วยแบบสอบถาม จำนวน 360 ชุด พร้อมกับเก็บข้อมูลสภาพการจราจรด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว เพื่อตรวจนับจำนวนและประเภทของยานพาหนะ ผลการศึกษาพบว่า ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ของถนนทั้ง 10 สาย มีค่าอยู่ระหว่าง 61.7-81.8 เดซิเบลเอ ซึ่งมีจำนวน 3 จุด ที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 72.3-81.8 เดซิเบลเอ จากการตรวจนับยานพาหนะพบว่า ประเภทของยานพาหนะที่พบมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ รถเก๋ง รถปิกอัพ และรถจักรยานยนต์ ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) ของแต่ละจุดตรวจวัด พบว่า ส่วนใหญ่ให้บริการในระดับ A และ B ซึ่งหมายถึงการจราจรมีความคล่องตัว เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียง พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.840 และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและยานพาหนะแต่ละประเภทพบว่า รถจักรยานยนต์มีความสัมพันธ์กับระดับเสียงมากที่สุด (R^2 = 0.978) รองลงมา ได้แก่ รถปิกอัพ รถบรรทุก รถเก๋ง รถตู้ และรถบัส (R^2 = 0.839 0.821 0.815 0.784 และ 0.738 ตามลำดับ) จากการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงเทียบกับการตรวจวัด พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ +1.38 เดซิเบลเอ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) และร้อยละความรำคาญจากเสียงจำแนกตามเพศ พบว่าเพศหญิงมีระดับความรำคาญที่ความสัมพันธ์กับ L_{dn} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนเพศชายพบความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

59311306 : Major (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
Keyword : road traffic noise, 24 hours A weighted Equivalent Continuous Sound Level, Day – night equivalent sound level, Percentage of highly annoyed or %HA, CRTN Model, Nakhon Pathom municipality

MR. PHATTHACHAK PHRAOTHAISONG : INFLUENCE OF ROAD TRAFFIC NOISE ON RESIDENTS IN NAKHON PATHOM MUNICIPALITY THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR RATTAPON ONCHANG, Ph.D.

This study had two objectives: 1) to measure road traffic noise levels and to analyze relationship between the measured noise level and road traffic activities in an urban area of Nakhon Pathom province and 2) to analyze relationship between the road traffic noise and annoyance of people, as well as relationship between such annoyances and demographic information. Noise measurements were carried out over 24 hours at roadsides in a number of ten roads, together with questionnaire observation involving 360 subjects. Traffic activities were also recorded, using camera recorders, parallel to noise measurements. The recorded data were used to quantify vehicles types and their numbers. The results found that 24-hours-averaged noise levels ($L_{eq,24h}$) of all ten roads were in the range of 61.7-81.8 dBA. Three of them had $L_{eq,24h}$, ranged from 72.3-81.8, exceeding the standard of 70 dBA. For vehicle number counting, the top three vehicle categories were passenger car, pick-up and motorcycle, respectively. As for the traffic volume ratio (V/C ratio) of each measurement point, it is found that most of the services were in the A and B categories implying dexterous traffic movement. The analysis of correlation between total number of vehicles and noise levels resulted statistically correlated at a significant level of 0.01 with R = 0.840. For correlation analyses among measured noise levels and segregated vehicle categories, it found that the highest degree of correlation to noise levels were motorcycles (R^2 = 0.978), followed by pick-up, truck, passenger car, van and bus (R^2 = 0.839, 0.821, 0.815, 0.7840 and 0.738, respectively). For correlation of noise level modelled by CRTN model compared with measured noise levels, it resulted statistically correlated at a significant level of 0.01 with a mean difference of +1.38 dBA. Considering the relationship between day–night equivalent sound level (L_{dn}) and percentage of highly annoyance among genders, it indicates that female had the annoyance related with L_{dn} with significant level of 0.01, while it was found for male with no statistical significant.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเมตตาในการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ดูแลอย่างใกล้ชิดเป็นอย่างยิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล อ้นแฉ่ง และให้เป็นผู้ช่วยในโครงการวิจัยที่ส่วนหนึ่งได้นำมาเป็นวิทยานิพนธ์นี้ รวมทั้งได้รับความกรุณาเมตตาในการให้คำปรึกษา แนะนำ เป็นอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา ภุมมะกาญจนะโรแบร์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา นาคะภากร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณทัศนีย์ กาญจนศรี นักวิชาการอุดมศึกษา ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้คำแนะนำทั้งในเรื่องการลงทะเบียนเรียนและประสานงานรวมถึงแจ้งข่าวสารในด้านต่าง ๆ ขอขอบพระคุณบุคลากรและภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้อำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน และได้จัดการนำเสนอความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์ทุก ๆ สิ้นภาคการศึกษา ซึ่งเป็นการติดตามนักศึกษาที่ดีมาก ทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความกระตือรือร้นในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณเจ้าของพื้นที่ทั้ง 10 จุด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้เก็บข้อมูล และขอขอบพระคุณประชากรกลุ่มตัวอย่างทุก ๆ คน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบใจทีมงานนักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เป็นกำลังหลัก ได้ช่วยประสานงานกับเจ้าของพื้นที่ต่าง ๆ ทั้ง 10 จุด และเป็นทีมงานที่ช่วยในการติดตั้งและเก็บเครื่องวัดเสียง สำรวจความคิดเห็นของประชาชนด้วยแบบสอบถาม และจัดทำคู่มือการลงรหัสของแบบสอบถามที่สำหรับโปรแกรมทางสถิติ การนับจำนวนรถจากการจราจรทั้ง 10 จุด ตลอดจนการแบ่งหน้าที่กันในการดูแลเครื่องวัดเสียง เปลี่ยนเมมโมรี่การ์ดสำหรับกล้องบันทึกการจราจร และขอบใจนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ที่มีจิตอาสาช่วยเหลือการนับปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภททั้ง 10 จุด

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ดูแล ช่วยเหลือให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ และคุณค่าของงานวิจัยนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาเพื่อน้อมรำลึกถึงคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาอบรมสั่งสอนและเป็นแรงผลักดันให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พัฐจักร พร้าวไธสง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 5

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระดับเสียง 5

2.2 ความหมายมลพิษทางเสียง 5

2.3 สถานการณ์มลพิษทางเสียงจากการจราจร 8

2.3.1 สถานการณ์มลพิษทางเสียงของประเทศไทย 8

2.3.2 สถานการณ์มลพิษทางเสียงของต่างประเทศ 9

2.4 พารามิเตอร์ของเสียง 10

2.5 มาตรฐานระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม 12

2.5.1 มาตรฐานระดับเสียงในประเทศไทย 12
2.5.2 ค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก (Worth Health Organization; WHO) และมาตรฐานระดับเสียงของบางประเทศ 12
2.6 การตรวจวัดระดับเสียง 13
2.6.1 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดเสียง 13
2.6.2 เครื่องมือตรวจวัดเสียง 13
2.6.3 มาตรฐานเครื่องวัดเสียง 13
2.6.4 ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดเสียง 13
2.6.5 วิธีการตรวจวัดระดับเสียง 14
2.6.6 ตำแหน่งตรวจวัดเสียง 14
2.7 การจราจร 15
2.7.1 ชนิดของการจราจร (Type of traffic flow) 15
2.7.2 เสียงจากการจราจรบนท้องถนน 16
2.7.4 ระยะเวลานับรถ 18
2.7.5 เสียงจากยานพาหะแต่ละประเภท 18
2.8 ความรำคาญ (Noise annoyance) 19
2.9 ผลกระทบที่เป็นอันตรายหรือผลกระทบทางกายภาพ 20
2.9.1 ผลกระทบทางความรู้สึก 20
2.9.2 ผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรม 21
2.9.3 ผลกระทบด้านสังคม 21
2.10 การตอบสนองของชุมชนต่อเสียง 22
2.11 Calculation of Road Traffic Noise Model (CRTN Model) 25
2.12 เทศบาลนครนครปฐม 27
2.12.1 ขนาด 27

2.12.2 ข้อมูลประชากร 28
2.12.3 จำนวนรถในอำเภอเมืองนครปฐม 29
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
บทที่ 3 37
วิธีดำเนินการวิจัย 37
3.1 วิธีดำเนินการศึกษา 37
3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่าง 39
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง 39
3.4 วิธีการศึกษา 40
3.4.1 การสำรวจพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง 40
3.4.2 การบันทึกจำนวนรถจากการจราจรบนท้องถนนด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว 40
3.4.3 การตรวจวัดเสียง 40
3.4.4 การสำรวจแบบสอบถามเพื่อประเมินระดับความรำคาญ 41
3.5 การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล 43
3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดระดับเสียงโดยใช้สถิติพื้นฐาน 43
3.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับจำนวนรถจากการจราจรบนท้องถนน 43
3.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับแบบจำลอง CRTN (Calculation of Road Traffic Noise model) 43
3.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญ 43
3.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญกับข้อมูลประชากร 44
บทที่ 4 45
ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา 45
4.1 ข้อมูลเชิงพรรณนาของปริมาณยานพาหนะ ลักษณะเสียง และลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 45

4.1.1 จำนวนยานพาหนะ ณ ตำแหน่งจุดตรวจวัด 45
4.1.2 ระดับเสียงจากการจราจรจากในพื้นที่ทั้ง 10 จุดตรวจวัด 46
4.1.3 ผลการตอบแบบสอบถาม 52
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด 56
4.2.1 อัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) 56
4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะกับระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 62
4.3 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรำคาญกับกลุ่มที่ไม่รำคาญเสียงจราจร จำแนกตามปัจจัยต่าง ๆ 64
4.3.1 ปัจจัยด้านประชากร 64
4.3.3 การรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ 66
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญกับข้อมูลประชากร 67
4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับเพศชาย 67
4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับเพศหญิง 68
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับแบบจำลอง CRTN 69
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรของทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN 71
4.6 อภิปรายผลการศึกษา 73
บทที่ 5 76
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 76
5.1 สรุปผลการศึกษา 76
5.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม 76
5.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชน และความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับข้อมูลประชากร 77
5.2 ข้อเสนอแนะ 77

5.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 77
5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยโอกาสต่อไป 77
ภาคผนวก 79
ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม 80
รายการอ้างอิง 84
ประวัติผู้เขียน 85

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 ค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลกและมาตรฐานระดับเสียงของบางประเทศ 12

ตารางที่ 2.2 ระดับความดังของเสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนน 19

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลทะเบียนราษฎร์ เทศบาลนครนครปฐม (พ.ศ. 2557 – 2560)..... 29

ตารางที่ 2.4 จำนวนรถจดทะเบียนใหม่และรถที่จดทะเบียนสะสมของจังหวัดนครปฐม สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐมระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2559 29

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 1 ถนนรถไฟตะวันตก 57

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 2 ถนนทรงพล 57

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 3 ถนนเทศา 57

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 4 ถนนนาสร้าง 58

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 5 ถนนมาลัยแมน 58

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 6 ถนนซ้ายพระ 58

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 7 ถนนราชมรรคคา 59

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 8 ถนนเพชรเกษม..... 59

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 9 ถนนถวิลพัฒนา 59

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 10 ถนนสวนตะไคร้..... 60

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) กับค่า V/C Ratio ของแต่ละจุดตรวจวัด..... 61

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด 62

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของยานพาหนะกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด 63

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญ

ของเพศชาย 67

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญของเพศหญิง 68

ตารางที่ 4.16 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณจากแบบจำลอง CRTN ($L_{Basic,24h}$) ตามสมการที่ 2.5 ของจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด ครอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุด..... 71

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบระหว่างระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq,24h}$) จากการจราจรของทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง CRTN **(**$L_{Basic,24h}$**)**..... 72

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN..... 72

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1 เปรียบเทียบระดับเสียงปี 2550-2559 พื้นที่ริมถนนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.... 8

ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบระดับเสียงปี 2550-2559 พื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล..... 9

ภาพที่ 2.3 การใช้สมการในการคำนวณการลดทอนเสียงจากระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ผู้รับเสียงได้รับ..... 11

ภาพที่ 2. 4 เส้นความสัมพันธ์ (Dose-response function curve) ระหว่างร้อยละของระดับความรำคาญมาก (Percentage of Highly Annoyed หรือ %HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} ในมาตรฐาน ISO 1996-1..... 23

ภาพที่ 2. 5 (ก) รูปแบบการวัดระดับความรำคาญแบบ 11 ระดับตัวเลข และ (ข) รูปแบบการวัด 5 ระดับค่าตาม ISO/TS 15666..... 24

ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงและการรับสัญญาณเสียง..... 26

ภาพที่ 2.7 ขอบเขตเทศบาลนครนครปฐม (เส้นประ) ที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษา. 28

ภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบร้อยละของระดับความรำคาญมาก (%HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} กรณีรถไฟ (ก) และการจราจรบนถนน (ข) ของกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้..... 33

ภาพที่ 2.9 ข้อมูลจากการสำรวจ (ก) และเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ (ข) ระหว่างระดับความรำคาญมาก (%HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} จำแนกเป็นกรณีรถไฟ ถนนและระดับเสียงร่วมของเมือง Dalian ประเทศจีน..... 34

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา..... 38

ภาพที่ 3.2 ขอบเขตเทศบาลนครนครปฐม (เส้นประ) ที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษา. 39

ภาพที่ 4.1 ผลการนับปริมาณยานพาหนะในพื้นที่ทั้ง 10 จุดตรวจวัด..... 46

ภาพที่ 4.2 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ระดับเสียงสูงสุดและระดับเสียงต่ำสุด ที่ได้จากการตรวจวัด 47

ภาพที่ 4.3 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 1 (ถนนรถไฟตะวันตก)..... 47

ภาพที่ 4.4 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90})

ของจุดตรวจวัดที่ 2 (ถนนทรงพล) 48

ภาพที่ 4.5 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 3 (ถนนเทศา) 48

ภาพที่ 4.6 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 4 (ถนนนาสร้าง) 49

ภาพที่ 4.7 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 5 (ถนนมาลัยแมน) 49

ภาพที่ 4.8 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 6 (ถนนซ้ายพระ) 50

ภาพที่ 4.9 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 7 (ถนนราชมรรคา) 50

ภาพที่ 4.10 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 8 (ถนนเพชรเกษม) 51

ภาพที่ 4.11 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 9 (ถนนถวิลพัฒนา) 51

ภาพที่ 4.12 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 10 (ถนนสวนตะไคร้) 52

ภาพที่ 4.13 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 52

ภาพที่ 4.14 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 53

ภาพที่ 4.15 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปัญหาทางการได้ยิน จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 53

ภาพที่ 4.16 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 54

ภาพที่ 4.17 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้สึกรำคาญหรือรบกวนจากปัญหาสิ่งแวดล้อมจากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 54

ภาพที่ 4.18 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรำคาญมาก (% Highly annoyed) จากการจราจรบนท้องถนน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 55

ภาพที่ 4.19 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรำคาญหรือรบกวนต่อแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่รบกวน จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด 56

ภาพที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับปริมาณยานพาหนะต่อชั่วโมงบริเวณเส้นทางการจราจรทั้ง 10 จุดตรวจวัด 63

ภาพที่ 4.21 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามเพศ 64

ภาพที่ 4.22 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามอายุ 65

ภาพที่ 4.23 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามอาชีพ 65

ภาพที่ 4.24 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญกับการรบกวนการสนทนา การพักผ่อน และการรบกวนการดูทีวี ฟังวิทยุ 66

ภาพที่ 4.25 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามปัจจัยด้านการรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงจากแหล่งต่าง ๆ 66

ภาพที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม 67

ภาพที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม 69

ภาพที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดทั้ง 10 จุดตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN 73

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานการณ์ของโลกในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าในทุกๆ ด้าน แต่ละประเทศมีการขยายตัวและมีการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจ การคมนาคมขนส่ง การสำรวจอย่างกว้างขวางของหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว การจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนโดยทั่วไป และให้ความรำคาญมากที่สุด ความรำคาญจะมากหรือน้อยขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เสียงรบกวนจากการจราจรในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหลายลักษณะทั้งเสียงของเครื่องยนต์ โครงสร้าง การใช้งาน เสียงล้อสัมผัสกับพื้นถนน เป็นต้น ตัวอย่างเช่น สหภาพยุโรปผลสืบเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการเพิ่มจำนวนของประชาชนอย่างรวดเร็ว ปัญหามลพิษทางเสียงที่เกิดขึ้นจากการจราจรทางบกเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญ (Shelton & Kiss, 2005) และนครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเมืองขนาดใหญ่ เป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ถูกขนานนามว่า "เมืองที่ไม่เคยหลับใหล" ผลสะท้อนจากความเป็นศูนย์กลางทางด้านต่างๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างลึกเลี่ยงไม่ได้ คือ ปัญหาเสียงดังรบกวนที่มีความรุนแรงมากจนกลายเป็นปัญหาอันดับ 1 (พีรพล เจตโรจนานนท์, 2553) นักวิจัยของ Colorado State University in Fort Collins (CSU) ได้บันทึกเสียงของสถานที่ต่างๆ รวมทั้งสิ้น 492 แห่งทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา ในพื้นที่ที่มีการป้องกันดูแล ผลปรากฏว่าระดับของเสียงรบกวนที่เกิดจากมนุษย์นั้นสูงเป็นสองเท่าคือ 63% ของบริเวณที่มีการป้องกันดูแล (Buxton et al., 2017)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงและปฏิรูปในทุกด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม การศึกษา วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประเทศมีความมั่นคง มั่งคั่ง และมุ่งสู่การพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนในอนาคต แต่ในท่ามกลางการพัฒนาในด้านต่างๆ ทำให้ความต้องการในการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดปัญหาการจราจรติดขัดขึ้นตามมา ซึ่งนับวันยิ่งกลายเป็นปัญหาที่สำคัญของคนเมือง (น้ำฝน ยอดดี, 2557) ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง

จากการประเมินสถานการณ์และแนวโน้มของปัญหามลพิษในรอบ 10 ปี (ปี 2550-2559) พบว่ามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาที่สำคัญในลำดับต้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณริมเส้นทางจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยในปี 2559 พบว่ามีระดับที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) เท่ากับ 70 เดซิเบลเอ ถึงร้อยละ 69 จากข้อมูลการตรวจวัดตลอดปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

จังหวัดนครปฐมเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2538) ไม่ว่าจะเป็นปัญหามลพิษจากน้ำเสีย ปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง และปัญหามลพิษอื่น ๆ ได้ก่อให้เกิดผลกระทบเสียหายต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและมีแนวโน้มว่าจะรุนแรงถึงขั้น

เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ปัจจุบันจัดเป็นเมืองปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร พื้นที่เทศบาลนครนครปฐมเป็นแหล่งชุมชนเกาะกลุ่มหนาแน่นอยู่ในบริเวณเขตเทศบาลเดิม นอกจากบ้านเรือนของประชาชนแล้วยังเป็นแหล่งพาณิชย์ ย่านที่พักอาศัยกระจายอยู่ทั่วไปในเขตชุมชนเทศบาลนครนครปฐมและมีแนวโน้มขยายตัวขึ้น ประชากรในเขตเทศบาลนครนครปฐมมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งยังมีประชากรแฝงอีกจำนวนหนึ่งที่เข้ามาประกอบอาชีพ พักอาศัยและแรงงานต่างด้าว รวมทั้งนักเรียน นักศึกษา ซึ่งไม่สามารถยืนยันตัวเลขที่แน่นอนได้ว่ามีจำนวนเท่าใด รวมทั้งมีสถานที่ราชการและแหล่งท่องเที่ยวหลากหลาย เมื่อพิจารณาข้อมูลเชิงสถิติของกรมการขนส่งทางบกแล้ว พบว่าปริมาณจำนวนรถในจังหวัดนครปฐมที่จดทะเบียนสะสมช่วง 6 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553-2559) จำนวน 322,250 คัน (สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐม, 2559) จากที่กล่าวมาจึงเป็นสาเหตุให้เทศบาลนครนครปฐมมีสภาพการจราจรที่หนาแน่น ปริมาณรถมีมากทั้งจากในตัวเทศบาลนครปฐมและจากการเป็นพื้นที่ที่เป็นทางผ่านไปสู่จังหวัดต่าง ๆ จึงส่งผลให้มีรถหลายประเภท เช่น รถบรรทุก รถโดยสาร รถยนต์ส่วนตัว โดยทำการขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร จึงทำให้ในเขตพื้นที่เทศบาลนครปฐมมีปริมาณรถมาก และเสียงเครื่องยนต์ของยานพาหนะส่งผลให้เกิดมลพิษทางเสียงและเสียงรบกวน

จากข้อมูลการเพิ่มจำนวนประชาชน และการจราจรดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้ชุมชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม เกิดปัญหามลพิษทางเสียง เสียงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มนุษย์ต้องสัมผัสในชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต เนื่องจากเสียงเป็นสิ่งจำเป็นในการสื่อสารระหว่างมนุษย์ แต่การสัมผัสเสียงดังมาก ๆ ในระยะเวลานาน ๆ ทำให้สูญเสียการได้ยิน (Hearing loss) เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ อาจมีผลให้กล้ามเนื้อสั่น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความเครียดเกิดขึ้นจากการที่ได้ยินเสียงที่ไม่ต้องการ ทำให้เกิดความรู้สึกรำคาญ ส่งผลต่อการนอนหลับพักผ่อน ผลต่อการทำงานและการเรียนรู้ รบกวนกรสนทนาและการบันเทิง ทำให้มนุษย์ต้องเพิ่มความอดทนต่อการได้ยินเสียงที่ไม่ชอบ และเกิดเป็นความเครียดของจิตใจ ส่งผลให้เกิดเป็นปัญหาสุขภาพจิตตามมา โรคความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร เกิดแผลในกระเพาะอาหาร อ่อนเพลีย และเป็นโรคหัวใจได้ (พิชัย ปมาณิกบุตร, 2552) งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญของประชาชนในเทศบาลนครนครปฐม โดยจะดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงร่วมกับการใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาทัศนคติของประชาชน ผลที่ได้จะทำให้ทราบถึงระดับของปัญหามลพิษทางเสียงของพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการวางแผนเพื่อลดผลกระทบด้านมลพิษทางเสียงในพื้นที่นี้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนน

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชนและความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับข้อมูลประชากร

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ปริมาณการจราจรบนท้องถนนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดและความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนนความสัมพันธ์กันในเชิงบวก

1.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชนมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก และระดับความรำคาญต่อเสียงกับข้อมูลประชากรมีความสัมพันธ์กัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตชุมชนที่ตั้งอยู่สองฝั่งของถนนทั้งถนนสายหลักและสายรองในเขตพื้นที่เทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

1.4.2 ตรวจวัดระดับเสียงบริเวณริมถนนจำนวน 10 จุด บริเวณริมเส้นทางจราจร โดยมีวิธีการติดตั้งเครื่องวัดเสียงตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 15 พุทธศักราช 2540 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2540)

1.4.3 ตรวจวัดระดับเสียง (L_p) ณ จุดตรวจวัดที่กำหนดในข้อ 1.4.2 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ครอบคลุมช่วงวันหยุดและวันทำงานต่อจุดเก็บตัวอย่าง จากระดับ L_p นำมาคำนวณ $L_{eq,24h}$ L_x และ L_{dn} และเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรบนท้องถนนโดยบันทึกจำนวนรถจากการจราจรด้วยกล้องวิดีโอควบคู่ไปกับการตรวจวัดระดับเสียง

1.4.4 ทำการวิเคราะห์ปริมาณการรับสัมผัสเสียงกับการตอบสนอง (Dose-response relationship) โดยทำการสอบถามตาม ISO/TS 15666 (ISO, 2003) (Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys) จำนวน 400 ชุด แล้วนำมาวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับระดับเสียง L_{dn}

1.4.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญต่อเสียงกับข้อมูลประชากร (ได้แก่ อายุ เพศ ปัญหาการได้ยิน อาชีพ) โดยกำหนดให้ อายุ เพศ ปัญหาการได้ยิน อาชีพ เป็นตัวแปรต้น และระดับความรำคาญเป็นตัวแปรตาม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) หมายถึง ผลกระทบของเสียงที่มีต่อมนุษย์ ทำให้รู้สึกหงุดหงิด รำคาญ ทำลายสมาธิในการทำงาน จนได้รับอันตรายต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของมนุษย์และสัตว์ ไม่ว่าเสียงนั้นจะดังหรือไม่ก็ตาม (ศริญญา ชูพูล, 2544)

1.5.2 ความรำคาญ (Noise annoyance) หมายถึง อาการด้านจิตใจที่ไม่รู้สึกพอใจต่อเสียงรบกวนมีผลทำให้เกิดความหงุดหงิด โมโห และกวนใจ ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ (ศริญญา ชูพูล, 2544)

1.5.3 ความสัมพันธ์ของการรับสัมผัสเสียงกับการตอบสนอง (Dose-response relationship) หมายถึง การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ว่าขนาดของการสัมผัสเสียงที่ได้รับระดับเสียงต่างๆ มีผลต่อการตอบสนองอย่างไร ซึ่งจะช่วยในการระบุระดับความปลอดภัยในเรื่องระดับการสัมผัส ระยะเวลา เมื่อต้องสัมผัสกับระดับเสียงดังกล่าว

1.5.4 เสียงจากการจราจร หมายถึง เสียงจากยานพาหนะทุกชนิดรวมทั้งเสียงแตรรถที่วิ่งบนถนน

1.5.5 การตอบสนองของประชาชน หมายถึง การเกิดความรำคาญต่อเสียงจราจร

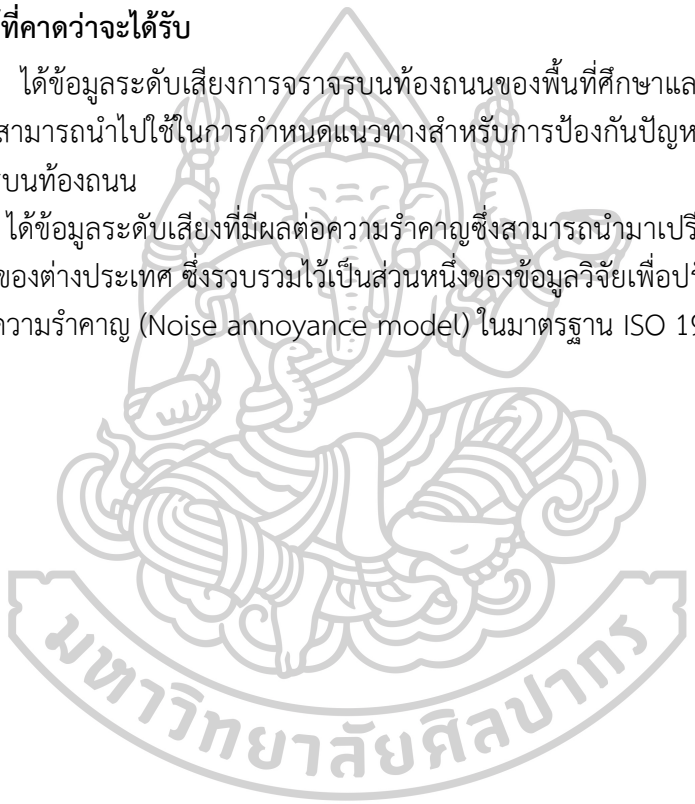
1.5.6 ระดับความรำคาญ หมายถึง สเกลวัดระดับความรำคาญ ISO/TS 15666 (ISO, 2003) กำหนดระดับความรำคาญเป็น 11 ระดับเชิงตัวเลข (0 ถึง 10) และ 5 ระดับเชิงคำพูด

1.5.7 ความรำคาญอย่างสูง (Highly annoyed) หมายถึง ความรำคาญอย่างสูงของผู้พักอาศัยโดยจากการรวมกันระหว่างความรำคาญมากกับความรำคาญมากที่สุด จากสเกลวัดระดับของความรำคาญ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ข้อมูลระดับเสียงการจราจรบนท้องถนนของพื้นที่ศึกษาและผลกระทบที่ส่งผลต่อประชาชน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการกำหนดแนวทางสำหรับการป้องกันปัญหามลพิษทางเสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนน

1.6.2 ได้ข้อมูลระดับเสียงที่มีผลต่อความรำคาญซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของต่างประเทศ ซึ่งรวบรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลวิจัยเพื่อปรับปรุงการทำนายเสียงรบกวนที่มีต่อความรำคาญ (Noise annoyance model) ในมาตรฐาน ISO 1996-1



บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระดับเสียง

ปัจจุบันนี้มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือนเป็นมลพิษหนึ่งที่ต้องตระหนักถึงเนื่องจากเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองใหญ่ที่เกิดพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมรวมถึงการเติบโตทางเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็นเสียงดังในชุมชนซึ่งเกิดจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ เสียงจากกิจกรรมอากาศยาน เสียงจากการก่อสร้าง สถานประกอบการ ร้านอาหาร รวมทั้งเสียงสนทนาที่ดังเกินควรและไม่ถูกกาลเทศะ ซึ่งก่อให้เกิดความรำคาญหรือเกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน นอกจากนั้นเสียงจากอุตสาหกรรมที่เกิดจากเครื่องจักร เช่น เสียงจากการขับเคลื่อนมอเตอร์ จากพัดลม เครื่องสูบ เครื่องอัดอากาศหรือจากระหว่างกระบวนการผลิตแหล่งอื่นๆ เช่น เครื่องตอก รางเลื่อน สายพานลำเลียงและการเชื่อมชิ้นงาน ก็เป็นปัญหาที่พบในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในบริเวณที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดเสียงดัง หากต้องทำงานในสถานที่ที่ก่อให้เกิดเสียงดังเป็นระยะเวลานานโดยไม่มีอุปกรณ์ในการป้องกันเสียง ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินและเป็นอันตรายต่อความปลอดภัยในการทำงาน นอกจากนั้นการได้ยินเสียงดังสภาพแวดล้อมที่มีเสียงสร้างความรบกวน ทำให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

2.2 ความหมายมลพิษทางเสียง

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่มีเสียงที่ไม่พึงปรารถนารบกวนโสตประสาท จนได้รับอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ (อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์, สมพจน์ เตชะมีนา, & สมศิริ ใจเปี่ยม, 2535)

มลพิษทางเสียง หมายถึง สภาวะที่มีเสียงที่ไม่พึงปรารถนารบกวนโสตประสาท จนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ (เกษม จันทร์แก้ว, 2541)

มลพิษทางเสียง เป็นเรื่องที่กล่าวถึงผลกระทบทางเสียงที่มีต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งทางด้านกายภาพต่อร่างกายมนุษย์และจิตใจ มลพิษทางเสียงมีต้นตอจากกิจกรรมของคน ส่วนเสียงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่ถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง (กรมควบคุมมลพิษ, 2544)

เสียงรบกวน (Noise) หมายถึง เสียงที่ไม่ต้องการ (Unwanted sound) ประกอบด้วยเสียงทั่วไป เสียงที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เสียงจากการจราจรและจากอุตสาหกรรม เป็นต้น (Davis & Cornwell, 1991) (Wilson, 1994)

เสียงรบกวน (Noise) หรือ มลพิษทางเสียง (Noise pollution) คือ เสียงที่ไม่พึงปรารถนาและมีผลกระทบต่อสภาพร่างกายหรือจิตใจ รบกวนต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การสื่อสาร การทำงาน การพักผ่อน และการนอน อย่างไรก็ตามระดับเสียงรบกวนขึ้นอยู่กับ

รสนิยมของแต่ละบุคคลด้วย เช่น บางคนชอบฟังเพลงร็อค ชอบร้องคาราโอเกะ หรือเข้าไปฟังเพลงดิสโกเธคที่มีเสียงดังเพื่อการผ่อนคลาย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้โดยทั่วไปจัดเป็นเสียงรบกวน เป็นต้น(รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554)

เสียงดังหรือเสียงที่เป็นมลพิษ (Noise) คือ เสียงรบกวนซึ่งเป็นเสียงที่ไม่ต้องการ ไม่พึงปรารถนา (Unwanted sound) เป็นเสียงที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน โดยเฉพาะคนและสัตว์ ดังนั้นเสียงดังในลักษณะนี้จึงจัดอยู่ในประเภทของมลพิษ (Pollution) (ปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช, 2558)

เสียงรำคาญ (Noise nuisance) คือ เสียงที่เราไม่ต้องการ สามารถก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญได้ชั่วคราวหรือต่อเนื่องเป็นเวลานาน รบกวนความสุขสบายและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ในการประเมินเสียงรำคาญเป็นเรื่องค่อนข้างยาก เนื่องจากบุคคลจะมีปฏิกิริยาตอบสนองตอระดับเสียงที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปฏิกิริยาทางด้านจิตใจก็มีส่วนต่อการตัดสินใจเช่นกัน โดยเสียงที่เหมือนกันบุคคลหนึ่งอาจยอมรับได้แต่อีกบุคคลอาจจะไม่ยอมรับ ลักษณะของเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญมีดังนี้

1) เสียงทุ้มที่เกิดขึ้นนาน ๆ ติดต่อกัน เช่น เครื่องทอผ้า เสียงจากเครื่องยนต์ เสียงจากเครื่องจักร

2) เสียงที่มีความดังมากทำให้เกิดความรำคาญ

3) เสียงที่มีความถี่สูงหรือเสียงแหลม มีความถี่มาก ๆ เกิดขึ้นเป็นเวลานาน จะทำให้รู้สึกเกิดความรำคาญได้มากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าหรือเสียงทุ้ม

4) เสียงที่มาจากการกระแทกทั้งในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือการกระแทกเป็นจังหวะที่ดังมาก

5) เสียงที่เกิดความดังเป็นบางช่วงเวลาหรือเป็นพัก ๆ เช่น เสียงการจราจร

6) เสียงที่มีการเพิ่มความดังอย่างรวดเร็วจะส่งผลมากว่าเสียงที่เพิ่มระดับความดังอย่างช้า ๆ ถึงแม้สุดท้ายแล้วระดับเสียงจะมีค่าเท่ากัน

การที่จะบอกว่าเสียงนั้นเป็นเสียงในลักษณะที่เรียกว่ามลพิษทางเสียงหรือไม่นั้น จะต้องพิจารณาถึงระดับความดังในระยะเวลาหนึ่ง ๆ และผลของเสียงต่อสุขภาพของมนุษย์ เพราะเสียงที่เกิดขึ้นทั้งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติหรือที่มนุษย์สร้างขึ้นอาจจะไม่เป็นมลพิษก็ได้ เช่น เสียงดนตรี เสียงนกร้อง เสียงนกร้อง เสียงลมพัด มลพิษทางเสียงแตกต่างจากมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เพราะเป็นมลพิษที่มองไม่เห็น ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของคน ก่อให้เกิดความรำคาญ ความเครียด นอกจากนี้มลพิษทางเสียงเป็นสภาวะที่มีเสียงรบกวนที่มนุษย์ไม่ต้องการซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล เช่น มลพิษทางเสียงจากเสียงดนตรี บางคนชอบที่จะได้ยินเสียงที่ดังมาก แต่บางคนบอกว่าเสียงในระดับนั้นดังมากเกินไป ทำให้เกิดมลพิษทางเสียง ในการพิจารณาแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง พบว่าแหล่งกำเนิดเสียงที่จะก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงส่วนใหญ่จะมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น เสียงจากการจราจรทางบก ทางด่วน เสียงจากอุตสาหกรรม เสียงจากเครื่องบิน เสียงจากเรือยนต์ (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

แหล่งกำเนิดเสียงรบกวนมีความหลากหลาย ซึ่งเราสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนได้เป็น 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ (รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554)

1) เสียงรบกวนจากการคมนาคม ได้แก่ เสียงที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ เรือ และอากาศยาน

2) เสียงรบกวนจากอุตสาหกรรม คือ เสียงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม รวมทั้งอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น เสียงโลหะกระทบกัน เสียงจากการทำงานเครื่องจักร ฯลฯ

3) เสียงรบกวนในชุมชน เช่น เสียงสุนัขเห่า เสียงรถขายของชำในหมู่บ้าน เสียงจอแจในตลาดสด ฯลฯ

4) เสียงรบกวนจากความบันเทิง เช่น เสียงไมโครโฟนจากเครื่องขยายเสียง เสียงพลุ ประทัดในงานรื่นเริง เสียงดังภายในดิสโกเธค ห้างสรรพสินค้า ร้านเกมคอมพิวเตอร์ เสียงดังจากภาพยนตร์ทั้งในโรงภาพยนตร์และที่บ้าน (Home theater) เสียงดังที่เกิดจากเครื่องเล่นเสียงเคลื่อนที่

การที่จะเกิดเสียงและมลพิษทางเสียง ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1) แหล่งกำเนิดเสียงที่มีการสั่น

2) ตัวกลางในการนำเสียงเข้าสู่หู ในที่นี้คือ อากาศ

3) หู ประสาทการรับรู้

ด้วยเหตุที่การเกิดมลพิษทางเสียงมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการดังกล่าว ดังนั้นการเรียนรู้เรื่องเสียงและมลพิษทางเสียงเพื่อดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงจะเรียนรู้และดำเนินการที่ทั้ง 3 องค์ประกอบนั้นเป็นหลัก (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

มลพิษทางเสียงจะเกิดมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ ใครเป็นคนกระทำ ช่วงเวลาที่เกิดเสียงรบกวน ทัศนคติของผู้รับและกระทบต่อแหล่งกำเนิดเสียง ความเชื่อของผู้รับเสียงว่าก่อให้เกิดเสียงมีความพยายามหรือตั้งใจให้เกิดเสียงมากน้อยแค่ไหน เช่น เสียงการเร่งเครื่องรถยนต์หรือจักรยานยนต์หรือเสียงดนตรีจากสถานประกอบการ เสียงที่มีความถี่สูงจะส่งผลให้เกิดการรบกวนมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ

แหล่งกำเนิดเสียงที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงมาจากการกระทำของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเสียงภายนอกอาคารหรือเสียงในชุมชน เช่น การจราจรทางบก เรือ เครื่องบิน และเสียงที่อยู่ภายในอาคารหรือเสียงในสถานประกอบการ เช่น เสียงในอุตสาหกรรมทอผ้า การทุบตีโลหะ การล้างขวดแก้ว เสียงเหล่านี้หากมีระดับเสียงสูงจะก่อให้เกิดลกระทบโดยตรงต่อประสาทการรับรู้หรือหูของมนุษย์ ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ระดับเสียง ความถี่เสียง ระยะเวลาการสัมผัส การประเมินเพื่อหาระดับเสียงของแหล่งกำเนิดที่มีการก่อสร้างหรือดำเนินการแล้ว ทำได้โดยการใช้เครื่องตรวจระดับเสียงซึ่งให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำ แต่ในกรณีที่ยังไม่มีการก่อสร้างหรือไม่มีกิจกรรมของแหล่งกำเนิดเสียงนั้นก็สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาทำนายเพื่อประเมินระดับเสียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

ลักษณะทางฟิสิกส์ของแหล่งกำเนิดเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้แบ่งแหล่งกำเนิดเสียงออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้ คือ

1) แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด (Point sound)

เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุดที่กระจานออกมาในลักษณะเป็นรูปทรงกลม (Sphere) ตามแนวรัศมีของทรงกลมหรือระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงจุดรับเสียง ซึ่งแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุดอาจจะเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่คงที่หรือเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น เสียงจากรถยนต์เดี่ยวๆ เสียงจากเครื่องจักร เสียงจากเครื่องบิน เป็นต้น

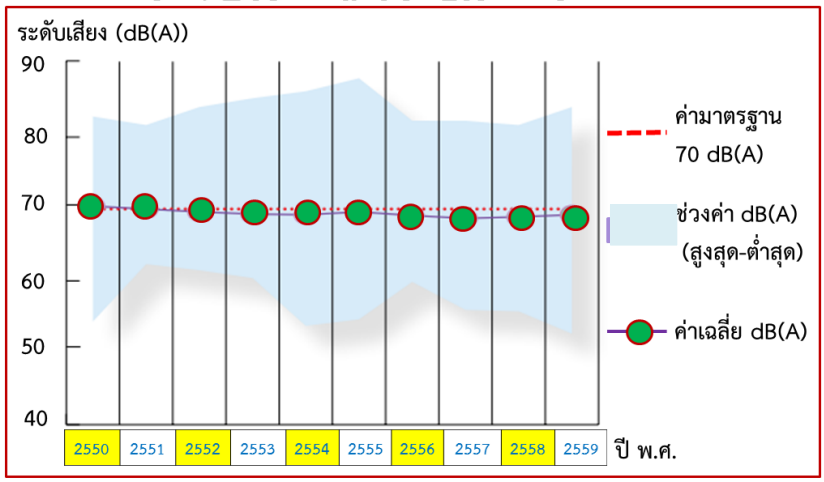
2) แหล่งกำเนิดสียงแบบเส้น (Line source)
แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้นมีการแพร่กระจายพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงตามระยะทางในแนวรัศมี ตัวอย่าง เช่น กระแสการจราจร เป็นต้น

3) แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ (Area source)
แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ มีการแพร่กระจายพลังงานเสียงออกมาจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นคลื่นระนาบ (Plane wave) จากแหล่งกำเนิดตามระยะทาง

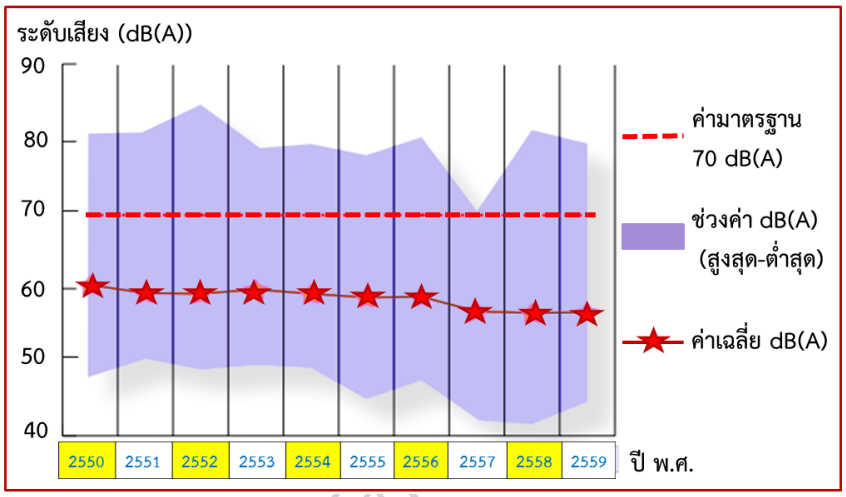
2.3 สถานการณ์มลพิษทางเสียงจากการจราจร

2.3.1 สถานการณ์มลพิษทางเสียงของประเทศไทย

จากการประเมินสถานการณ์และแนวโน้มของปัญหามลพิษทางเสียงโดยการติดตามตรวจสอบระดับเสียงจากสถานีแบบอัตโนมัติต่อเนื่องทั้งปี ภาพรวมสถานการณ์ระดับเสียงเฉลี่ยโดยรวมทั้งปีและในรอบ 10 ปี (ปี 2550-2559) ปัญหาหลักยังคงเป็นปัญหามลพิษทางเสียงริมเส้นทางจราจรเกินเกณฑ์มาตรฐานโดยเฉพาะบริเวณริมถนนในเมืองขนาดใหญ่ที่มีการจราจรหนาแน่น เช่น กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และจังหวัดสระบุรี เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ดังภาพที่ 2.1 และภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 เปรียบเทียบระดับเสียงปี 2550-2559 พื้นที่ริมถนนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปรับปรุงจาก *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559* (น. 22), โดย กรมควบคุมมลพิษ, 2560, กรุงเทพมหานคร: บริษัท หัวใหญ่ จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2560, โดยกรมควบคุมมลพิษ.



ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบระดับเสียงปี 2550-2559 พื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปรับปรุงจาก *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559* (น. 22), โดย กรมควบคุมมลพิษ, 2560, กรุงเทพมหานคร: บริษัท หัวใหญ่ จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2560, โดยกรมควบคุมมลพิษ.

2.3.2 สถานการณ์มลพิษทางเสียงของต่างประเทศ

สถานการณ์ของโลกในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าในทุก ๆ ด้าน แต่ละประเทศมีการขยายตัวและมีการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจ การคมนาคมขนส่ง การสำรวจอย่างกว้างขวางของหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว การจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนโดยทั่วไป และให้ความรำคาญมากที่สุด ความรำคาญจะมากหรือน้อยขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เสียงรบกวนจากการจราจรในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหลายลักษณะทั้งเสียงของเครื่องยนต์ โครงสร้าง การใช้งาน เสียงล้อสัมผัสกับพื้นถนน เป็นต้น

นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเมืองขนาดใหญ่ เป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ถูกขนานนามว่า "เมืองที่ไม่เคยหลับใหล" ผลสะท้อนจากความเป็นศูนย์กลางทางด้านต่างๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างลึกเลี่ยงไม่ได้คือ ปัญหาเสียงดังรบกวนที่มีความรุนแรงมากจนกลายเป็นปัญหาอันดับ 1 ซึ่งประชาชนได้ร้องเรียนต่อหน่วยงานท้องถิ่นเฉลี่ย 1,000 สายต่อวัน (พีรพล เจตโรจนานนท์, 2553)

นักวิจัยของ Colorado State University in Fort Collins (CSU) ได้บันทึกเสียงของสถานที่ต่างๆ รวมทั้งสิ้น 492 แห่งทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา ในพื้นที่ที่มีการป้องกันดูแล ผลปรากฏว่าระดับของเสียงรบกวนที่เกิดจากมนุษย์นั้นสูงเป็นสองเท่าคือ 63% ของบริเวณที่มีการป้องกันดูแล (Buxton et al., 2017)

สหภาพยุโรป (European Union หรือ EU) ปัญหามลพิษทางเสียงที่เกิดขึ้นจากการจราจรทางบกเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญ จากความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการเพิ่มจำนวนของประชาชนอย่างรวดเร็วทำให้ ประชาชนต้องประสบปัญหาสุขภาพอนามัยอันเนื่องมาจากมลพิษทางเสียง (Shelton & Kiss, 2005)

2.4 พารามิเตอร์ของเสียง

1) ระดับสียงสูงสุด (Maximum sound pressure level, $L_{\max}$) หมายถึง ค่าระดับเสียงที่สูงที่สุดที่เกิดขึ้นขณะหนึ่งในระหว่างการตรวจวัดระดับเสียง

2) ระดับเสียงต่ำสุด (Minimum sound pressure level, $L_{\min}$) หมายถึง ค่าระดับเสียงที่ต่ำที่สุดที่เกิดขึ้นขณะหนึ่งในระหว่างการตรวจวัดระดับเสียง

3) ระดับเสียงรวม (Total sound pressure level, L_{total}) เป็นการรวมระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งที่มีค่าระดับเสียงแตกต่างกันจึงสามารถคำนวณหาผลรวมของระดับเสียง (รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554) การรวมเสียงแสดงดังสมการที่ 2.1

$$L_{total} = 10\log_{10}\left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \ldots + 10^{\frac{L_n}{10}}\right) \quad (2.1)$$

โดย L_{total} = ผลรวมระดับเสียง (เดซิเบล)

$L_1 \ldots L_n$ = ระดับเสียงที่ต้องการนำมารวม (เดซิเบล)

4) ค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Equivalent sound pressure sound level, $L_{eq,T}$) เป็นระดับเสียงที่คงที่ในระหว่างช่วงเวลาในการวัดและเป็นตัวแทนค่าเฉลี่ยของพลังงานทั้งหมดในการวัด (รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554) ระดับเสียงเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.2

$$L_{eq,T} = 10\log_{10}\left(\frac{t_1 \times 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 \times 10^{\frac{L_2}{10}} + \ldots + t_n \times 10^{\frac{L_n}{10}}}{T}\right) \quad (2.2)$$

โดย $L_{eq,T}$ = ระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลา T (เดซิเบลเอ)

$L_1, L_2 \ldots L_n$ = ระดับเสียงที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง (เดซิเบลเอ)

$t_1, t_2 \ldots t_n$ = ช่วงเวลาที่เกิดระดับเสียง $L_1, L_2 \ldots L_n$ (หน่วยเวลา)

T = ผลรวมของช่วงเวลาทั้งหมด (หน่วยเวลา)

5) ค่าระดับเสียงเฉลี่ยกลางวันกลางคืน (Day – night equivalent sound level, L_{dn}) หมายถึง ค่าระดับเสียงเฉลี่ย ซึ่งในช่วงกลางคืน (22.00 - 07.00 น.) โดยจะนำค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ไปบวก 10 เดซิเบล เพื่อชดเชยความรู้สึกรบกวนในช่วงเวลาดังกล่าวก่อนการคำนวณ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย ดังนั้น L_{dn} จึงมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเฉลี่ยกลางวันกลางคืนสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3

$$L_{dn} = 10\log\left[\frac{t_d \times 10^{\frac{L_d}{10}} + t_n \times 10^{\left(\frac{L_n+10}{10}\right)}}{T_{24h}}\right] \quad (2.3)$$

โดย L_{dn} = ระดับเสียงกลางวันกลางคืน (เดซิเบล)

L_d = ระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงกลางวัน (7.00 น. – 22.00 น.) (เดซิเบล)

L_n = ระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงกลางคืน (22.00 น. –7.00 น.) (เดซิเบล)

t_d = จำนวนชั่วโมง (7.00 น. - 22.00 น.) = 15 ชั่วโมง

t_n = จำนวนชั่วโมง (22.00 น. - 7.00 น.) = 9 ชั่วโมง

T_{24h} = จำนวนชั่วโมงใน 1 วัน = 24 ชั่วโมง

6) ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Levels, L_n หรือ L_x)

พารามิเตอร์ทางสถิติที่บอกให้ทราบว่ามีระดับเสียงที่สูงกว่าค่านี้อยู่ n (หรือ x) เปอร์เซ็นต์ของระดับเสียงทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ L_5 L_{50} L_{90} และ L_{95} หมายความว่า ระดับเสียงที่มีค่าสูงกว่านี้ตรวจพบได้ร้อยละ 5 50 90 และ 95 ของช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดตามลำดับ ตัวอย่างเช่น หาก L_5 มีค่าเท่ากับ 80 เดซิเบล หมายความว่า ระดับเสียงที่มีค่าสูงกว่า 80 เดซิเบล ตรวจพบได้ร้อยละ 5 ของช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด (รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554)

7) การลดทอนของเสียงกรณีการจราจร (Noire traffic attenuation) เนื่องจากการจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเชิงเส้น (Line source) การลดทอนของเสียงที่ผู้รับเสียงได้รับกรณีแหล่งกำเนิดเชิงเส้นสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.4 (Environmental Performance and Coordination Branch, 2013) ดังภาพที่ 2.3

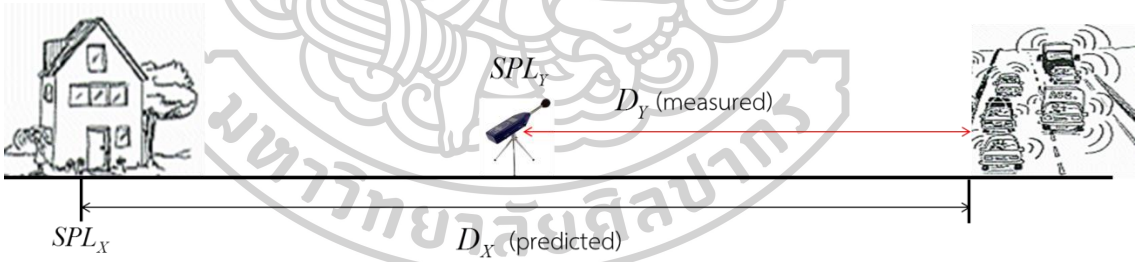
$$SPL_X = SPL_Y - 10\,log(\frac{D_X}{D_Y}) \qquad (2.4)$$

โดย SPL_X = ระดับเสียงที่ผู้รับเสียงได้รับจากแหล่งกำเนิด (เดซิเบลเอ)

SPL_Y = ระดับพลังงานเสียงของแหล่งกำเนิด (เดซิเบลเอ)

D_X = ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับเสียง (เมตร)

D_Y = ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับเครื่องวัดเสียง (เมตร)



ภาพที่ 2.3 การใช้สมการในการคำนวณการลดทอนเสียงจากระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ผู้รับเสียงได้รับ

ปรับปรุงจาก *Noise Measurement Manual* (pp.27), by Environmental Performance and Coordination Branch, Department of Environment and Heritage Protection, 2013. Copyright 2013 by The State of Queensland.

2.5 มาตรฐานระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม

2.5.1 มาตรฐานระดับเสียงในประเทศไทย

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ที่ 70 เดซิเบลเอ และมีค่าสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 29 (พ.ศ. 2550) เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงรบกวนเท่ากับ 10 เดซิเบลเอ ถ้าค่าระดับการรบกวนเกินกว่าค่าระดับเสียงรบกวน ให้ถือว่าเป็นเสียงรบกวน

ค่าระดับการรบกวน = ค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน (L_{eq}) – ค่าระดับเสียงพื้นฐาน (L_{90})

2.5.2 ค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก (Worth Health Organization; WHO) และมาตรฐานระดับเสียงของบางประเทศ แสดงดังตารางที่ 2.1 (Yuen, 2014)

ตารางที่ 2.1 ค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลกและมาตรฐานระดับเสียงของบางประเทศ

ค่าแนะนำและมาตรฐานระดับเสียงรบกวนของบางประเทศ	ระดับเสียงรบกวน, L_{eq} (เดซิเบลเอ)	
	กลางวัน	กลางคืน
ระดับเสียงที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ	55	45
เยอรมนี (ค่าแนะนำ)	45	35
ออสเตรเลีย (ค่าแนะนำระดับเสียงพื้นฐานภายนอกอาคาร)	45	35
ญี่ปุ่น (มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม)	45	35
เกาหลี (เป้าหมายด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม)	50	45
ฟิลิปปินส์ (มาตรฐานเสียงในสิ่งแวดล้อม)	50	40
มาเลเซีย (แนวทางการวางแผนเพื่อจำกัด และควบคุมเสียงรบกวนจากสิ่งแวดล้อม)	65	60

หมายเหตุ Recommended noise level standards and guidelines by WHO and selected countries. Adapted from “A vision of the environmental and occupational noise pollution in Malaysia” by Yuen, F. K., 2014. *Journal of Noise Health*, 16, pp. 427-436. Copyright 2014 by Journal of Noise Health.

ค่าแนะนำและมาตรฐานระดับเสียงที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินตามบริบทของแต่ละประเทศ อาจพิจารณาจากผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน ที่อาจจะเกิดขึ้นกับประชาชนที่อยู่อาศัย ได้แก่ ระดับเสียง ระยะเวลาในการรับสัมผัสเสียง ความเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบจากเสียง เป็นต้น ซึ่งเกณฑ์ระดับเสียงที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินตามบริบทของแต่ละประเทศแสดงค่าแนะนำระดับเสียงรบกวนกลางวันและกลางคืนเป็นไปตามตารางที่ 2.1 เช่น องค์การอนามัยโลกได้แนะนำระดับ

เสียงรบกวนกลางวันและกลางคืน เท่ากับ 55 และ 45 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียงให้กับประเทศต่าง ๆ ได้แก่ เยอรมนี ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เกาหลี ฟิลิปปินส์ ได้กำหนดค่าแนะนำหรือมาตรฐานระดับเสียงรบกวนกลางวันและกลางคืนต่ำกว่าค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก แต่มาเลเซียได้กำหนดระดับเสียงรบกวนกลางวันและกลางคืนสูงกว่า ในส่วนของมาตรฐานระดับเสียงรบกวนของประเทศไทยไม่ได้กำหนดระดับเสียงรบกวนกลางวันและกลางคืนว่ามีค่ากี่เดซิเบลเอ แต่กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงรบกวนเท่ากับ 10 เดซิเบลเอ ถ้าค่าระดับการรบกวนเกินกว่า ค่าระดับเสียงรบกวน (ค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวน - ค่าระดับเสียงพื้นฐาน) ให้ถือว่าเป็นเสียงรบกวน ทั้งนี้การกำหนดมาตรฐานระดับเสียงรบกวนเป็นไปตามบริบทของประเทศนั้น ๆ

2.6 การตรวจวัดระดับเสียง

2.6.1 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดเสียง (Objectives of noise measurement)

วัตถุประสงค์หลักของการตรวจวัดเสียง คือ เพื่อติดตามตรวจสอบสภาวะแวดล้อมมิให้มีระดับเสียงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด และเพื่อกำหนดมาตรการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียง ซึ่งจะต้องทราบก่อนว่าจะต้องตรวจวัดสียงบริเวณใด สภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร แหล่งกำเนิดเสียงที่ตรวจวัดมีอะไรบ้าง ลักษณะของเสียงเป็นอย่างไร และต้องเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดตรวจวัดเสียงจึงจะเหมาะสม

2.6.2 เครื่องมือตรวจวัดเสียง (Sound measuring equipment)

เครื่องวัดเสียง หรือ มาตรวัดเสียง (sound level meter) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับเสียง โดยเลียนแบบการได้ยินของมนุษย์ ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องวัดเสียงมี 3 ส่วน คือ ไมโครโฟน (Microphone) ส่วนจัดการข้อมูลหรือประเมินผล (Processing section) และส่วนการแสดงผล (Read-out unit)

2.6.3 มาตรฐานเครื่องวัดเสียง (Standards of sound level meter)

มาตรฐานของเครื่องวัดระดับเสียงในปัจจุบันจะอ้างอิงกับมาตรฐานนานาชาติของการผลิตเครื่องมือคือ คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission) (International, 2006) ได้กำหนดความแม่นยำของเครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน (IEC 61672) ไว้ 2 ระดับ ดังนี้

Class 1 เป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำในการวัดเสียงรบกวน เมื่อมีการวัดในสนามเสียงต้องการความแม่นยำสูงตลอดพิสัยของการวัด ใช้เป็นอุปกรณ์มาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

Class 2 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในวัตถุประสงค์ทั่ว ๆ ไป ในสภาวะที่ไม่เข้มงวดนักต่อความแม่นยำเครื่องวัดระดับเสียงชนิดนี้ ถูกกำหนดเพียงว่าต้องมี A-Frequency weighting ส่วน Frequency weighting อื่นๆ เป็นเพียงทางเลือก และมีการตอบสนองต่อสัญญาณในโหมด Fast และ Slow

2.6.4 ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดเสียง (Use of sound level meter)

การใช้เครื่องวัดเสียงสำหรับการตรวจภาคสนาม มีหลักการโดยสรุป ดังนี้ (รัฐพล อ้นแฉ่ง, 2554)

1) ตรวจสอบว่าการใช้เครื่องวัดเสียงให้ถูกต้องตามมาตรฐาน หรือวิธีการที่กำหนด

2) ตรวจสอบว่าเครื่องวัดเสียงนั้นมีแบตเตอรี่หรือถ่านไฟเพียงพอกับระยะเวลาที่ต้องใช้ และหากไม่ได้ใช้เครื่องมือนั้นเป็นเวลานานก็ควรนำถ่านออกจากตัวเครื่องด้วย

3) ต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือด้วยเครื่องปรับเทียบเสียงมาตรฐาน (Sound level calibrator) ก่อนและหลังการดำเนินการตรวจวัดทุกครั้ง โดยติดตั้งเครื่องมือดังกล่าวบนไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียง เครื่องปรับเทียบเสียงมาตรฐานจะต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 60942

4) วงจรถ่วงน้ำหนักความถี่ ให้เหมาะสมกับการตรวจวัด ซึ่งโดยปกติจะใช้วงจรถ่วงน้ำหนักความถี่ชนิด A

5) ควรทดลองวัดค่าระดับเสียงก่อนที่จะมีการตรวจวัดจริง และพิจารณาว่าลักษณะของพื้นที่ที่ตรวจวัดเป็นแบบใด และปรับตำแหน่งของเครื่องตรวจวัดให้เหมาะสม

6) เลือกวงจรถ่วงน้ำหนักเวลา (Slow fast impulse peak) ให้เหมาะสมกับการตรวจวัด

7) ในกรณีไม่แน่ใจว่าเสียงที่จะตรวจวัดนั้นมาจากทิศทางใดแน่ อาจใช้หูฟัง (Headphone) ต่อกับเครื่องวัดเสียงก็จะช่วยให้ทราบทิศทางของเสียงที่ต้องการตรวจวัดได้ (กรณีนี้ใช้ได้กับเครื่องวัดเสียงบางรุ่นเท่านั้น)

8) ขณะทำการตรวจวัด ควรปฏิบัติดังนี้

(1) อยู่ห่างจากพื้นผิวที่ทำให้เกิดการสะท้อนของเสียง

(2) การตรวจวัดเสียงจากเครื่องจักรควรวัดในระยะห่างที่เหมาะสม

(3) วัดเสียงสภาพแวดล้อมและลม

(4) อย่าวัดเสียงบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางกั้นอยู่

(5) ให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันลม (Windscreen) ทุกครั้งที่มีการตรวจวัดภายนอกอาคาร

(6) อย่าบันทึกค่าระดับเสียง หากเสียงนั้นมีระดับที่สูงเกินกว่าสเกลเครื่องวัดเสียงจะอ่านได้

(7) จดบันทึกค่าระดับเสียงลงในตารางกรอกข้อมูลให้ละเอียดครบถ้วน

2.6.5 วิธีการตรวจวัดระดับเสียง

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปให้มีค่าระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ และมีค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ โดยมีวิธีการตรวจวัดดังนี้

1) การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุด ให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีคนอยู่หรืออาศัยอยู่

2) การตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมงใด ๆ

2.6.6 ตำแหน่งตรวจวัดเสียง

1) การตรวจวัดเสียงภายในอาคาร (Indoor noise measurement)

การตรวจวัดเสียงภายในอาคาร หรือในสภาวะปิด เช่น ในสถานประกอบการ อุตสาหกรรม ที่พักอาศัย มีปัจจัยที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของผลการตรวจวัดที่สำคัญคือ ผนังห้อง กำแพง และสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อน ซึ่งส่งผลให้การตรวจวัดมีระดับที่เกินกว่าความเป็นจริง การตรวจวัดเสียงภายในอาคาร ตามข้อกำหนดของ ISO1996-1 และประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) กำหนดตำแหน่งการตรวจวัดดังนี้

(1) ไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร

(2) ในรัศมี 1.0 เมตร ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง

(3) ห่างจากหน้าต่างหรือช่องเปิดออกนอกอาคารอย่างน้อย 1.5 เมตร

2) การตรวจวัดเสียงภายนอกอาคาร (Outdoor noise measurement)

การตรวจวัดเสียงภายนอกอาคาร หรือในสภาวะเปิด เช่น ชุมชน ริมเส้นทางจราจร สนามบิน จะมีอิทธิพลของสภาวะแวดล้อม เช่น ลม ฝน ความชื้น สัตว์ ฝุ่นละออง ฯลฯ รบกวนการตรวจวัด ในการตรวจวัดเสียยงภายนอกอาคารจึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันลม (Windscreen) ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันเสียงที่เกิดจากลมวิ่งผ่านไมโครโฟนที่ทำให้ค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้มีค่าไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกให้แก่ไมโครโฟนด้วย นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ป้องกันฝน (Rain protector) ลวดป้องกันนก (Anti birds spikes) ให้กับไมโครโฟน และมีกล่องใส่ตัวเครื่องวัดเสียงเพื่อป้องกันอิทธิพลของสภาวะแวดล้อม การตรวจวัดเสียงภายนอกอาคาร ตามข้อกำหนดของ ISO1996-1 และประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดตำแหน่งการตรวจวัดดังนี้

(1) ไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร

(2) ในรัศมี 3.5 เมตร ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง

2.7 การจราจร

ผลกระทบต่อการได้ยินที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนนซึ่งเป็นลักษณะการสัมผัสต่อระดับเสียงในระยะเวลานาน (Long-term noise exposure) ระดับเสียงจะมีระดับแตกต่างกันตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

2.7.1 ชนิดของการจราจร (Type of traffic flow)

ชนิดของการจราจรทางบกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (น้ำฝน ยอดดี, 2557; อรุณรัศมี ศรีโสม, 2548)

1) การจราจรแบบต่อเนื่อง (Uninterrupted flow) ยานพาหนะจะเคลื่อนที่ไปแบบต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดเนื่องจากสาเหตุใดๆ นอกจากสภาพการจราจรที่คับคั่งและติดขัด เนื่องจากปริมาณยานพาหนะที่มีปริมาณมาก เช่น การจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน การจราจรบริเวณถนนสายหลักชานเมือง กรุงเทพมหานคร ทางด่วนพิเศษ เป็นต้น

2) การจราจรแบบไม่ต่อเนื่อง (Interrupted flow) ยานพาหนะจะมีการหยุดเคลื่อนที่เพราะสาเหตุต่างๆ นอกเหนือไปจากสภาพการจราจรที่ติดขัด เช่น หยุดเคลื่อนที่เพราะติดสัญญาณไฟจราจร ป้ายจราจร หยุดให้คนข้ามถนน หยุดรอรถประจำทางรับส่งผู้โดยสาร เป็นต้น กระแสการจราจรประเภทนี้จะเกิดขึ้นตามทางแยก และถนนในเขตชุมชนเมืองใหญ่

2.7.2 เสียงจากการจราจรบนท้องถนน

มลพิษทางเสียงจากการจราจรบนท้องถนนสามารถพิจารณาได้จากเสียงดังของยานพาหนะที่แล่นบนถนนได้แก่ รถยนต์ โดยเสียงที่ดังออกมาจากยานพาหนะเนื่องจากเสียงจากเครื่องยนต์และโครงสร้างของเครื่องยนต์ ท่อไอเสีย เสียงจากการเคลื่อนที่ของยานยนต์บนท้องถนน ตลอดจนเสียงจากยางของรถยนต์ (Bugliarello, Alexandre, Barnes, & Wakstein, 1976; Wilson, 1994; ศรายุทธ จิตรานนท์, 2545) สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) เสียงจากการเคลื่อนที่ของยานยนต์บนท้องถนน

สาเหตุเกิดขึ้นมาจากเครื่องยนต์ ล้อรถยนต์ และการปั่นป่วนของอากาศ สำหรับการจราจรในเมืองที่มีความหนาแน่นมาก ยานยนต์จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ แหล่งกำเนิดเสียงส่วนใหญ่มาจากเครื่องยนต์ สำหรับเสียงที่มาจากการสัมผัสระหว่างล้อยางกับพื้นถนน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อยานยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เสียงยางบดถนนเป็นสำคัญ เสียงของเครื่องเกิดจากพื้นผิวที่มีการสั่น และจากท่อไอเสีย ระบบการส่งกำลัง และพัดลมระบายความร้อน

2) เสียงจากท่อไอเสีย

เมื่อไม่มีการใช้เครื่องเก็บเสียง ท่อไอเสียจะเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ ระดับความดังเสียงที่ปล่อยออกมาจะแปรตามอัตราการหมุนของเครื่องยนต์ เมื่ออัตราการหมุนเพิ่มมากขึ้น ระดับความดังของเสียงจะสูงขึ้น

3) เสียงจากเครื่องยนต์และโครงสร้างของเครื่องยนต์

เกิดจากการสั่นสะเทือนของส่วนประกอบของเครื่องยนต์ ระดับความดังของเสียงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและขนาดของแรงที่มากระทำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความถี่ของการสั่นสะเทือน

4) เสียงจากล้อยางสัมผัสกับพื้นถนน

การสัมผัสหรือเสียดสีระหว่างล้อยางกับพื้นถนน จะมีผลต่อระดับเสียงค่อนข้างมาก เมื่อมีความเร็วของการเคลื่อนที่อยู่ในช่วงความเร็วสูง การออกแบบลักษณะของสภาพพื้นถนน เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดเสียงดัง

5) เสียงที่ปะทะตัวยานยนต์

ระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้น เนื่องจากเสียงลมที่ปะทะกับยานยนต์จะขึ้นอยู่กับความเร็วที่ความเร็วสูงๆ ระดับความดังของเสียงจะมีค่ามาก

6) เสียงจากส่วนอื่นๆ เกิดความชำรุดสึกหรอ ความหลวมของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เสียงจากเกียร์ของเฟืองท้ายก็เป็นสาเหตุหนึ่งให้เกิดเสียงดังได้เช่นกัน

2.7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับเสียงจากการจราจร

ประกอบ วิวิธจินดา (2540) ได้กล่าวว่า เสียงส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดเสียงมาจากเครื่องยนต์ ล้อยาง และการไหลเวียนของอากาศ ทั่วไปแล้วรถบรรทุกจะให้เสียงที่ดังกว่ารถยนต์นั่งรถยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ แต่ความเร็วของเครื่องยนต์สูงจะให้ระดับเสียงสูง สำหรับรถที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ความดังของเสียงส่วนใหญ่ จะมาจากการสัมผัสระหว่างล้อยางกับพื้นถนน เช่น รถที่วิ่งตามถนนสายหลักของประเทศที่มีการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) ชนิดและประเภทของรถยนต์

รถต่างชนิดกันจะให้ระดับเสียงที่ต่างกัน ในการศึกษาเสียงทั่วไปจะแบ่งประเภทของรถยนต์ออกเป็น 3 ชนิด คือ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดกลาง และรถบรรทุกขนาดใหญ่ สำหรับมอเตอร์ไซค์จะจัดรวมอยู่ในประเภทของรถบรรทุกขนาดใหญ่ เนื่องจากระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงที่เกิดจากรถบรรทุกขนาดเล็ก และรถบรรทุกขนาดกลาง

โดยทั่วไปแล้วกลุ่มรถยนต์หลัก ๆ บนถนนจะแยกได้ 3 ประเภท คือ รถยนต์เก๋ง รถยนต์บรรทุก รถจักรยานยนต์ ซึ่งกลุ่มรถที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดใหญ่ กำลังมาก จะก่อให้เกิดระดับเสียงที่ดังมากกว่ารถยนต์ที่เครื่องยนต์ที่เล็กกว่า แต่มีบางกรณีรถจักรยานยนต์จะให้ระดับเสียงดังกว่า รถยนต์ ซึ่งรถจักรยานยนต์มีขนาดและเครื่องยนต์เล็กกว่ารถยนต์ ทั้งนี้อาจมีการปรับแต่งท่อไอเสีย การเก็บเสียงของท่อไอเสีย รวมถึงลักษณะการขับขี่ใช้งานของรถจักรยานยนต์แต่ละคันบนท้องถนน ประเภทรถยนต์ที่มีใช้ในท้องถนนของประเทศไทยมีการศึกษาเสียงของรถยนต์ประเภทต่างๆ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้ รถยนต์เก๋ง รถยนต์กระบะ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถพ่วง รถกึ่งพ่วง รถจักรยานยนต์ และรถตุ๊กตุ๊ก เป็นต้น (น้ำฝน ยอดดี, 2557)

2) ความเร็วของยานพาหนะ

ระดับเสียงจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการขับขี่รถยนต์ด้วยความเร็วสูงอย่างต่อเนื่อง โดยเสียงส่วนใหญ่จะเกิดจากการสัมผัสของล้อยางกับพื้นถนน

3) ระยะทาง

ระดับเสียงจะลดลงเมื่อระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงกับจุดรับเสียงเพิ่มขึ้นทุกๆ ระยะทางที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าจากจุดกำเนิดเสียง ระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบลเอ สำหรับแหล่งกำเนิดเสียง แบบจุด (Point Source) ระดับเสียงจะลดลง 3 เดซิเบลเอ สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น (Line Source) และระดับเสียงจะลดลง 3–6 เดซิเบลเอ สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงรวม (Combination of Point and Line Source)

4) ลักษณะของการจราจร

การจราจรที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Uninterrupted flow) จะให้ระดับเสียงเฉลี่ยที่ (L_{eq}) สูงสุดกว่าการจราจรที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่อง (Interrupted flow) แต่มีระดับเสียงสูงสุด ($L_{\max}$) น้อยกว่า สำหรับถนนที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบเดินทางเดียว (One way) และจะให้ระดับเสียงสูงสุดมากกว่าสำหรับถนนที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบสวนทางกัน (Two way)

5) ปริมาณการจราจร

ระดับเสียงจากการจราจรเป็นผลรวมเสียงรถที่วิ่งผ่านจุดรับเสียง การเพิ่มปริมาณรถจะทำให้ระดับเสียงเพิ่มขึ้นด้วย

6) ความกว้างของถนน

ถนนที่มีความกว้างมาก จะทำให้ปริมาณการจราจรมาก จำนวนแหล่งกำเนิดเสียงจึงมีมาก ดังนั้นทำให้ระดับเสียงมีค่าสูงขึ้นด้วย

7) เครื่องกีดกั้นเสียง

เครื่องกีดกั้นเสียงทำให้เกิดการสะท้อน หักเห หรือดูดกลืนของเสียง ซึ่งทำให้มีผลต่อระดับเสียง

8) สภาพผิวของถนน

ผิวถนนมีผลกระทบต่อค่าระดับเสียง ความแตกต่างของพื้นผิวถนนที่สัมผัสกับยางรถยนต์ทำให้เกิดความแตกต่างของเสียงจากการจราจร โดยเฉพาะผิวถนนที่หยาบ ขรุขระ จะทำให้เกิดเสียงดังกว่าผิวถนนที่เรียบ

9) ความลาดชันของถนน

รถที่เคลื่อนที่จากที่ต่ำขึ้นที่สูงต้องเร่งเครื่องยนต์ ทำให้ระดับเสียงสูงขึ้น และ ระดับเสียงจะลดลงเมื่อเคลื่อนที่ลง

10) ด้านภูมิศาสตร์

สภาพถนนที่มีฝนตกจนเปียก จะทำให้ระดับเสียงเพิ่มขึ้นถึง 10 เดซิเบลเอ แต่เนื่องจากทัศน-วิสัยในการขับขี่ไม่ดี จึงทำให้ความเร็วของรถลดลง สำหรับลม และอุณหภูมิของอากาศจะมีผลต่อระดับเสียงจากการจราจรน้อยมาก

2.7.4 ระยะเวลานับรถ

ระยะเวลาที่ใช้ในการนับจะขึ้นอยู่กับงบประมาณและจุดมุ่งหมายของการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้สำหรับการจราจรปกติทั่วไป การนับรถอาจเลือกศึกษาได้หลายวิธี (จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์, 2531)

1) การนับ 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณการจราจรในหนึ่งวัน จะกระทำที่วันหนึ่งๆ ของสัปดาห์ตั้งแต่เที่ยงคืนถึงเที่ยงคืนของวันนั้น

2) การนับ 16 ชั่วโมง โดยเริ่มนับตั้งแต่ 06.00–22.00 น. ซึ่งการจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระยะเวลานับนี้

3) การนับ 12 ชั่วโมง เริ่มนับตั้งแต่ 07.00–19.00 น. เหมาะสำหรับถนนตามหมู่บ้าน และแหล่งพาณิชยกรรม

4) การนับในช่วงเวลาเร่งด่วน จะมีช่วงเวลาเร่งด่วน 2 ช่วง คือ ช่วงไปทำงานและช่วงกลับจากการทำงาน ช่วงเช้าจะเริ่มนับตั้งแต่ 07.00–09.00 น. สำหรับช่วงเย็นจะอยู่ระหว่าง 16.00–18.00 น. หรือ 15.00–18.00 น.

5) การนับในช่วงวันหยุด จะเริ่มตั้งแต่ 18.00 น. ของเย็นวันศุกร์จนถึงเวลา 06.00 น. ของเช้าวันจันทร์

ในช่วงเวลานับตั้งแต่ 00.00–24.00 น. จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจร ในช่วงเวลาที่เป็นกลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่คนส่วนมากอยู่กับบ้านเพื่อพักผ่อนนอนหลับ ปริมาณการจราจรในช่วงนี้จะต่ำ ช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรสูงในช่วงเช้าและเย็น เรียกว่า ชั่วโมงเร่งด่วน (Rush hour) ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเย็นจะมีค่ามากกว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อชั่วโมงตลอดวันประมาณ 2.0–2.5 เท่าตัว

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการนับรถในวิธีตามข้อที่ 1) การนับรถ 24 ชั่วโมง เนื่องจากครอบคลุมทุกช่วงเวลาในการคำนวณ L_{dn} ซึ่งจะครอบคลุมช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

2.7.5 เสียงจากยานพาหะแต่ละประเภท

เสียงที่เกิดจากยานพาหนะประเภทต่างๆ จะมีระดับความดังเสียงไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 2.2 (วัชชิรา ศักดิ์สนิท, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2.2 ระดับความดังของเสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนน

ลำดับที่	ชนิดยานพาหนะ	ระดับความดังเสียง (เดซิเบลเอ)	หมายเหตุ
1	รถจักรยานยนต์	87.8	วัดห่างจากตัวรถ 4.6 เมตร
2	รถสามล้อเครื่อง	91.8	ความถี่ 125–4,000 เฮิรตซ์
3	รถยนต์ตู้นั่งส่วนบุคคล	84.5	
4	รถแท็กซี่	87.1	
5	รถตู้	87.2	
6	รถยนต์โดยสาร	86.8	
7	รถบรรทุกหกล้อ	88.5	
8	รถบรรทุกสิบล้อ	96.1	

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *สุขภาพสิ่งแวดล้อม*, โดย วัชชิรา ศักดิ์สนิท, (ม.ป.ป.), จาก http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/watchira_cai/index2u8_3.html

รถจักรยานยนต์มีน้ำหนักเครื่องเบา เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบในรถจักรยานยนต์มักมีขนาดใหญ่กว่าเครื่องขนาดเดียวกันที่วางในรถยนต์ กระบอกสูบใหญ่กว่า ลิ้นไอดี-ไอเสียมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ตามไปด้วย จึงทำให้อัตราเร่งของรอบเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ รอบขึ้นไวกว่า รอบเครื่องยนต์ทำได้สูงกว่า ตรงคอท่อไอเสียใหญ่กว่ารถยนต์ แต่ด้วยรถจักรยานยนต์มีความยาวตลอดตัวไม่มาก ทำให้ความยาวท่อไอเสียมีขนาดสั้นกว่ารถยนต์ หม้อพักไอเสียก็เลยมีตัวเดียวในพื้นที่วางหม้อพักไอเสียอันจำกัด นอกจากนี้พื้นที่ที่จำกัดยังทำให้ไม่สามารถใช้วัสดุครอบตัวเครื่องยนต์เพื่อป้องกันการแผ่ของเสียงได้ทั้งหมด ด้วยสาเหตุเหล่านี้จึงทำให้เสียงจากเครื่องยนต์ในรถจักรยานยนต์มีเสียงดังกว่าเครื่องยนต์พิกัดเดียวกันที่วางในรถยนต์

2.8 ความรำคาญ (Noise annoyance)

ความรำคาญ (Noise annoyance) หมายถึง อาการด้านจิตใจที่ไม่รู้สึกพอใจต่อเสียงรบกวน มีผลทำให้เกิดความหงุดหงิด โมโห และกวนใจ ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ของการรับสัมผัสเสียงกับการตอบสนอง (Dose-response relationship) หมายถึง การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ว่าขนาดของการสัมผัสเสียงที่ได้รับระดับเสียงต่างๆ มีผลต่อการตอบสนองอย่างไร ซึ่งจะช่วยในการระบุระดับความปลอดภัยในเรื่องระดับการสัมผัสระยะเวลา เมื่อต้องสัมผัสกับระดับเสียงดังกล่าว

ปัจจัยในตัวบุคคลที่มีอิทธิพลต่อระดับความรำคาญในการเกิดปฏิกิริยาต่อเสียงมีดังนี้ (US. EPA, 1981)

1) เพศและอายุ ในประเทศที่พัฒนาแล้วประชาชนในช่วงอายุวัยรุ่นตอนต้น และในช่วงอายุ 25–65 ปี เพศหญิงจะมีการได้ยินที่ดีกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศชายส่วนใหญ่ต้องสัมผัส

เสียงจากการทำงานที่ดังกว่า เพราะฉะนั้นความรำคาญจากเสียงจึงมักเกิดต่อเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และเมื่อเข้าสู่ช่วงอายุ 75 ปีขึ้นไป จะมีการสูญเสียการได้ยิน ความไวต่อเสียงจะน้อยลง ซึ่งในช่วงนี้การได้ยินของเพศหญิงกับเพศชายจะไม่แตกต่างกัน

2) อาชีพ บุคคลที่ทำงานสัมผัสเสียงดังตลอดทั้งวันจะมีความไวต่อเสียงจราจรมากกว่าบุคคลที่ทำงานในสถานที่เงียบกว่า เพราะเมื่อนึกถึงเวลาพักผ่อนในช่วงเย็นและกลางคืน บุคคลนั้นย่อมต้องการความเงียบในการพักผ่อน จึงเกิดความรำคาญต่อเสียงได้มากกว่า (Jonah, Bradley, & Dawson, 1981)

3) ทัศนคติต่อแหล่งเสียงของผู้ที่พักอาศัยในชุมชน ชุมชนที่ได้รับการจัดการและควบคุมแหล่งกำเนิดเสียงได้ ความรำคาญจะเกิดน้อยกว่าผู้ที่อาศัยในชุมชนที่ไม่ได้รับการดูแล

4) ระดับการศึกษา บุคคลที่ฉลาด มีความคิด มีการศึกษาที่ดี จะมีความไวต่อเสียงมากกว่า เนื่องจากทราบผลกระทบที่เกิดจากเสียงดัง

5) ความไวต่อเสียงของบุคคล บุคคลที่มีความไวต่อเสียงมากจะมีความรำคาญมากกว่าบุคคลที่มีความไวต่อเสียงน้อย

6) สถานะทางสังคมและเศรษฐกิจ ประชาชนที่มีรายได้สูงจะมีความรำคาญต่อเสียงได้ง่าย เพราะเขาสามารถเลือกตัดสินใจบริเวณที่จะพักอาศัยซึ่งจะต้องเงียบและสงบ

7) พฤติกรรมในตัวบุคคลในการป้องกันตนเองจากเสียง เช่น เปิดเครื่องปรับอากาศ ปิดหน้าต่าง ใช้เวลาอยู่นอกบ้านน้อย การใช้อุปกรณ์อุดหู (Earplugs) ฯลฯ พฤติกรรมเหล่านี้จะมีความรำคาญต่อเสียงลดน้อยลง

8) บุคคลที่มีสุขภาพจิตดี ควบคุมอารมณ์ได้ดี ไม่โกรธง่าย ไม่มีความวิตกกังวลต่างๆ จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ทุกสถานการณ์ ความรำคาญจึงเกิดขึ้นได้น้อยกว่าบุคคลที่มีสุภาพจิตไม่ดี และบุคคลที่มีลักษณะวิตกกังวลจะมีความไวต่อเสียงจราจรมากกว่า (จรินทร์ ธานีรัตน์, 2525)

พิชัย ปมาณิกบุตร (2552) กล่าวว่ามลพิษทางเสียงจากการจราจรมีผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางกายภาพและทางจิตวิทยา จัดกลุ่มได้ดังนี้

2.9 ผลกระทบที่เป็นอันตรายหรือผลกระทบทางกายภาพ (Hazardous Effect or Physiological Effect)

สูญเสียการได้ยิน (Hearing loss) ถ้าการได้ยินเสียงที่มีความดังเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ไม่สามารถรับฟังเสียงแผ่วเบาได้เท่าที่ควร นั่นแสดงว่าขอบเขตของระดับเสียงของการได้ยินเลื่อนสูงขึ้นไป จะรู้สึกมีอาการหูอื้อชั่วขณะ เรียกอาการนี้ว่า หูตึงชั่วคราว นั่นคือได้รับเสียงที่ดังในระยะเวลาสั้นและจะกลับคืนสู่ปกติในเวลาเพียงเล็กน้อย ประมาณ 2-3 นาที หลังจากหยุดสัมผัสกับเสียงที่มีความดัง ในทางตรงกันข้าม หากได้รับเสียงที่ดังเป็นเวลานานจะทำให้เกิดการสูญเสียประสิทธิภาพการได้ยินอย่างถาวร เรียกว่า หูตึงถาวร

2.9.1 ผลกระทบทางความรู้สึก (Subjective effect)

ผลกระทบทางด้านความรู้สึกของมนุษย์นั้น ได้แก่ การก่อให้เกิดความรำคาญ ความหงุดหงิด ความหนวกหู เป็นต้น ผลกระทบกลุ่มนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นลักษณะที่ไม่เป็นลักษณะที่พึงประสงค์ของ

เสียง ผลกระทบทางด้านความรู้สึกนี้เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆ ด้าน เช่น ความแตกต่างของระดับความรำคาญที่เกิดจากเสียงของแต่ละบุคคลที่รับเสียงนั้น การปรับตัวเข้ากับเสียงที่เกิดขึ้นที่ได้จากประสบการณ์ในอดีต ความหมายของเสียงเหล่านั้นต่อผู้รับเสียง แหล่งกำเนิดของเสียงที่เกิดขึ้น กิจกรรมในขณะนั้นของผู้รับเสียงว่ากำลังทำอะไรอยู่ เป็นต้น

ระดับเสียงดังมีผลทำให้ผู้ที่สัมผัสกับเสียงนั้นเกิดความหงุดหงิด จิตใจฟุ้งซ่าน ขาดสมาธิ ซึ่งจะส่งผลมากน้อยเพียงใดขึ้นกับระดับเสียงและระยะเวลาที่สัมผัสเสียง เสียงที่มีระดับเสียงมากกว่า 135 เดซิเบล ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ อาจมีผลให้กล้ามเนื้อสั่น แต่พบว่าอาการที่เกิดขึ้นจะหายไปเมื่อไม่ได้รับเสียงดังกล่าวอีก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความเครียดเกิดขึ้นจากการที่ได้ยินเสียงที่ไม่ต้องการ ทำให้เกิดความรู้สึกรำคาญ ส่งผลต่อการนอนหลับพักผ่อน ผลต่อการทำงานและการเรียนรู้ รบกวนกรสนทนาและการบันเทิง ทำให้มนุษย์ต้องเพิ่มความอดทนต่อการได้ยินเสียงที่ไม่ชอบ และเกิดเป็นความเครียดของจิตใจ ส่งผลให้เกิดเป็นปัญหาสุขภาพจิตตามมา โรคความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร เกิดแผลในกระเพาะอาหาร อ่อนเพลีย และเป็นโรคหัวใจได้

2.9.2 ผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรม (Effect on specific activities)

ผลกระทบของเสียงจากการจราจรอีกอย่างก็คือ การรบกวนหรือขัดจังหวะการดำเนินกิจกรรมบางอย่างของผู้คน ซึ่งสามารถสรุปถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ถูกรบกวนได้ดังนี้

1) รบกวนการสื่อสาร (Interference with communication) เสียงดังจะขัดขวางทำให้ไม่ได้ยินเสียงอื่นๆ การพยายามที่จะเข้าใจบุคคลหนึ่งซึ่งกำลังพูดกับเราในสิ่งแวดล้อมที่มีระดับเสียงดังนั้นเป็นเรื่องที่ยาก

2) รบกวนการนอนหลับ (Disturbance of sleep) เสียงรบกวนเป็นสาเหตุให้มีการนอนหลับยากและทำให้ตื่นขณะนอนหลับอยู่ได้ ได้มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยการทำการตรวจวัดคลื่นสมองด้วยไฟฟ้า การรบกวนการนอนหลับโดยเสียงจะสัมพันธ์กับระดับเสียง ความถี่เสียง ระดับการขึ้นลงของเสียง และความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น เพศ อายุ เป็นต้น โดยทั่วไปสถานที่พักผ่อนหรือนอนหลับไม่ควรมีระดับเสียงเกินกว่า 50 เดซิเบลเอ

3) รบกวนการทำงาน ผลเสียของมลพิษทางเสียงต่อประสิทธิภาพของการทำงานเกิดเมื่อได้รับสัมผัสเสียงดังเกิน 90 เดซิเบลเอ ทำให้การสื่อสารพูดคุยกันเป็นไปยากลำบาก ส่งผลให้ขาดสมาธิในการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

2.9.3 ผลกระทบด้านสังคม

ผลกระทบจากมลพิษทางเสียงต่อเศรษฐกิจและสังคมนั้นกำหนดหรือตีค่าเป็นตัวเงินได้ยาก แต่อาจมีการคิดเป็นมูลค่าได้จากการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลดและป้องกันมลพิษทางเสียงผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่

1) ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตลดลง เมื่อเกิดมลพิษทางเสียงหรืออยู่ในสถานที่ที่ระดับเสียงสูง

2) ทำให้เกิดการสูญเสียเงินที่นำมาบำรุงรักษาสุขภาพ

3) เสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคล

4) ต้องเพิ่มต้นทุนในการวางแผนป้องกันมลพิษที่เกิดขึ้น เช่น การติดตั้งกำแพงกั้นเสียงป้องกันระดับเสียงดังจากการจราจร

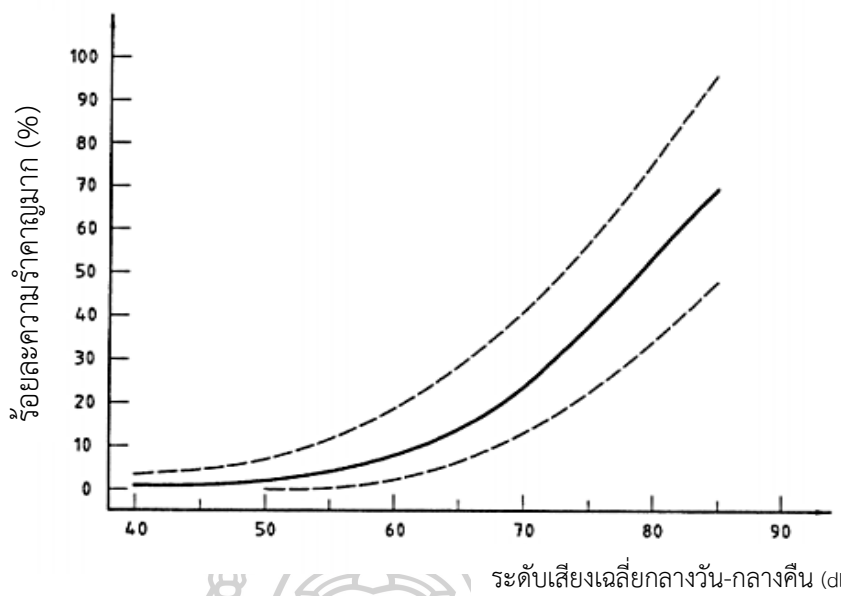
5) ก่อให้เกิดความขัดแย้งในชุมชน (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

2.10 การตอบสนองของชุมชนต่อเสียง

การตอบสนองของชุมชนต่อเสียงรบกวนสามารถดำเนินการ โดยการสำรวจทางสังคมเพื่อประเมินการตอบสนองของประชาชนต่อแหล่งกำเนิดเสียงที่สนใจ เช่น การจราจรทางถนน ร่วมกับข้อมูลระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดหรือใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

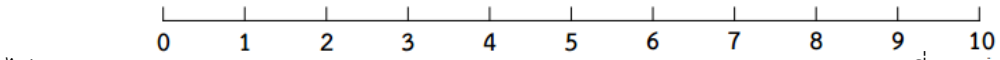
ผลของระดับเสียงที่มีต่อประชากรขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ 1) ระดับเสียงที่ได้รับสัมผัส และ 2) การตอบสนองเมื่อได้รับสัมผัสเสียง งานวิจัยที่ผ่านมาได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยข้างต้น โดยเรียกว่า “ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสเสียงและการตอบสนอง (Dose-response relationship)” โดยระดับเสียงที่ได้รับสัมผัสสามารถดำเนินการโดยใช้การตรวจวัดหรือใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนการตอบสนองเมื่อได้รับสัมผัสเสียงจะด่าดำเนินการโดยใช้แบบสอบถาม โดยจะพิจารณาในรูปของระดับความรำคาญ (Noise annoyance) กล่าวไว้ในมาตรฐาน ISO 1996-1 (ISO, 2016) โดยการศึกษาที่เป็นต้นแบบ ได้แก่ Schultz (1978) Kryter (1982) Finegold, Harris, and Gierke (1994) และ Miedema and Vos (1998)

Schultz (1978) ได้ทำการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) โดยรวบรวมผลการศึกษาระดับเสียงจากการขนส่งทางอากาศ ทางถนนและรถไฟที่มีต่อระดับความรำคาญ จำนวน 11 เรื่อง ที่ได้มีการศึกษาในอเมริกา แคนาดา ยุโรป และญี่ปุ่น โดยนำมาเปรียบเทียบในรูปของ “ร้อยละความรำคาญมาก (Percentage of highly annoyed หรือ %HA)” กับระดับเสียง L_{dn} โดยพบว่าในแต่ละการศึกษามีระดับของความสัมพันธ์แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับเสียงจากการขนส่งกับระดับความรำคาญ และได้ถูกนำมาสร้างเป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ (Dose-response function curve) แต่มิได้จำแนกความสัมพันธ์ออกเป็นการขนส่งแต่ละประเภท ต่อมา Kryter (1982) ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยได้จำแนกเป็นการขนส่งด้วยเครื่องบินและการขนส่งภาคพื้นดิน (รถยนต์และรถไฟ) พบว่าเมื่อรับสัมผัสเสียง (L_{dn}) ในระดับเดียวกันเครื่องบินส่งผลให้เกิดความรำคาญมากที่สุดและผู้รับสัมผัสเกิดความรำคาญจากเสียงรถไฟต่ำกว่ารถยนต์ จากนั้นในปี 1994 ได้มีการปรับแก้เส้นแสดงความสัมพันธ์ตามข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของ Finegold et al. (1994) และต่อมาจากการวิเคราะห์อภิมานโดย Miedema and Vos (1998) ก่อนที่จะกำหนดเป็นมาตรฐานสากลกรณีการขนส่งทางถนน (ISO, 2016) ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2. 4 เส้นความสัมพันธ์ (Dose-response function curve) ระหว่างร้อยละของระดับความรำคาญมาก (Percentage of Highly Annoyed หรือ %HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} ในมาตรฐาน ISO 1996-1
ปรับปรุงจาก "Annex D (informative) Relationships to estimate the percentage of a population highly annoyed and the 95 % prediction interval as a function of adjusted day-eveningnight and day-night sound levels". by INTERNATIONAL STANDARD (ISO1996-1), 2016, *Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures, 3rd edition*, pp. 24. Copyright 2016 by ISO2016 Published in Switzerland.

แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ดังกล่าวได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมจากการศึกษาภายใต้องค์กร International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN) (Fields et al., 2001) จนนำมาสู่การกำหนดไว้ในมาตรฐานเทคนิคสากล ISO/TS 15666 (ISO, 2003) ที่ซึ่งได้กำหนดระดับความรำคาญเป็น 11 ระดับเชิงตัวเลข (0 ถึง 10) และ 5 ระดับเชิงคำพูด (ดังภาพที่ 2.5) และกำหนดให้มีข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินการได้รับความรำคาญจากเสียงขณะอยู่ในที่พักในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา



(ก) รูปแบบการวัดระดับความรำคาญแบบ 11 ระดับตัวเลข

ไม่รำคาญ (Not at all)

รำคาญเล็กน้อย (Slightly)

รำคาญปานกลาง (Moderately)

รำคาญมาก (Very)

รำคาญมากที่สุด (Extremely)

(ข) รูปแบบการวัด 5 ระดับ

ภาพที่ 2. 5 (ก) รูปแบบการวัดระดับความรำคาญแบบ 11 ระดับตัวเลข และ (ข) รูปแบบการวัด 5 ระดับค่าตาม ISO/TS 15666
ปรับปรุงจาก "Additional specifications for conducting social and socio-acoustic surveys when asking about noise annoyance" by TECHNICAL SPECIFICATION ISO/TS 15666:2003(E), 2003, *Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, 1st edition*, pp. 3. Copyright 2003 by International Organization for Standardization. และ "Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation". by Fields, J., De Jong, R., Gjestland, T., Flindell, I., Job, R., Kurra, S., Lercher, P., Vallet, M., Yano, T., University, R. T. a. R, 2001, *Journal of Sound and Vibration, 242,* 4, pp. 641-679. Copyright 2001 by Journal of Sound and Vibration.

มาตรฐานดังกล่าวในภายหลังได้มีการนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการขนส่งและความรำคาญที่เกิดกับผู้รับสัมผัสอย่างแพร่หลาย และองค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้ระดับความรำคาญ 11 ระดับตัวเลข เป็นตัวชี้วัดหนึ่งในการประเมินผลของเสียงที่มีต่อสุขภาพ (กำหนดให้การรบกวนเริ่มที่ 6 และระดับความรำคาญมากเริ่มที่ 8) (WHO, 2000)

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA) กำหนดร้อยละความรำคาญมาก หรือ % Highly annoyed เป็นตัวชี้วัดความรำคาญของชุมชน ซึ่งมาจากสเกลของความรำคาญจาก "ไม่รำคาญ" ถึง "รำคาญมากที่สุด" และมีการตัดสินว่าผู้ตอบตอบอย่างไรจึงจะเรียกว่า "ได้รับความรำคาญมาก" (Highly annoyed) โดยการรวมกันระหว่าง "รำคาญมาก" และ "รำคาญมากที่สุด" การใช้ % Highly annoyed เพราะเป็นการตอบสนองเฉพาะบุคคลต่อความรำคาญอย่างสูงที่ชัดเจนที่สุด

ของความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายนอกของบริเวณที่อยู่อาศัยกับความรำคาญ ในการประเมินการตอบสนองต่อเสียงของชุมชน โดย United States (1974) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาจะใช้คำถามโดยตรงเพียงคำถามเดียวคือ "มีความรำคาญต่อเสียงอย่างไร" ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสัมพันธ์กับระดับเสียงภายนอกของบริเวณผู้อยู่อาศัย ความสัมพันธ์จะเป็นบวกหรือลบขึ้นกับทัศนคติของแต่ละคนตามปัจจัยและประสบการณ์ที่เขาเคยได้รับ (US.EPA, 1974)

Paunović, Belojević, and Jakovljević (2014) ได้ศึกษาการรบกวนจากเสียงกับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองเบลเกรด ประเทศเซอเบียร์ สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5,861 คน ที่อาศัยอยู่ข้างถนน 118 สายในใจกลางเมือง ตอบแบบสอบถามประเมินความรำคาญจากระดับเสียง 5 ระดับ ได้แก่ ไม่รำคาญ รำคาญเล็กน้อย รำคาญปานกลาง รำคาญมาก และรำคาญมากที่สุด โดยการรวมกันระหว่าง "รำคาญมาก" และ "รำคาญมากที่สุด" เป็นกลุ่มรำคาญอย่างสูงต่อเสียง พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างความรำคาญอย่างสูงกับระดับเสียงในเวลากลางวัน OR =1.47 และ 95% CI = 1.28-1.70 และในเวลากลางคืน OR = 1.39 และ 95% CI = 1.20-1.61 ประชาชนที่อาศัยอยู่ริมถนนที่มียานพาหนะขนส่งสาธารณะมากกว่า 79 เที่ยวต่อชั่วโมง คาดการณ์ว่าจะมีความรำคาญต่อเสียงในเวลากลางวัน (OR = 1.64, 95% CI = 1.18-2.27) และประชาชนที่อาศัยอยู่ข้างถนนที่มีรถขนส่งสาธารณะ (รถเมล์) และการขนส่งระบบราง (รถไฟ) พบว่ามีความรำคาญต่อเสียงในเวลากลางคืนเพิ่มขึ้น (OR = 2.67, 95% CI = 1.78-4.09) และยังพบว่าการที่หน้าต่างของห้องนอนหันหน้าไปทางถนนทำให้ประชาชนมีความรำคาญต่อเสียงรบกวนจากการขนส่งสาธารณะด้วย

2.11 Calculation of Road Traffic Noise Model (CRTN Model)

CRTN model พัฒนาขึ้นโดย Department of Transport United Kingdom (Department of Transport, 1988) เพื่อให้เป็นรูปแบบพื้นฐานสำหรับการคำนวณระดับเสียงการจราจรบนถนนสำหรับสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน CRTN model เป็นหนึ่งในแบบจำลองการพยากรณ์เสียงรบกวนการจราจรเป็นครั้งแรกในโลกและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศตะวันตก (Sheng, Xu, & Li, 2015)

การคำนวณแบบจำลอง CRTN ถือว่าเงื่อนไขการจราจรและเสียงรบกวนโดยทั่วไปซึ่งสอดคล้องกับความเร็วและทิศทางของลมในระดับปานกลางในช่วงเวลาที่กำหนด จุดรับสัญญาณที่มีระยะอ้างอิง 10 เมตรห่างจากขอบถนน (Nearside carriageway edge) ระดับเสียงพื้นฐานรายชั่วโมงสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.5 Department of Transport (1988) Sheng et al. (2015) และ Debnath and Singh (2018) การสันนิษฐานว่าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่เหนือระดับถนนอย่างน้อย 0.5 เมตร และ 3.5 เมตรจากขอบถนนถึงแหล่งกำเนิดเสียงดังภาพที่ 2.6

$$L_{Basic} = 42.2 + 10\log_{10} q + \Delta_f + \Delta_g + \Delta_p + \Delta_d \qquad (2.5)$$

L_{Basic} = ระดับเสียงพื้นฐานรายชั่วโมงที่ได้จากการคำนวณ (เดซิเบลเอ; [dB(A)])

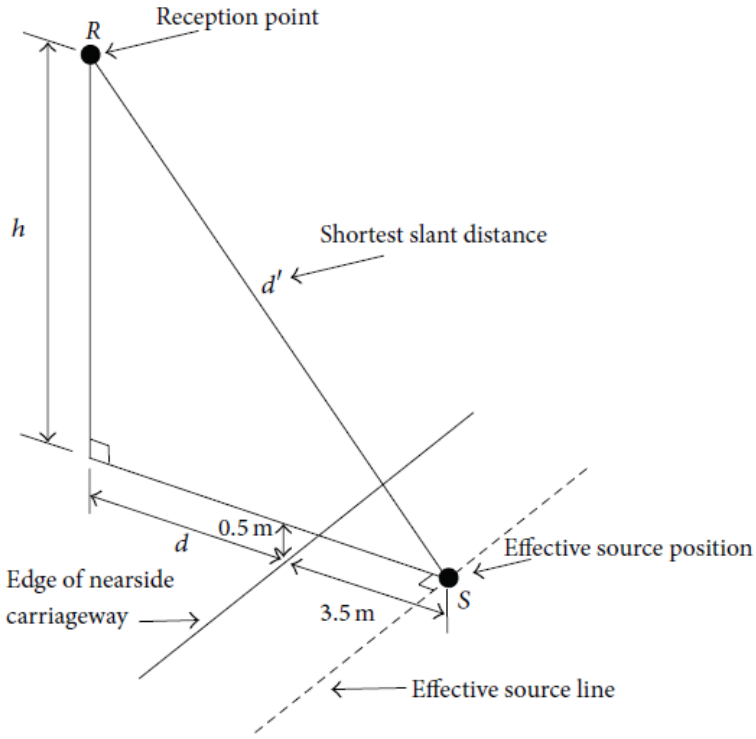
q = ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง (คันต่อชั่วโมง)

Δ_f = การปรับแก้การจราจร

Δ_g = การปรับแก้ความลาดชัน

Δ_p = การปรับแก้พื้นผิวถนน

Δ_d = การปรับแก้ระยะทาง



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงและการรับสัญญาณเสียง
ปรับปรุงจาก "The Performance of CRTN Model in a Motorcycle City" (pp.2), by Sheng, N., Xu, Z., & Li, M., 2015, *Mathematical Problems in Engineering*. Copyright 2015 by Sheng, N., et al.

การปรับแก้การจราจร สำหรับยานพาหนะหนักและความเร็วเฉลี่ย สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6

$$\Delta_f = 33\log_{10}\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10\log_{10}\left(1 + \frac{5P}{V}\right) - 68.8 \qquad (2.6)$$

V = ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

P = เปอร์เซ็นต์ยานพาหนะหนัก ในงานวิจัยนี้กำหนดยานพาหนะหนักคือ รถบรรทุกและรถบัส (Sheng et al., 2015) คำนวณได้จากสมการที่ 2.7

$$P = \frac{100f}{q} \qquad (2.7)$$

f = ปริมาณของยานพาหนะหนัก (รถบรรทุก และรถบัส) รายชั่วโมง (คันต่อชั่วโมง)

q = ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง (คันต่อชั่วโมง)

การปรับแก้ความลาดชัน การไล่ระดับถนนแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ คำนวณได้จากสมการที่ 2.8

$$\Delta_g = 0.3G \tag{2.8}$$

G = การไล่ระดับถนน (road gradient) เท่ากับ 0% (Sheng et al., 2015)

การปรับแก้ระยะทาง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.9

$$\Delta_d = -10\log_{10}\left(\frac{d'}{13.5}\right) \tag{2.9}$$

d' = ระยะจากกลางถนนถึงไมโครโฟน (Shortest slant distance) (เมตร) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.10

$$d' = \sqrt{(d+3.5)^2 + h^2} \tag{2.10}$$

d = ระยะจากขอบถนนถึงจุดตรวจวัด (เมตร)

h = ผลต่างระหว่างความสูงของไมโครโฟนกับแหล่งกำเนิดเสียง (เมตร)

การปรับแก้พื้นผิวถนนหรือประเภทผิวทางนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีที่ถนนเป็นคอนกรีตที่มีการเซาะร่องแบบร่องลึก 5 มิลลิเมตร หรือมากกว่า สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.11

$$\Delta_p = 4 - 0.03P \tag{2.11}$$

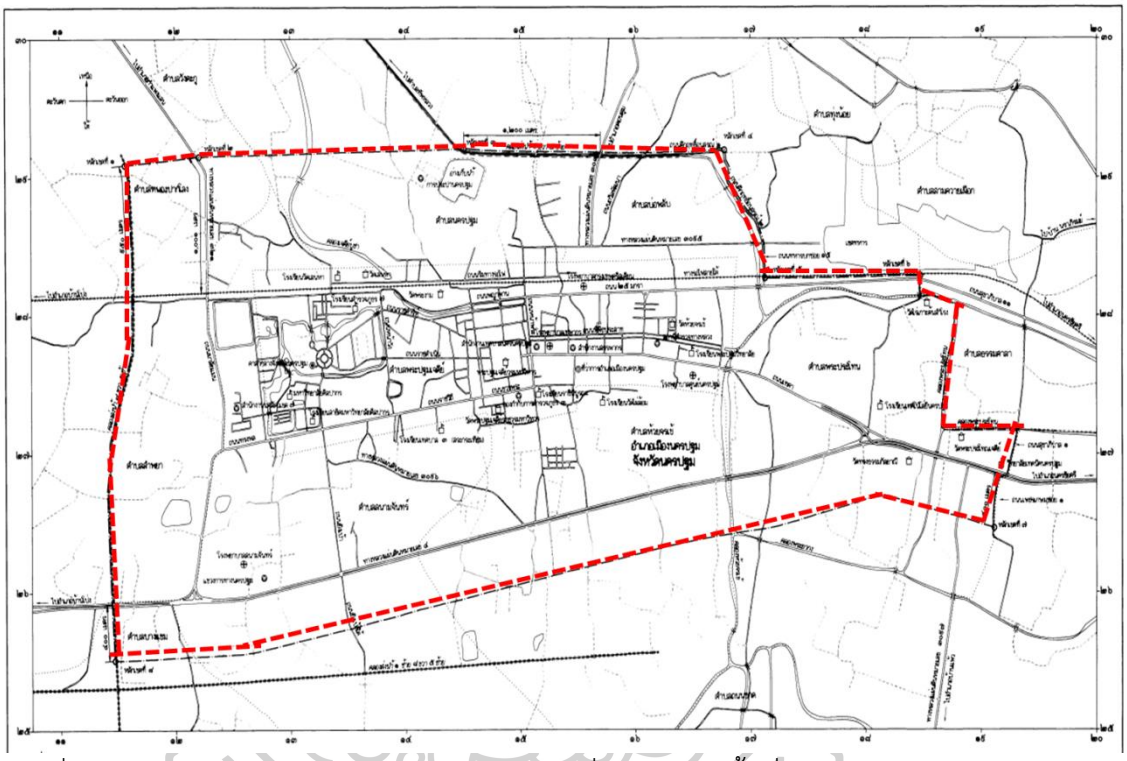
2.12 เทศบาลนครนครปฐม

2.12.1 ขนาด

เทศบาลนครนครปฐมได้มีการจัดตั้งเป็นเทศบาลเมื่อ ปี พ.ศ. 2534 ปัจจุบันมีพื้นที่ 19.85 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 12,406.25 ไร่ ดังภาพที่ 2.7 (ตามพระราชกฤษฎีกาเปลี่ยนแปลงเขตเทศบาลเมืองนครปฐม พ.ศ. 2534 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 108 ตอนที่ 211 ลงวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ.2534) (ราชกิจจานุเบกษา, 2542) ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของหมู่บ้านและตำบลต่างๆ ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม คือ

1. ตำบลพระปฐมเจดีย์
2. ตำบลนครปฐม หมู่ที่ 5 7 8 9
3. ตำบลบ่อพลับ หมู่ที่ 1 3 4 5 8 9

4. ตำบลพระประโทน หมู่ที่ 1 2 4 6 7 8 9
5. ตำบลห้วยจรเข้ หมู่ที่ 1 2 4 6 7
6. ตำบลสนามจันทร์ หมู่ที่ 1 2 3 6
7. ตำบลบางแขม หมู่ที่ 9
8. ตำบลลำพยา หมู่ที่ 1 2 3
9. ตำบลหนองปากโลง หมู่ที่ 5



ภาพที่ 2.7 ขอบเขตเทศบาลนครนครปฐม (เส้นประ) ที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษา.
ปรับปรุงจาก *พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2542*. เล่ม 116 ตอนที่ 110 ก. 10 พฤศจิกายน 2542. ราชกิจจานุเบกษา.

2.12.2 ข้อมูลประชากร

เทศบาลนครนครปฐมมีจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ ณ ปี พ.ศ. 2560 (ระบบสถิติทางการทะเบียน, 2560) ทั้งสิ้น 76,985 คน เป็นชาย 36,323 คน และหญิง 40,662 คน ดังตารางที่ 2.3 มีจำนวนครัวเรือน 34,858 ครัวเรือน และมีโครงสร้างอายุประชากรดังนี้

อายุ 0 – 20 ปี 24.44 % (ชาย 9,027 คน หญิง 8,641 คน)
อายุ 21 – 40 ปี 29.78 % (ชาย 10,683 คน หญิง 10,836 คน)
อายุ 41 – 60 ปี 29.15 % (ชาย 9,399 คน หญิง 11,667 คน)
อายุ 61 ปีขึ้นไป 16.62 % (ชาย 4,691 คน หญิง 7,324 คน)

จำนวนประชากรดังกล่าวมานี้เป็นประชากรที่อยู่ในทะเบียนราษฎร์ในเขตเทศบาลเท่านั้นยังมีประชากรแฝงอีกจำนวนหนึ่งที่เข้ามาประกอบอาชีพพักอาศัยและแรงงานต่างด้าว รวมทั้งนักเรียน

นักศึกษาซึ่งไม่สามารถยืนยันตัวเลขที่แน่นอนได้ว่ามีจำนวนเท่าใด ทำให้การวางแผนเพื่อรองรับผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรเป็นไปค่อนข้างยาก ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม ขยะมูลฝอย สาธารณูปโภค จึงนับเป็นกลุ่มประชากรที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเมืองเทศบาลนครนครปฐม (เทศบาลนครนครปฐม, 2556)

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลทะเบียนราษฎร์ เทศบาลนครนครปฐม (พ.ศ. 2557 – 2560)

เพศ	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559	พ.ศ. 2560
ชาย	37,051	37,071	36,486	36,323
หญิง	41,729	41,528	41,165	40,662
รวม	**78,780**	**78,599**	**77,651**	**76,985**

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *จำนวนประชากรแยกรายอายุ อำเภอเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม (2557 – 2560).* ระบบสถิติทางการทะเบียน. สืบค้นจาก http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age.php

2.12.3 จำนวนรถในอำเภอเมืองนครปฐม

จากสถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่มีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละปี แต่จำนวนรถสะสมในอำเภอเมืองนครปฐมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 จำนวนรถจดทะเบียนใหม่และรถที่จดทะเบียนสะสมของจังหวัดนครปฐม สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐมระหว่าง พ.ศ. 2553 – 2559

พ.ศ.	จำนวนรถจดทะเบียนใหม่ (คัน)	จำนวนรถสะสม (คัน)
2553	30,038	239,780
2554	29,238	383,570
2555	34,556	267,482
2556	35,421	427,436
2557	29,079	296,057
2558	26,193	303,124
2559	16,589	322,250

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสม*, โดย สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐม (2553 - 2559)

ปี 2555 มียอดรถจดทะเบียนสะสม 267,482คัน ส่วนในปี 2556 นับสะสมถึงวันที่ 31 ธ.ค. 2556 เฉพาะในพื้นที่จังหวัดนครปฐมอยู่ที่ 427,436 คัน เพิ่มขึ้น 159,954 คัน การเพิ่มขึ้นที่มากกว่า

ปกติ น่าจะมีผลมาจากโครงการรถคันแรกของรัฐบาลสมัยนางสาวยิ่งลักษณ์ ชินวัตร ตำรงตำแหน่งนายกรัฐมนตรี

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชลธิชา พรมทุ่ง (2558) ได้ศึกษาระดับเสียงและเสียงรบกวนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับเสียงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร 2) ศึกษาระดับเสียงรบกวนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร และ 3) ศึกษาปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการสำรวจปริมาณการจราจรและตรวจวัดระดับเสียงภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 6 จุด แบ่งเป็นพื้นที่จราจร 4 จุด และ พื้นที่ก่อสร้าง 2 จุด พื้นที่จราจร ได้แก่ บริเวณคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ตึกเอกาทศรถ และหอพักอาจารย์ พื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ บริเวณก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย และก่อสร้างสำนักหอสมุดกลาง โดยเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ในวันทำการระหว่างเวลา 07.00 น.– 15.00 น โดยใช้เครื่องวัดเสียงและเครื่องนับจำนวนรถ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณยานพาหนะบริเวณคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ตึกเอกาทศรถ และ หอพักอาจารย์มีค่าเท่ากับ 4,453 4,607 3,350 และ 4,078 คัน ตามลำดับ เมื่อนำมาคำนวณหาค่า V/C ratio (อัตราส่วนของปริมาณการจราจร V/C Ratio = ปริมาณการจราจร (รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit: PCU/ชั่วโมง) /ความจุของถนน) พบว่าทุกจุดมีค่าน้อยกว่า 0.60 ซึ่งบ่งบอกถึงสภาพการจราจรที่เคลื่อนที่ได้โดยอิสระ สำหรับผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่าบริเวณคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ตึกเอกาทศรถ หอพักอาจารย์ บริเวณก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย และก่อสร้างสำนักหอสมุดกลาง มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงเท่ากับ 71.2 71.3 67.1 60.1 65.8 และ 66.4 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ส่วนผลการตรวจวัดระดับเสียงรบกวนพบว่ามีค่าเท่ากับ 9.0 13.9 14.5 13.5 7.0 และ 12.3 เดซิเบลเอ ตามลำดับ สำหรับผลการศึกษาระดับเสียงรบกวนพบว่าบริเวณคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มีระดับการรบกวนอยู่ที่ 9.0 เดซิเบลเอ ซึ่งไม่เป็นเสียงรบกวน เนื่องจากระดับเสียงพื้นฐานและเสียงขณะมีการรบกวน มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดมีปริมาณการจราจรค่อนข้างน้อย ทำให้บริเวณนี้ไม่เป็นเสียงรบกวน ส่วนบริเวณ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร มีระดับการรบกวนอยู่ที่ 13.9 เดซิเบลเอ เป็นเสียงรบกวน เนื่องจากมีการจราจรที่หนาแน่นทำให้มีการเร่งเครื่องเวลาออกรถส่งผลให้มีการรบกวน นอกจากนี้บริเวณตึกเอกาทศรถ มีระดับการรบกวนอยู่ที่ 14.5 เดซิเบลเอ เป็นเสียงรบกวน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่รถบรรทุก รถสิบล้อ ใช้เส้นทางในการสัญจรไปมา เนื่องมาจากกิจกรรมการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย ส่งผลให้มีการรบกวน ส่วนบริเวณ หอพักอาจารย์มีระดับการรบกวนอยู่ที่ 13.5 เดซิเบลเอ เป็นเสียงรบกวน เนื่องจากบริเวณหอพักอาจารย์เป็นพื้นที่ที่มีความสงบเงียบมาก ระดับเสียงพื้นฐานที่วัดได้จึงมีค่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเริ่มมีการจราจรทำให้เกิดเสียงที่ดังขึ้น ส่งผลให้เกิดการรบกวน และบริเวณอาคารเฉลิมพระเกียรติ (หอสมุด) มีระดับการรบกวนอยู่ที่ 12.3 เดซิเบลเอ เป็นเสียงรบกวน เนื่องจากอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการก่อสร้าง ทำให้มีการรบกวนเกิดขึ้น

พุทธพงษ์ ชรอยนุช, นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร, and สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ (2555) ได้ศึกษาผลกระทบของเสียงจากการจราจรทางถนนต่อระดับการได้ยินของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเลือกทางแยกที่มีปริมาณของรถหนาแน่นทั้งหมด 3 แห่ง คือ แยกพิบูลย์สงคราม แยกวงศ์สว่างและแยกรัชโยธิน โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณริมถนนในช่วงเวลา 19.00–20.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณรถมากช่วงหนึ่งของวัน ผลพบว่าระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq,1h}$) มีค่าเท่ากับ 72.7 76.3 และ 76.7 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ระดับเสียงสูงสุด ($L_{\max}$) มีค่าเท่ากับ 87.9 87.4 และ 92.7 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ส่วนระดับเสียงต่ำสุด ($L_{\min}$) มีค่าเท่ากับ 65.5 71.4 และ 70.3 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ระดับเสียงของการจราจรแต่ละพื้นที่นั้น อาจจะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ท่อไอเสีย พื้นผิวถนน และจากความหนาแน่นของการจราจรเอง ซึ่งสามารถทำให้เกิดเสียงที่มีระดับสูงกว่า 90 เดซิเบลเอ ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับเสียงที่ดังมาก และอาจมีผลต่อการได้ยินของผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทสองล้อ และคนเดินถนน ในการคาดคะเนถึงแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากเสียงรบกวนของการจราจรในพื้นที่นั้น ๆ พบว่าระดับเสียงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และรวมไปถึงเป็นปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่มีส่วนในการเกิดอุบัติเหตุ ไม่ว่าจะเป็นหมวกกันน็อก พื้นถนน หรือท่อไอเสีย เป็นต้น เพื่อหาวิธีการป้องกันอุบัติเหตุของผู้ใช้รถเป็นยานพาหนะ และด้านสุขภาพสำหรับผู้ที่ต้องทำงานอยู่ในบริเวณนั้นเป็นเวลานาน ๆ รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องของปัจจัยด้านอื่น ๆ ด้วย

อรนุช แซ่ตั้ง, นิรันดร์ วิทิตอนันต, and พิชาญ สว่างวงศ์ (2550) ได้ศึกษาระดับเสียงรบกวนในชุมชน เทศบาลตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงจำนวน 15 จุด ทั้งวันทำงานและวันหยุดร่วมกับการใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่าระดับเสียงในวันทำงานมีค่า $L_{eq,10\min}$ อยู่ในช่วง 48.8-111.5 เดซิเบลเอ ในวันหยุดมีค่า $L_{eq,10\min}$ อยู่ในช่วง 43.2-76.3 เดซิเบลเอ ประชาชนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าบริเวณที่ให้สัมภาษณ์มีปัญหาเสียงรบกวนในระดับปานกลาง โดยมีเสียงจากการจราจรและเสียงจากกิจกรรมในชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนที่สำคัญ ผลกระทบของเสียงรบกวนที่มีต่อชุมชนส่วนใหญ่ ไดแก รบกวนการพักผ่อน การสนทนา ทำให้หงุดหงิด รบกวนการทำงานและเกิดความเครียด ซึ่งเกิดขึ้นสั้น ๆ ความรุนแรงอยู่ในระดับปานกลาง

รัฐพล ศิลปรัศมี (2551) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสถิติของระดับเสียงรบกวนบริเวณทางพิเศษในกรุงเทพมหานคร กับระยะห่างจากทางพิเศษ ความเร็วเฉลี่ยและปริมาณจราจร (ยานพาหนะมี 2 ชนิด คือ รถยนต์และรถจักรยานยนต์ จำแนกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเวลา 09.00 – 10.00 น. และ 17.00 – 19.00 น. ซึ่งเป็นช่วงมีการจราจรหนาแน่น) การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงสถิติสำหรับทำนายระดับเสียงรบกวนจากทางพิเศษโดยวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนและความอ่อนไหวโดยใช้วิธีจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ระดับเสียงมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับตัวแปรปริมาณจราจรแต่ละประเภทเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ระดับเสียงมีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกันกับระยะห่างจากทางพิเศษ และความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ ระดับเสียงมีความสัมพันธ์แบบฟังก์ชั่นลอการิทึมกับตัวแปรด้านปริมาณจราจรบนทางพิเศษเป็นส่วนใหญ่ ส่วนระยะห่างจากทางพิเศษเป็น

ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับระดับเสียงสูงกว่าตัวแปรปริมาณจราจรและความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ สมการที่ดีที่สุดในการทำนายระดับเสียง มีค่า R^2 ในช่วง 0.224-0.606 และพบว่าแบบจำลองความถดถอยเชิงพหุที่ได้มีความแม่นยำในระดับที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำมาทำนายระดับเสียงจากทางพิเศษฉลองรัช จากการจำลองเหตุการณ์เพื่อการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่าระยะห่างจากทางพิเศษมีผลต่อระดับเสียงมากที่สุด

ศรายุทธ จิตรานนท์ (2545) ได้ศึกษาเพื่อหาระยะห่างจากถนนที่ปลอดเสียงรบกวนจากจราจร ดำเนินการโดยตรวจวัดค่าระดับเสียงในพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชนหนาแน่นมาก พื้นที่ชุมชนหนาแน่นปานกลาง พื้นที่ชุมชนหนาแน่นน้อย โดยตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่ดังกล่าวพื้นที่ละ 2 จุด และได้ตรวจวัดระดับเสียงและปริมาณการจราจรของถนนสายหลักที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษาจำนวน 6 สาย จากนั้นนำข้อมูลระดับเสียงและปริมาณการจราจรมาปรับแก้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Traffic Noise Model (TNM) ที่พัฒนาโดย FHWA (Federal Highway Administration) ของสหรัฐอเมริกา เพื่อให้การคาดการณ์ระดับเสียงเมื่อนำมาใช้ในประเทศไทยมีความแม่นยำมากขึ้น เมื่อนำค่าระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) ที่คำนวณได้จากแบบจำลองที่ได้ปรับแก้แล้ว มาใช้คำนวณค่าระดับการรบกวน (L_{eq} - L_{90}) จากเสียงจราจรพบว่าพื้นที่ชุมชนหนาแน่นมาก มีค่าระดับการรบกวนสูงกว่าพื้นที่ชุมชนหนาแน่นปานกลางและหนาแน่นน้อย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระยะห่างจากถนนที่ปลอดเสียงรบกวนจากการจราจรในพื้นที่ชุมชนหนาแน่นมาก มีค่าไม่น้อยกว่า 400 เมตร และสำหรับพื้นที่หนาแน่นปานกลางและหนาแน่นน้อยบางพื้นที่ มีค่าไม่น้อยกว่า 300 เมตร จากถนนสายหลัก จากค่าระดับเสียงที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และค่าระดับเสียงจากการตรวจวัด สามารถสร้างสมการเพื่อหาระยะห่างจากถนนที่ปลอดเสียงรบกวนจากการจราจร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Analysis) ดังสมการที่ 2.12 ได้ดังนี้

$$Y = 1567.45 - 50.509(X_1) + 21.67(X_2) \qquad (2.12)$$

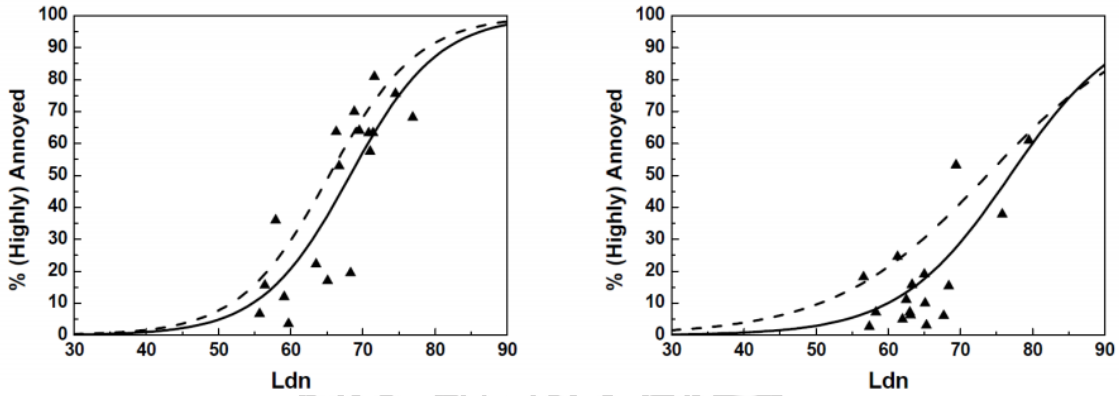
เมื่อ Y = ระยะห่างจากถนนที่ปลอดเสียงรบกวนจากการจราจร (เมตร)

X_1 = ค่าระดับเสียง L_{90} (เดซิเบลเอ)

X_2 = ค่าระดับเสียงรบกวนจากการจราจร L_{eq} (เดซิเบลเอ)

Lee, Hong, Kim, Lim, and Kim (2008) สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกรณีการได้รับสัมผัสเสียงจากรถไฟเทียบกับการจราจรบนถนนและเครื่องบินของกรุงโซล เกาหลีใต้ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ระดับความรำคาญร่วมกับการตรวจวัด ตัวแบบสอบถามกำหนดระดับความรำคาญเป็นตัวเลข 11 ระดับ (จาก 0-10) และการตั้งคำถามใช้เกณฑ์ของ International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN) (Fields et al., 2001) ซึ่งหากผู้ตอบให้คะแนนตั้งแต่ระดับ 7 ขึ้นไปจะเป็นกลุ่มร้อยละของระดับความรำคาญมาก (Percentage of Highly

Annoyed; %HA) ประชากรกลุ่มตัวอย่างกรณีรถไฟและการจราจรบนถนนมีค่าเท่ากับ 653 และ 779 คน ตามลำดับ มีจุดตรวจวัดเสียงทั้งสิ้น 18 และ 17 จุด ตามลำดับ กรณีรถไฟที่ทำการศึกษาจำนวน 2 เส้นทางคือ Gyungbu และ Honam ซึ่งมีทั้งรถไฟโดยสารและรถไฟขนส่งค้าวิ่งเฉลี่ยรวม 253 ต่อวัน ส่วนถนนที่ศึกษาประกอบด้วยถนนหลวงและถนนสายรองที่ซึ่งมีปริมาณการจราจรประมาณ 50,000 คันต่อวัน (ร้อยละประมาณ 70 เป็นรถขนาดเล็ก) ผลพบว่าระดับความรำคาญจากเสียงรถไฟมีแนวโน้มที่สูงกว่าระดับเสียงจากการจราจรบนถนน ดังภาพที่ 2.8

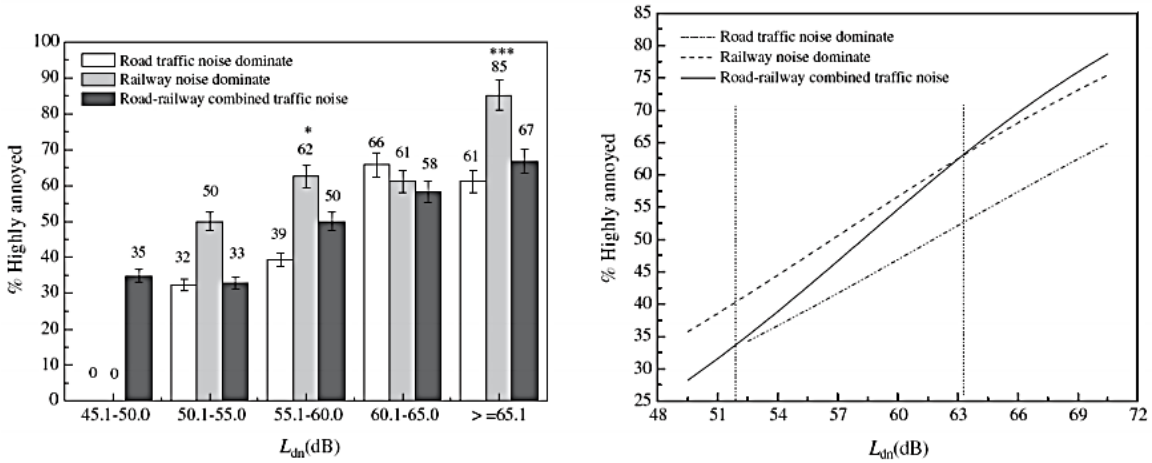


(ก) รถไฟ (ข) การจราจรบนถนน

ภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบร้อยละของระดับความรำคาญมาก (%HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} กรณีรถไฟ (ก) และการจราจรบนถนน (ข) ของกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้
ปรับปรุงจาก “Exposure-response relationships on community annoyance to transportation noise” (pp. 3), by Lee, S., Hong, J., Kim, J., Lim, C., & Kim, K., 2008, *Journal of Noise as a Public Health Problem*. Copyright 2008 by Journal of Noise as a Public Health Problem.

Di, Liu, Lin, Zheng, and He (2012) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงจนถึงจุดตรวจวัดและร้อยละของระดับความรำคาญมาก (% HA) ในเมือง Dalian ของจีน โดยได้ประเมินเป็น 3 กรณี คือ 1) เสียงจากการจราจรบนถนน 2) เสียงรถไฟ และ 3) เสียงจากแหล่งกำเนิดทั้ง 2 ร่วมกัน โดยข้อมูลระดับเสียงได้จากการตรวจวัดร่วมกับการใช้แบบจำลองคาดการณ์ระดับเสียง (Noise Prediction Model) การตรวจวัดได้ดำเนินการที่ชั้น 1-2 ของอาคารที่อยู่ใกล้กับรางรถไฟหรือถนนมากที่สุดรวมทั้งสิ้น 12 จุด โดยดำเนินการบันทึกระดับเสียงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และกำหนดเป็นตัวแทนของเสียงที่ผู้ตอบแบบสอบถามได้รับสัมผัส (ผู้รับสัมผัสที่เลือกศึกษาอยู่ในระยะไม่เกิน 200 เมตรจากแหล่งกำเนิดเสียง) ส่วนการใช้แบบจำลองคาดการณ์ระดับเสียงใช้ Noise Prediction Software (DataKustik Cadna/A) โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก Google Earth เพื่อคำนวณระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ที่ระยะ 1 เมตร ห่างจากหน้าต่างของอาคารแต่ละหลัง จำแนกเป็นระดับเสียงเฉพาะจากรถไฟ ระดับเสียงเฉพาะจากถนน และระดับเสียงร่วมระหว่างรถไฟและถนน และปรับแก้ข้อมูลที่คำนวณได้ด้วยข้อมูลจากการตรวจวัด ในส่วนของการวิเคราะห์ระดับความรำคาญได้สำรวจด้วยแบบสอบถามจำนวน 1,536 ชุด ผลการศึกษาพบว่า ที่

ระดับเสียง L_{dn} สูงกว่า 63.5 เดซิเบล ระดับเสียงร่วมระหว่างรถไฟและถนนมีผลท่าให้ %HA สูงกว่าเมื่อเทียบกับกรณีแยกแหล่งกำเนิด (ภาพที่ 2.9) กรณีวิเคราะห์แยกแหล่งกำเนิดพบว่า เมื่อระยะทางใกล้ถนนในเมืองมากขึ้น %HA กลับมีค่าลดลง ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้พักอาศัยที่อยู่ใกล้ถนนสามารถทนหรือปรับตัวต่อเสียงรบกวน



ภาพที่ 2.9 ข้อมูลจากการสำรวจ (ก) และเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ (ข) ระหว่างระดับความรำคาญมาก (%HA) กับระดับเสียงกลางวันกลางคืน L_{dn} จำแนกเป็นกรณีรถไฟ ถนนและระดับเสียงร่วมของเมือง Dalian ประเทศจีน.
ปรับปรุงจาก “The relationship between urban combined traffic noise and annoyance: An investigation in Dalian, north of China” by Di, G., Liu, X., Lin, Q., Zheng, Y., & He, L., 2012, *Journal of Science of the Total Environment*, 432(Supplement C), pp. 189-194. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.034. ปีลิขสิทธิ์ 2012 by Journal of Science of The Total Environment.

Phan et al. (2010) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและความรู้สึกต่อการรบกวนจากการจราจร เปรียบเทียบระหว่างเมืองฮานอยและโฮจิมินห์ในปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2550 โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับการตรวจวัดระดับเสียง จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามของเมืองฮานอยทั้งสิ้น 1,503 คน และโฮจิมินห์ 1,471 คน ส่วนการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณริมถนนในฮานอยและโฮจิมินห์มีจำนวนทั้งสิ้นเมืองละ 8 จุด ผลการศึกษา พบว่าระดับเสียง (L_p) ในฮานอย อยู่ในช่วง 70-83 เดซิเบลเอ และโฮจิมินห์ซิตี้อยู่ในช่วง 75-83 เดซิเบลเอ ทั้งสองเมืองพบความสัมพันธ์ระหว่าง L_{den} และร้อยละของระดับความรำคาญมาก (% HA) ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาในประเทศยุโรป ประชาชนในฮานอยมีความรำคาญต่อเสียงรบกวนการสนทนาและการรบกวนการนอนหลับมากกว่าเมืองโฮจิมินห์ นอกจากนี้ยังพบว่า ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบ้านที่มีหน้าต่างหันหน้าไปทางถนนมีความรำคาญต่อเสียงมากกว่าบ้านที่หน้าต่างไม่ได้หันไปทางถนน

Sheng et al. (2015) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในเมืองรถจักรยานยนต์ ณ เขตบริหารพิเศษมาเก๊าแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน ทำการตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรช่วง

เช้าและเย็นในชั่วโมงเร่งด่วนระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2556 ทำการตรวจวัด 54 แห่ง เป็นพื้นที่ริมถนนจำนวน 31 แห่ง และ 23 แห่ง ตรวจวัดที่ชั้นต่างๆ ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในการวัดเสียงการจราจรแต่ละครั้งจะมีการบันทึกลักษณะการจราจรรวมถึงองค์ประกอบการจราจร ปริมาณการจราจร และความเร็วของยานพาหนะบนท้องถนน ในแบบจำลอง CRTN องค์ประกอบการจราจรโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็นรถขนาดเล็ก (<1,525 กิโลกรัม) และยานพาหนะหนัก (> 1,525 กิโลกรัม) ในการศึกษานี้ยานพาหนะขนาดเล็กรวมถึงรถยนต์ส่วนบุคคล รถแท็กซี่ รถตู้ขนาดเล็ก และรถจักรยานยนต์ ส่วนยานพาหนะหนักรวมถึงรถบรรทุกและรถบัส มีการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายทั้งระดับถนนและการกระจายสัญญาณรบกวนของระดับเสียงการจราจร ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงรบกวนจากการจราจรริมถนน R^2 = 0.832 และความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่วัดได้และค่าที่คาดการณ์เท่ากับ +0.52 dB(A) ส่วนประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายการกระจายสัญญาณรบกวนระดับแนวตั้ง R^2 = 0.836 และความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่วัดได้และค่าที่ทำนายไว้เท่ากับ +0.28 dB(A)

Debnath and Singh (2018) ได้ทำการศึกษาความถูกต้องของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายเสียงการจราจรในเขตเมืองดันแบด (Dhanbad) รัฐจาร์ก ประเทศอินเดีย ทำการตรวจวัดระดับเสียงในสถานที่ต่าง ๆ ของเมืองดันแบดระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ใช้เวลาเฉลี่ย 60 นาทีเพื่อวัดระดับเสียงในแต่ละตำแหน่งเวลาที่แตกต่างกันของวัน เครื่องวัดระดับเสียงถูกติดตั้งในทิศทางที่เหมาะสม โดยสูงจากพื้น 1.2 ± 0.1 เมตร และระยะทาง 7.5 ± 0.2 เมตร จากกึ่งกลางของถนน ตรวจวัดระดับเสียงในตอนเช้า (06.00–09.00 น.) และ (09.00–12.00 น.) ตอนบ่าย (14.00–17.00 น.) ตอนเย็น (17.00–20.00 น.) และกลางคืน (20.00–23.00 น.) ของแต่ละวัน พารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดได้แก่ L_{AFMaxL} L_{AFMaxP} L_{AFMinL} L_{Aeq} และ L_{CPKMax} นอกจากการตรวจวัดระดับเสียงแล้ว ยังมีการคำนวณจำนวนความหนาแน่นของการจราจรพร้อมกันและคำนวณความถี่ของการเคลื่อนไหวของยานพาหนะ (ยานพาหนะหนัก รถยนต์และรถสองล้อ) ผลการศึกษาพบว่า ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) คือ 87.2 dB(A) และ 71.3 dB(A) ในช่วงเย็นและกลางคืนตามลำดับ ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในตอนเช้า (09.00–12.00 น.) สำหรับการทำนายระดับเสียงของการจราจรริมถนนด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R^2 = 0.819 และความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่วัดได้และค่าที่ทำนายไว้เท่ากับ +0.8 dB(A)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาระดับเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่มีต่อระดับความรำคาญ ที่ได้มีการศึกษาในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป เกาหลีใต้ จีน เวียดนาม และญี่ปุ่น เป็นต้น โดยนำมาเปรียบเทียบในรูปของ “ร้อยละความรำคาญมาก (Percentage of highly annoyed หรือ %HA)” กับระดับเสียง โดยพบว่าในแต่ละการศึกษามีระดับของความสัมพันธ์แตกต่างกันตามบริบทของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แต่มีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับเสียงจากการจราจรบนท้องถนนกับระดับความรำคาญ และได้มีการปรับแก้เส้นแสดงความสัมพันธ์ (Dose-response function curve) อย่างต่อเนื่อง ร้อยละความรำคาญมาก หรือ % Highly annoyed เป็นตัวชี้วัดความรำคาญของชุมชน ซึ่งมาจากสเกลของความรำคาญจาก "ไม่รำคาญ" ถึง "รำคาญมากที่สุด" ซึ่งเป็นการตอบสนองเฉพาะ

บุคคลต่อความรำคาญ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสัมพันธ์กับระดับเสียงภายนอกของบริเวณผู้อยู่อาศัย ความสัมพันธ์จะเป็นบวกหรือลบขึ้นกับทัศนคติของแต่ละคนตามปัจจัยและประสบการณ์ที่เขาเคยได้รับ ซึ่งในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงและปฏิรูปในทุกด้าน แต่ในท่ามกลางการพัฒนาทำให้ความต้องการในการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดปัญหาการจราจรติดขัดขึ้นตามมา ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียงและเสียงรบกวนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประกอบกับประเทศไทยยังมีการศึกษาเรื่องระดับเสียงกับความรำคาญน้อยมาก จึงอาจตอบไม่ได้ว่าประชาชนในประเทศที่สัมผัสเสียงดังในระยะเวลาที่แตกต่างกันทำให้ประชาชนเกิดความรำคาญมากน้อยเพียงใด

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญของประชาชนในเทศบาลนครนครปฐม โดยจะดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงร่วมกับการใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาทัศนคติของประชาชน วิเคราะห์อัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) เพื่อคำนวณความหนาแน่นของการจราจรซึ่งจะนำมาประเมินผลของการจราจรที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงในพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN (Calculation of Road Traffic Noise model) ในการทำนายระดับเสียงรบกวนจากการจราจร ซึ่งผลที่ได้จะทำให้ทราบถึงระดับของปัญหามลพิษทางเสียงของพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการวางแผนเพื่อลดผลกระทบด้านมลพิษทางเสียงในพื้นที่นี้ต่อไป

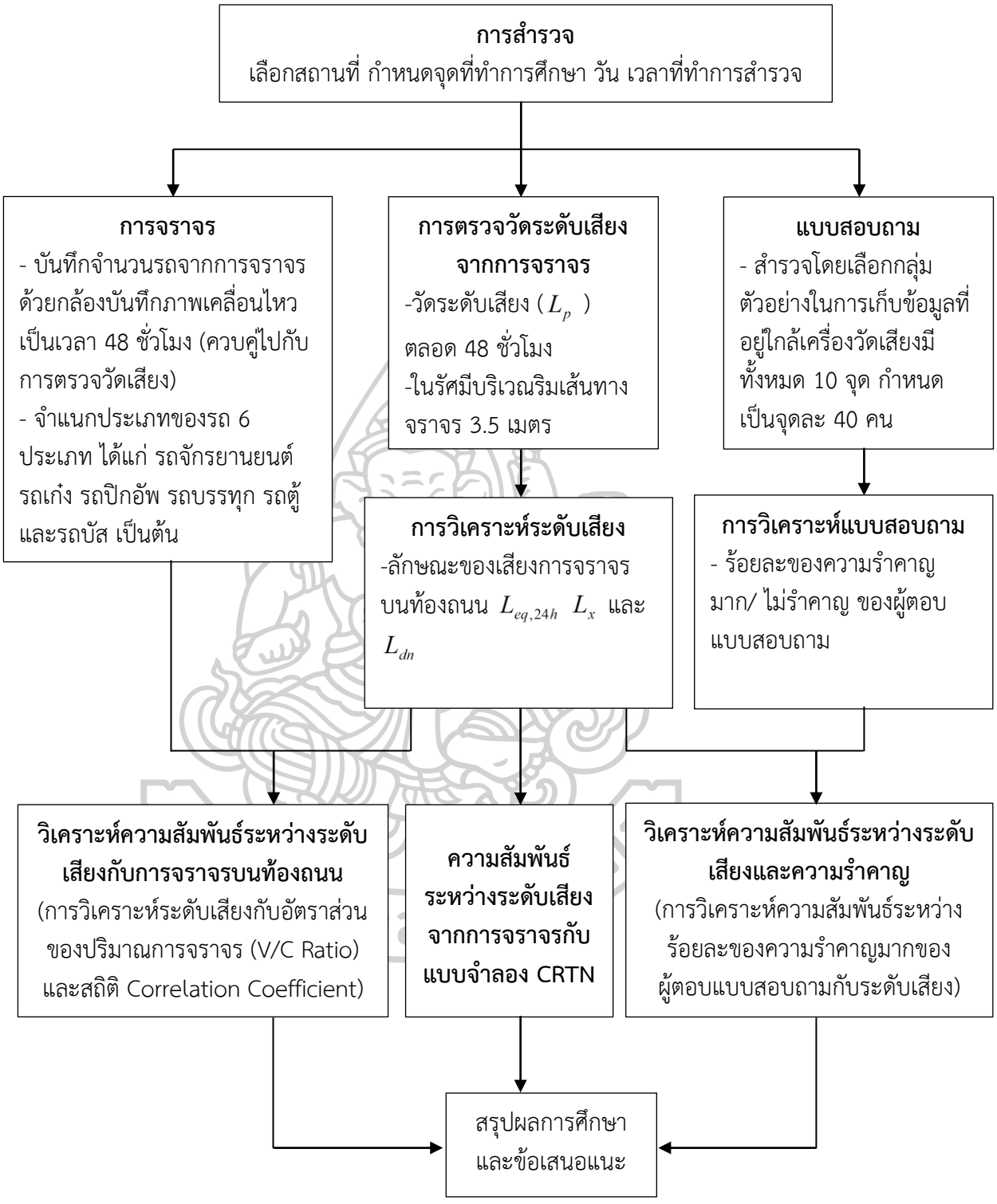
มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการศึกษา

วิธีการศึกษาแสดงดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นจากการสำรวจ เลือกสถานที่กำหนดจุดที่จะทำการศึกษาและประสานงานเพื่อกำหนดวัน เวลาที่ทำการสำรวจ จากนั้นทำการเก็บข้อมูล (ได้แก่ การตรวจวัดเสียง บันทึกการจราจรด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว การสำรวจด้วยแบบสอบถาม) การวิเคราะห์ข้อมูล (ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับจำนวนรถจากการจราจรบนท้องถนน และความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและความรำคาญ) การสรุปผลและวิจารณ์ผลการศึกษาพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะโดยระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 3.1

มหาวิทยาลัยศิลปากร

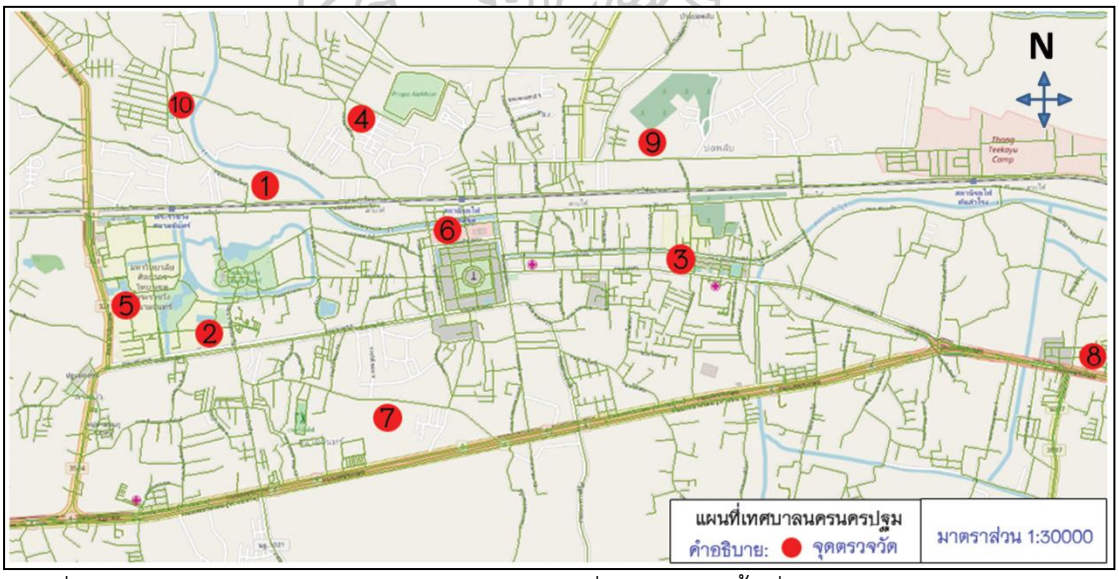


ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่าง

ในการศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดระดับเสียงทั้งสิ้น 10 จุด ตามแนวถนนจำนวน 10 สาย ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม แสดงดังภาพที่ 3.2 ครอบคลุมช่วงวันหยุดและวันทำงาน ต่อจุดเก็บตัวอย่าง ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างมีดังต่อไปนี้

จุดที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดเสนหา (ถนนรถไฟตะวันตก)
จุดที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร (ถนนทรงพล)
จุดที่ 3 บ้านพักข้าราชการสัสดี จังหวัดนครปฐม (ถนนเทศา)
จุดที่ 4 ศูนย์บริการสาธารณะสุขประปา (ถนนนาสร้าง)
จุดที่ 5 สำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดนครปฐม (ถนนมาลัยแมน)
จุดที่ 6 ตลาดบน-ล่าง (ถนนช้ายพระ)
จุดที่ 7 สำนักงานบังคับคดี จังหวัดนครปฐม (ถนนราชมรรคคา)
จุดที่ 8 วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม (ถนนเพชรเกษม)
จุดที่ 9 อุทยานการอาชีพชัยพัฒนา (ถนนถวิลพัฒนา)
จุดที่ 10 ที่ทำการชุมชนวัดเสน่ห์ (ถนนสวนตะไคร้)



ภาพที่ 3.2 ขอบเขตเทศบาลนครนครปฐม (เส้นประ) ที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษา.
ปรับปรุงจาก *พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2542*. เล่ม 116 ตอนที่ 110 ก. 10 พฤศจิกายน 2542. ราชกิจจานุเบกษา.

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง

3.3.1 เครื่องวัดเสียง ยี่ห้อ RION รุ่น NL – 62 class 1 ได้ผ่านการรับรองตามมาตรฐานคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission) (International, 2006) IEC61672-1 มีการปรับเทียบในห้องปฏิบัติการ (Lab Calibration) รายปี และปรับเทียบ (External calibration) ก่อนและหลังทำการตรวจวัดทุกครั้ง

3.3.2 ฟองน้ำป้องกันลม (Windscreen) ยี่ห้อ RION รุ่น Windscreen for outdoor WS-15

3.3.3 ขาตั้งไมโครโฟนความสูง 250 เมตร

3.3.4 สายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างไมโครโฟนมายังเครื่องวัดเสียงยี่ห้อ RION ชนิด EC-04B ยาว 10 เมตร

3.3.5 อุปกรณ์ปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องวัดเสียง (Calibrator) ยี่ห้อ RION รุ่น NL – 62 class 1 ได้ผ่านการรับรองตามมาตรฐานคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission) (IEC, 2006)

3.3.6 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว ยี่ห้อ D-Cam รุ่น D2 พร้อมการ์ดบันทึกข้อมูล

3.4 วิธีการศึกษา

3.4.1 การสำรวจพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง

1) เกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง มีดังต่อไปนี้

(1) ความเหมาะสมของพื้นที่ กล่าวคือเป็นพื้นที่ที่ประชาชนอาศัยอยู่ริมถนนทั้งถนนสายหลักและสายรอง ให้มีความหลากหลายและมีความแตกต่างของการจราจร เพื่อเป็นตัวแทนที่ดี

(2) ระยะเวลา พื้นที่ต้องความสะดวกในการดูแลการทำงานของเครื่องมือและเปลี่ยนการ์ดบันทึกข้อมูลของกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

(3) งบประมาณ บางพื้นที่อาจได้ใช้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์วัดเสียง

(4) ความปลอดภัยของเครื่องมือ เนื่องจากชุดอุปกรณ์ในการตรวจวัดเสียงมีราคาแพง จึงต้องเลือกพื้นที่ที่เจ้าหน้าที่ดูแลตลอดเวลา เพื่อป้องกันการสูญหายของอุปกรณ์

(5) สถานที่จะต้องมีไฟฟ้า เพราะการเก็บตัวอย่างใช้เวลา 48 ชั่วโมง แบตเตอรี่หรือถ่านไฟไม่เพียงพอกับระยะเวลาที่ต้องใช้ของเครื่องวัดเสียงและกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวใช้งานได้ไม่ถึง 48 ชั่วโมง จึงจำเป็นต้องเลือกพื้นที่ที่มีไฟฟ้าใช้

(6) เป็นพื้นที่ป้องกันฝนให้กับเครื่องวัดเสียงและกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

3.4.2 การบันทึกจำนวนรถจากการจราจรบนท้องถนนด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

1) ติดตั้งกล้อง ณ จุดที่มีการตรวจวัดเสียง และบันทึกสภาพการจราจรตลอด 48 ชั่วโมง ควบคู่ไปกับการตรวจวัดเสียง

2) ภายหลังเสร็จสิ้นการบันทึก เปิดไฟล์ข้อมูลเพื่อตรวจนับจำนวนจำแนกตามชนิดของยานพาหนะ 6 ประเภท ดังนี้ รถจักรยานยนต์ รถเก๋ง รถปิกอัพ รถบรรทุก รถตู้ และรถบัส

3.4.3 การตรวจวัดเสียง

1) ตรวจสอบว่าเครื่องวัดเสียงนั้นมีแบตเตอรี่หรือถ่านไฟเพียงพอกับระยะเวลาที่ต้องใช้

2) ทำการปรับเทียบ (Calibrate) เครื่องวัดเสียงก่อนการตรวจวัด

3) เลือกวงจรถ่วงน้ำหนักแบบเอ (A-Weighting) ความไวต่อการตอบสนองของไมโครโฟนแบบเร็ว (fast) ตั้งค่าวัดระดับเสียง (L_p) ทุกๆ 1 วินาที ต่อเนื่อง 48 ชั่วโมง ตั้งแต่วันศุกร์ถึงวันอาทิตย์ (ครอบคลุมช่วงวันหยุดและวันทำงาน) โดยเลือกโหมดการทำงานอัตโนมัติ

4) ดำเนินการติดตั้งเครื่องวัดเสียงตามข้อกำหนดของประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) ซึ่งกำหนดให้ตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียงที่บริเวณภายนอกอาคารให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่

5) ใช้อุปกรณ์กันลม (Windscreen) ป้องกันฝน (Rain protector) ลวดป้องกันนก (Anti birds spikes) ให้กับไมโครโฟน และมีกล่องใส่ตัวเครื่องวัดเสียงเพื่อป้องกันอิทธิพลของสภาวะแวดล้อม

3.4.4 การสำรวจแบบสอบถามเพื่อประเมินระดับความรำคาญ

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จังหวัดนครปฐม มีประชากรในเขตเทศบาลนครนครปฐมทั้งหมด 76,985 คน (ระบบสถิติทางการทะเบียน, 2560) ในการศึกษานี้ได้สุ่มตัวอย่างประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณรอบ ๆ จุดตรวจวัด โดยใช้วิธีของ Yamane (1973) โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 5 (ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 398 คน คำนวณได้จากสมการที่ 3.1 ในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดจำนวนตัวอย่างเป็น 400 คน (10 จุด ๆ ละ 40 คน)

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \qquad (3.1)$$

โดย n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (allowable error)

แสดงวิธีคำนวณ

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

$$n = \frac{76{,}985}{1+76{,}985\,(0.05^2)}$$

$$n = \frac{76{,}985}{193.4625}$$

$$n = 398 \text{ คน}$$

2) การสร้างแบบสอบถาม

การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนประเมินความรำคาญที่เกิดจากเสียงรบกวนที่มีต่อสภาพแวดล้อมบริเวณที่พักอาศัย โดยแบบสอบถามสร้างขึ้นตามข้อกำหนดของ ISO/TS 15666 (ISO, 2003) Lim, Kim, Hong, and Lee (2006) และ Licitra, Fredianelli, Petri, and Vigotti (2016) และดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วน (แบบสอบถามที่สร้างขึ้นอยู่ในภาคผนวก ก) ประกอบด้วย

ส่วนที่หนึ่ง ปัญหาสิ่งแวดล้อมทั่วไป จะเป็นคำถามเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวน ให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ น้ำเสีย ฝุ่นและกลิ่น เสียงดัง และขยะมูลฝอย เป็นต้น

ส่วนที่สองเป็นคำถามเกี่ยวกับความรำคาญเกี่ยวกับการรบกวนจากเสียงการจราจรบนท้องถนน ประกอบด้วย

(1) เสียงการจราจรบนท้องถนนในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมาที่ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนเมื่ออยู่ในที่พัก ซึ่งความรำคาญสามารถประเมินโดยใช้สเกล 0 – 10 โดย 0 คือ ไม่รำคาญ/ไม่รบกวน จนถึง 10 คือ รำคาญมากที่สุด/รบกวนมากที่สุด

(2) แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่รบกวน ได้แก่ เมื่อมีเสียงแตรรถ เมื่อมีเสียงเร่งเครื่องยนต์ เมื่อมีเสียงรถเบรก เสียงจากการจอดรถทิ้งไว้โดยไม่ได้ดับเครื่อง ให้ใส่หมายเลขลำดับ 1 2 และ 3 โดย 1 คือ รบกวนมากที่สุด จนถึง 3 คือ รบกวนน้อยที่สุด

ส่วนที่สามเกี่ยวกับการรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ ประกอบด้วย

ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่าน เมื่ออยู่ในที่พักการรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ โดยสามารถประเมินโดยใช้สเกล 1 – 5 โดย 1 คือ ไม่รบกวน, 2 คือ รบกวนเล็กน้อย, 3 คือ รบกวนพอสมควร, 4 คือ รบกวนมาก และ 5 คือ รบกวนมากที่สุด

ส่วนที่สี่ เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ เพศ อาชีพ

3) การสำรวจด้วยแบบสอบถาม

การสำรวจด้วยแบบสอบถามใช้รูปแบบการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามความสะดวก (Convenience sampling) ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่คำนึงถึงความสะดวกในการเก็บข้อมูลที่อยู่ใกล้เครื่องวัดเสียงมีทั้งหมด 10 จุด กำหนดเป็นจุดละ 40 คน รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 400 คน โดยการสัมภาษณ์และให้ผู้ตอบทำแบบสอบถามเอง ทำการหาพิกัดจุดตรวจวัดเสียงและบ้านพักของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้สมาร์ทโฟนที่มีแอพพลิเคชั่น GPS&UTM เวอร์ชัน 1.3 (©JCAnger) พัฒนาโดย Jean Charles เพื่อใช้ในการเก็บพิกัด

4) การวิเคราะห์แบบสอบถาม

การสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามทั้ง 4 ส่วน โดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.5 การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลการตรวจวัดระดับเสียง (L_p) ทุกๆ 1 วินาที ตลอด 48 ชั่วโมง นำมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของเสียง ได้แก่ ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ (L_x)

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดระดับเสียงโดยใช้สถิติพื้นฐาน

จากข้อมูลการตรวจวัดระดับเสียงในแต่ละจุดตรวจวัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง คลอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุด โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติ chi-square สำหรับการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดี่ยว (Univariate analysis)

3.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับจำนวนรถจากการจราจรบนท้องถนน

1) การนับจำนวนรถในเวลาเดียวกันกับการตรวจวัดเสียง โดยแบ่งรถออกเป็น 6 ประเภท จากนั้นคำนวณหาค่าการรบกวน และคำนวณความหนาแน่นของการจราจรซึ่งก็จะทำให้ประเมินได้ว่าเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น มีสภาพแวดล้อมทางเสียงที่เป็นอันตรายหรือไม่

2) ปรับเปลี่ยนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ได้จากการตรวจนับให้เป็นหน่วยเดียวกันกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit: PCU) โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของยานแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor: PCE) (เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534)

3) หาอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) ดังสมการที่ 3.2

$$\text{V/C Ratio} = \frac{\text{ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)}}{\text{ความจุของถนน}} \qquad (3.2)$$

4) ข้อมูลระดับเสียงที่ตรวจวัดได้นำมาคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq,24h}$) และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ (L_x) และนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับจำนวนยานพาหนะด้วยสถิติ Peason correlation

3.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับแบบจำลอง CRTN (Calculation of Road Traffic Noise model)

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรที่ได้จากการตรวจวัด ($L_{eq,24h}$) กับค่าที่ได้จากแบบจำลอง CRTN **(** $L_{Basic,24h}$ **)** วันทำงาน วันหยุด และทั้งวันทำงานและวันหยุด ด้วยสถิติ Peason correlation

3.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรำคาญของผู้ตอบแบบสอบถามความรำคาญและระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) โดยความรำคาญได้จากข้อมูลการตอบแบบสอบถามซึ่งมีระดับเลขตั้งแต่ 0–10 จากนั้นจัดกลุ่มใหม่โดยให้ระดับเลข 0–6 เป็น 0 คือ ไม่รำคาญ และ 7–10 เป็น 1 คือ รำคาญ (ISO, 2003) (Paunović et al., 2014) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ไม่รำคาญ (0) และกลุ่มที่รำคาญ (1) โดยใช้สถิติ Logistic Regression จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียง

กลางวันกลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญโดยการวาดกราฟ ส่วน L_{dn} ได้มาจากการคำนวณตามสมการที่ 2.3

3.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญกับข้อมูลประชากร

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญต่อเสียงกับข้อมูลประชากร ได้แก่ อายุ เพศ อาชีพ โดยความรำคาญได้จากข้อมูลการตอบแบบสอบถามซึ่งจัดกลุ่มเป็น 0 คือ ไม่รำคาญ และ 1 คือ รำคาญ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ไม่รำคาญ (0) และกลุ่มที่รำคาญ (1) โดยใช้สถิติ Logistic Regression (เช่นเดียวกับหัวข้อที่ 3.5.4) และนำจำนวนความรำคาญของผู้ตอบแบบสอบถามที่แยกตามประเภทข้อมูลประชากรมาหาระดับความรำคาญมาก (%HA) จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญจำแนกตามข้อมูลประชากรแต่ละประเภทโดยการวาดกราฟ

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จำนวน 10 พื้นที่ โดยระดับเสียงจากการจราจรในเขตเทศบาลนครนครปฐมแสดงออกมาเป็นระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ (L_x) สำหรับการตอบสนองต่อระดับเสียงจากการจราจรของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม รวมทั้งสิ้นจำนวน 360 คน ได้สำรวจความคิดเห็นของประชาชนประเมินความรำคาญที่เกิดจากเสียงรบกวนที่มีต่อสภาพแวดล้อมบริเวณที่พักอาศัย โดยแบบสอบถามสร้างขึ้นตามข้อกำหนดของ ISO/TS 15666 (ISO, 2003) การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยนี้ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง ภาพ ประกอบการบรรยาย โดยแบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้

4.1 ข้อมูลเชิงพรรณนาของปริมาณยานพาหนะ ลักษณะเสียง และลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรำคาญกับกลุ่มที่ไม่รำคาญเสียงจราจร จำแนกตามปัจจัยต่างๆ

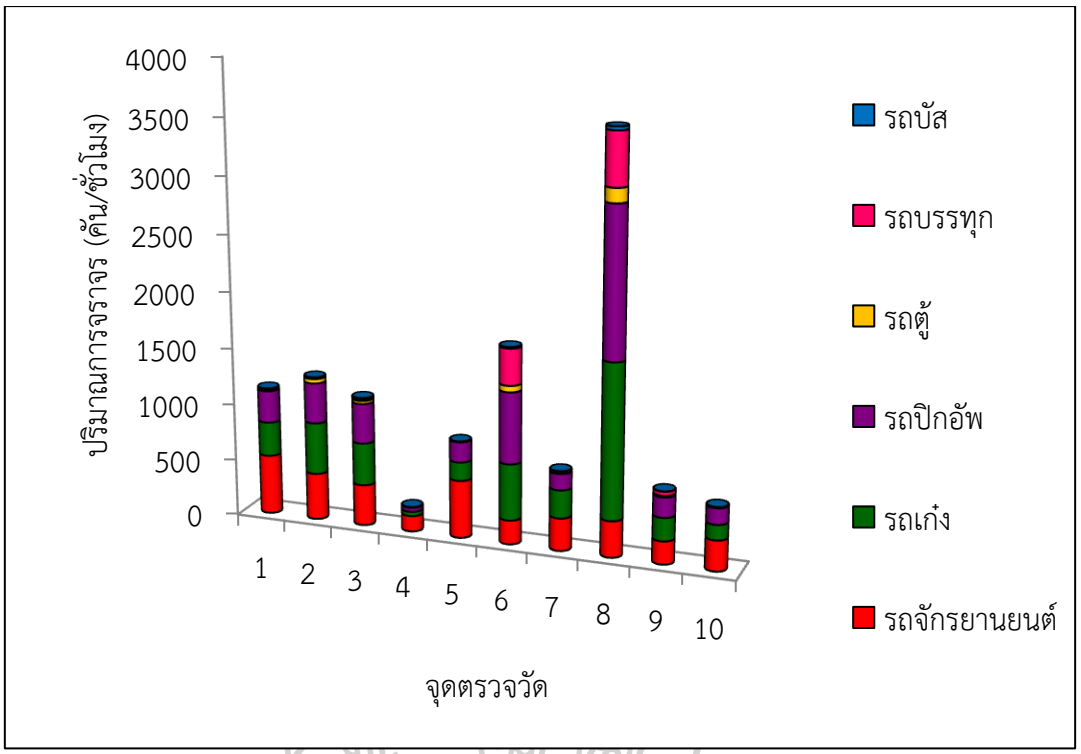
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญกับข้อมูลประชากร

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรที่ได้จากกาตรวจวัดกับแบบจำลอง Calculation of Road Traffic Noise (CRTN)

4.1 ข้อมูลเชิงพรรณนาของปริมาณยานพาหนะ ลักษณะเสียง และลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 จำนวนยานพาหนะ ณ ตำแหน่งจุดตรวจวัด

จากการนับปริมาณยานพาหนะ โดยการนับจำนวนรถตลอด 48 ชั่วโมง ทั้ง 10 จุดตรวจวัด จำแนกชนิดของยานพาหนะ 6 ประเภท ดังนี้ รถจักรยานยนต์ รถเก๋ง รถปิกอัพ รถบรรทุก รถตู้ และรถบัส พบว่าปริมาณยานพาหนะในจุดที่มีการจราจรเบาบางจนถึงปริมาณการจราจรหนาแน่น มีจำนวนอยู่ในช่วง 220–3,598 คันต่อชั่วโมง และประเภทยานพาหนะที่มากที่สุดคือ รถเก๋ง รองลงมาคือ รถปิกอัพ และรถจักรยานยนต์ ส่วนยานพาหนะที่มีน้อยที่สุดคือ รถบัส (ภาพที่ 4.1)

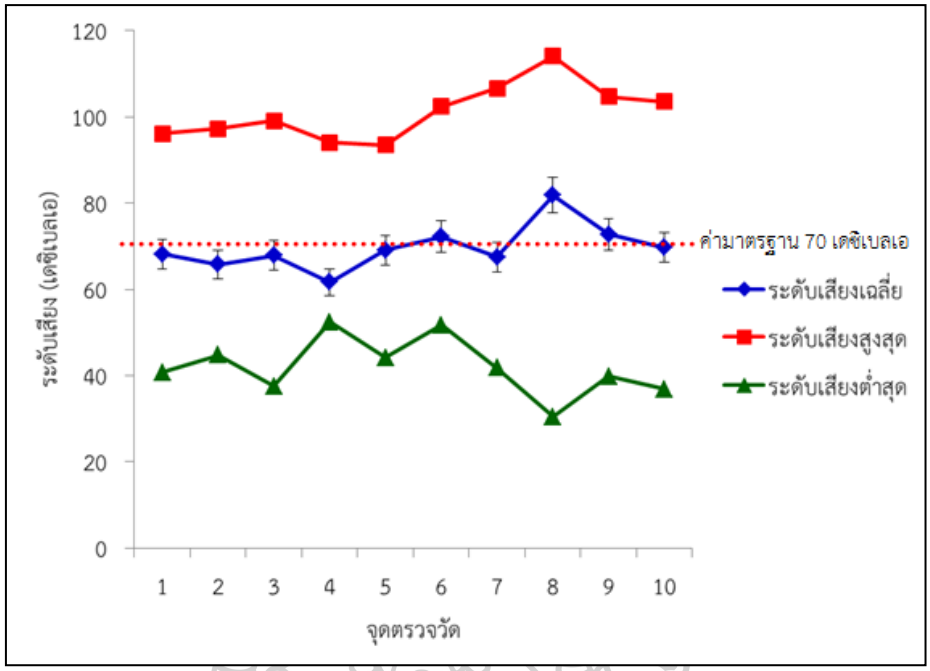


ภาพที่ 4.1 ผลการนับปริมาณยานพาหนะในพื้นที่ทั้ง 10 จุดตรวจวัด

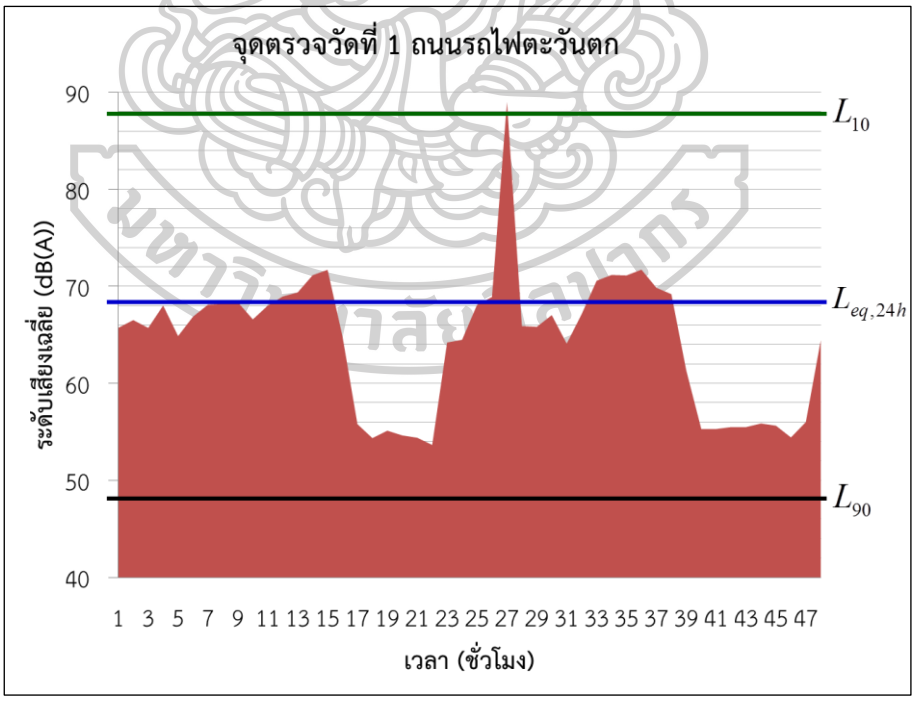
4.1.2 ระดับเสียงจากการจราจรจากในพื้นที่ทั้ง 10 จุดตรวจวัด

การตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรบนท้องถนนเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม ได้ทำการตรวจวัดระดับเสียงทั้งหมด 10 จุด (ดังภาพที่ 3.2) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (2 วัน) ผลที่ได้จากการตรวจวัดนำมาคำนวณและได้ผลตามพารามิเตอร์ดังตารางที่ 4.4

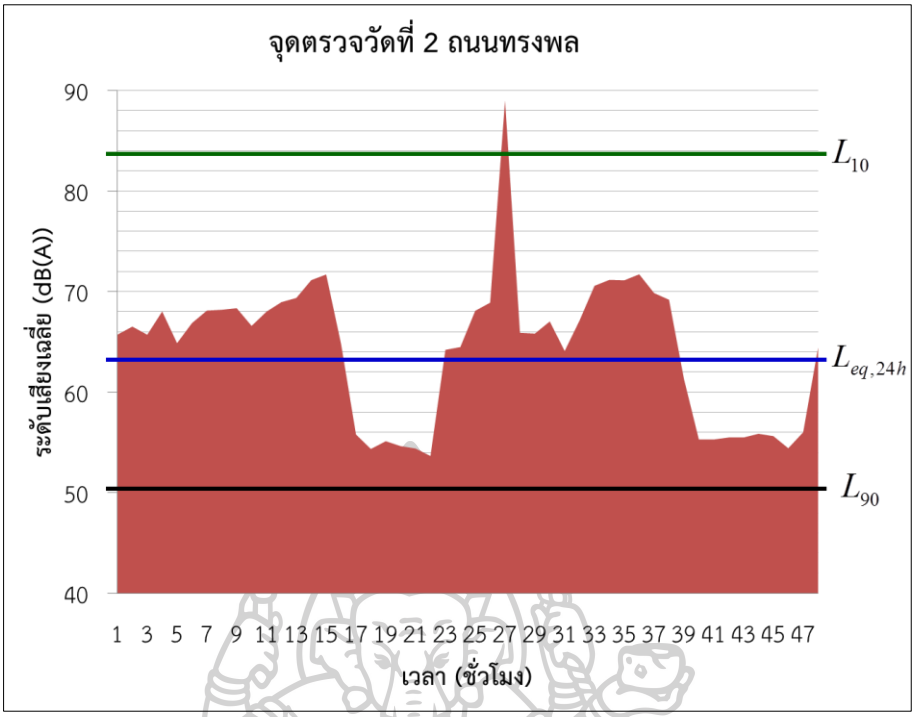
ผลการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณริมถนนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม ทั้ง 10 แสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งพบว่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) มีค่าอยู่ในช่วง 61.7-81.8 เดซิเบลเอ โดยมีจุดตรวจวัด 3 จุด ที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเกินค่ามาตรฐานระดับเสียงที่กำหนดไว้ที่ 70 เดซิเบลเอ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2540) คือ จุดตรวจวัดที่ 6 (ถนนซ้ายพระ) 72.3 เดซิเบลเอ จุดตรวจวัดที่ 9 (ถนนถวิลพัฒนา) 72.8 เดซิเบลเอ และจุดตรวจวัดที่ 8 (ถนนเพชรเกษม) 81.8 เดซิเบลเอ ซึ่งเป็นพื้นที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงที่สุด



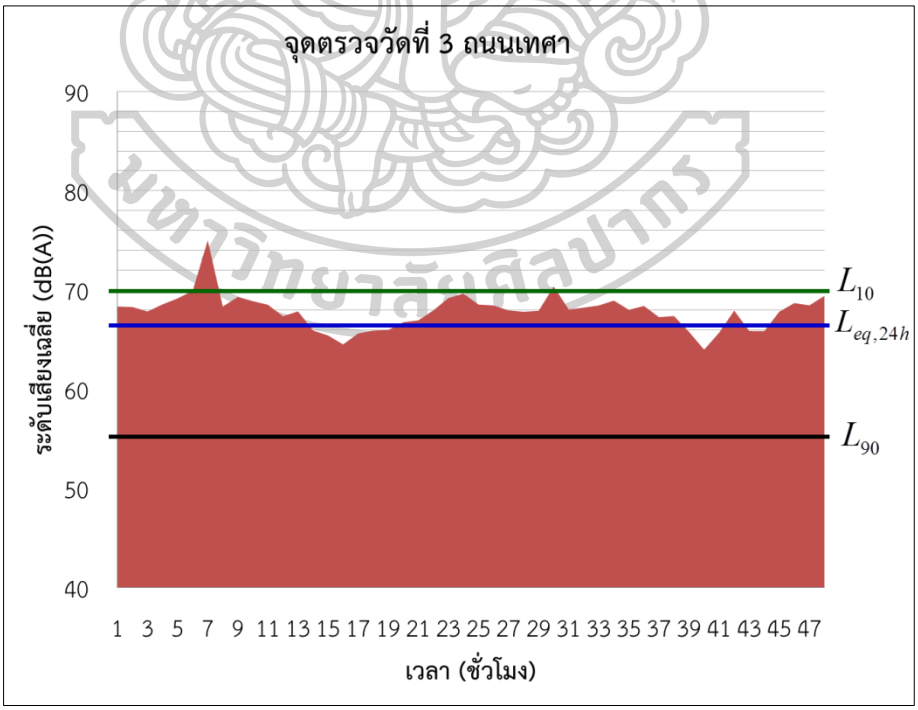
ภาพที่ 4.2 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ระดับเสียงสูงสุดและระดับเสียงต่ำสุด ที่ได้จากการตรวจวัด



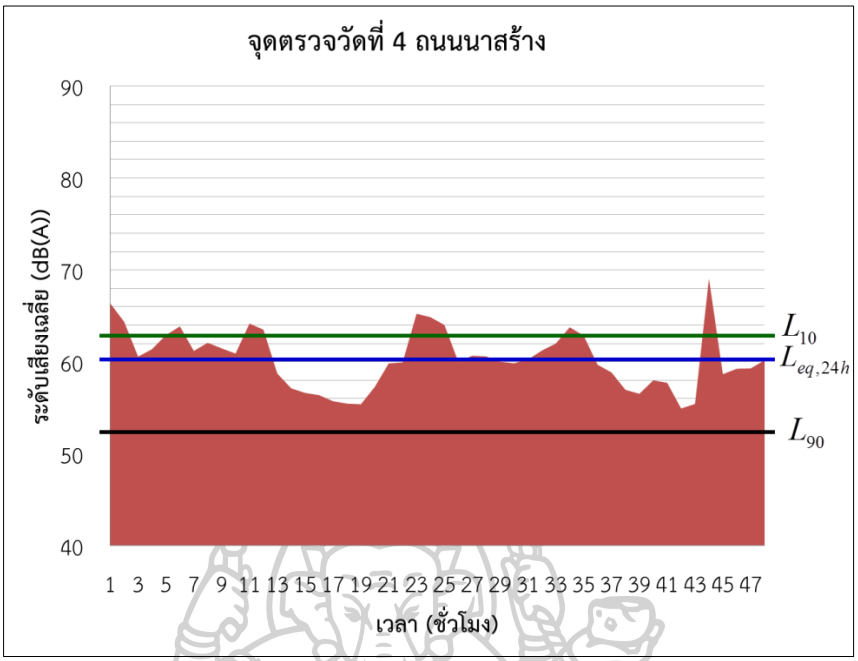
ภาพที่ 4.3 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 1 (ถนนรถไฟตะวันตก)



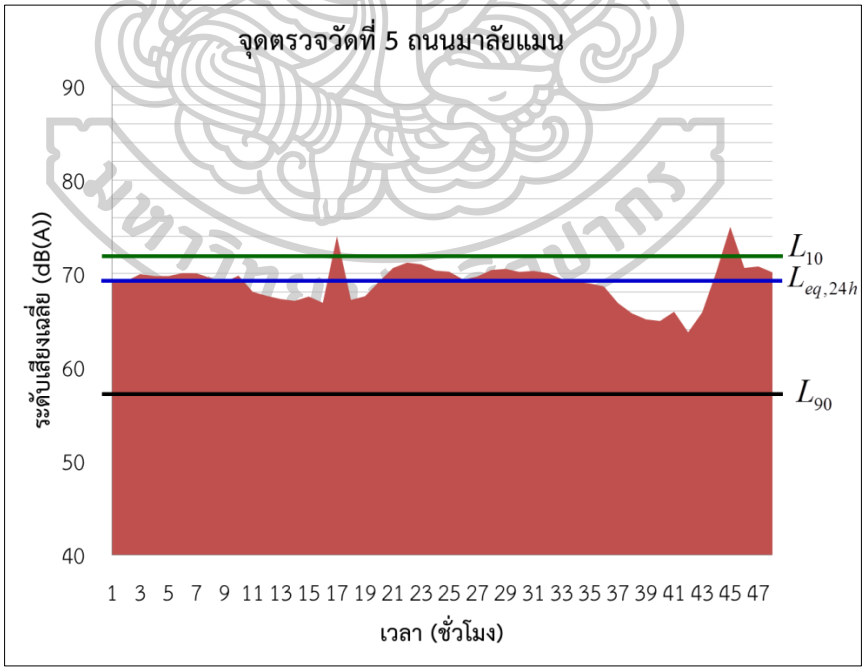
ภาพที่ 4.4 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 2 (ถนนทรงพล)



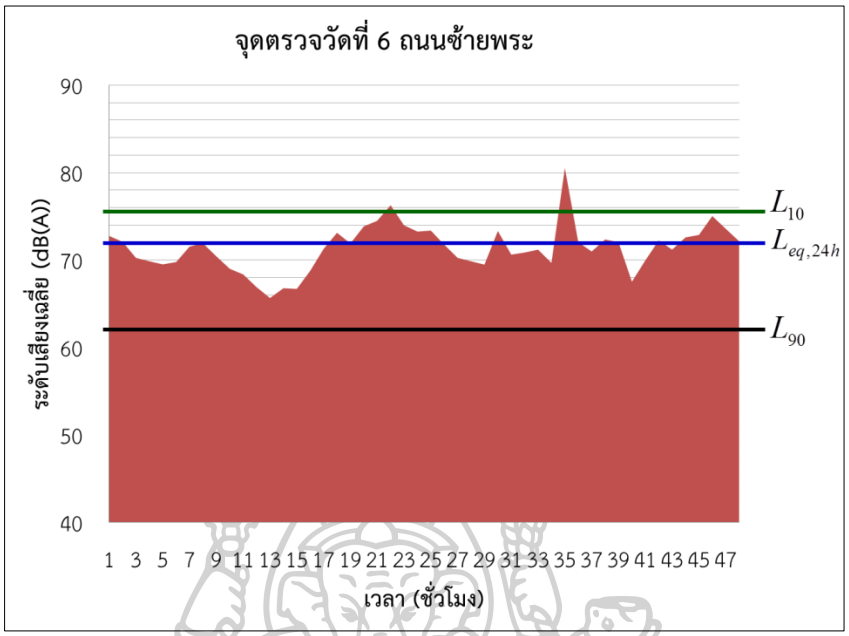
ภาพที่ 4.5 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 3 (ถนนเทศา)



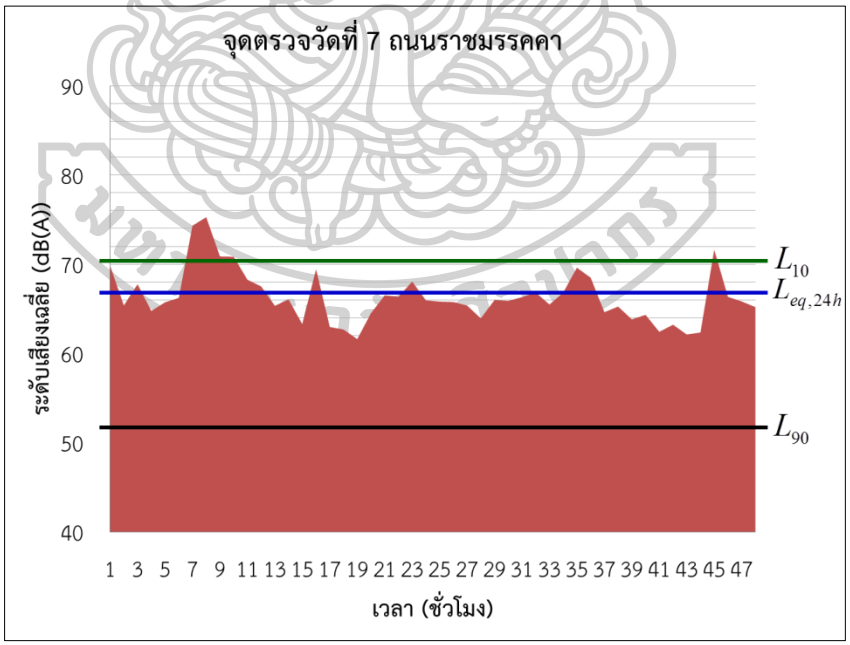
ภาพที่ 4.6 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 4 (ถนนนาสร้าง)



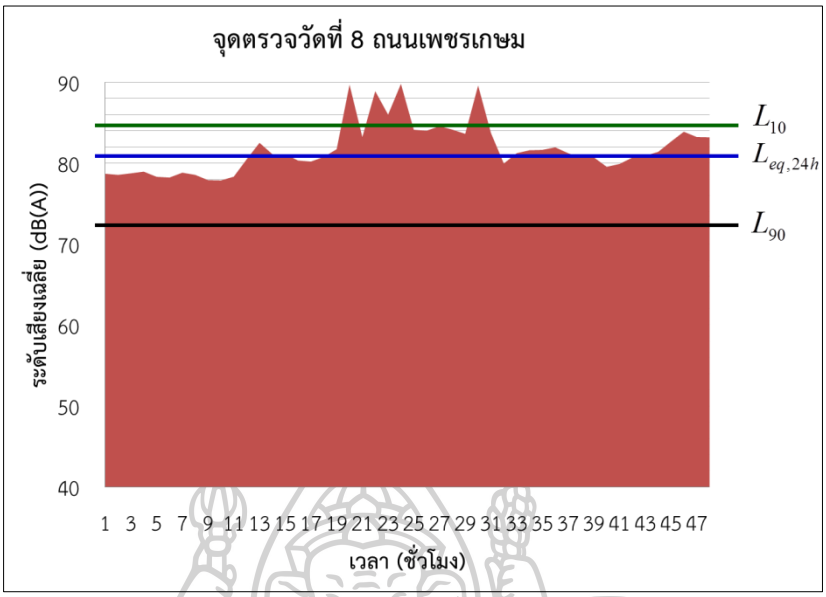
ภาพที่ 4.7 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 5 (ถนนมาลัยแมน)



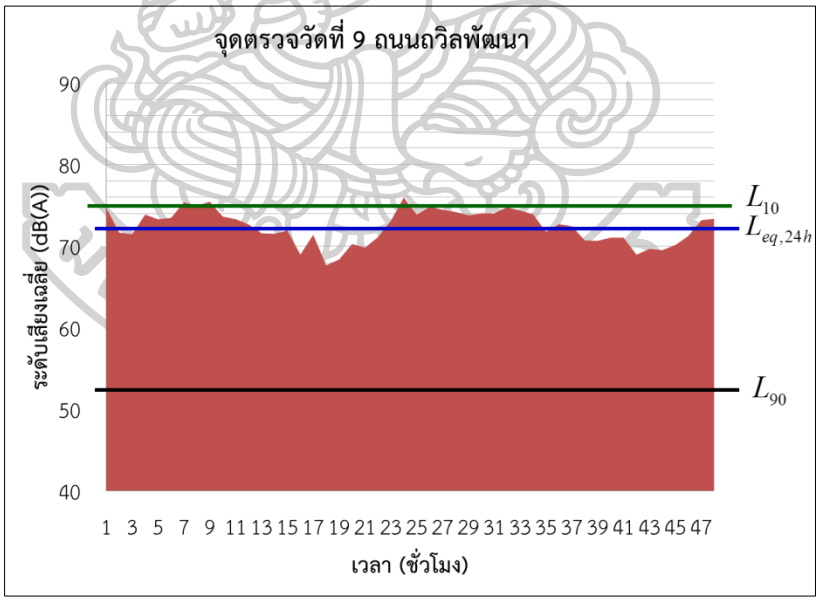
ภาพที่ 4.8 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 6 (ถนนช้ายพระ)



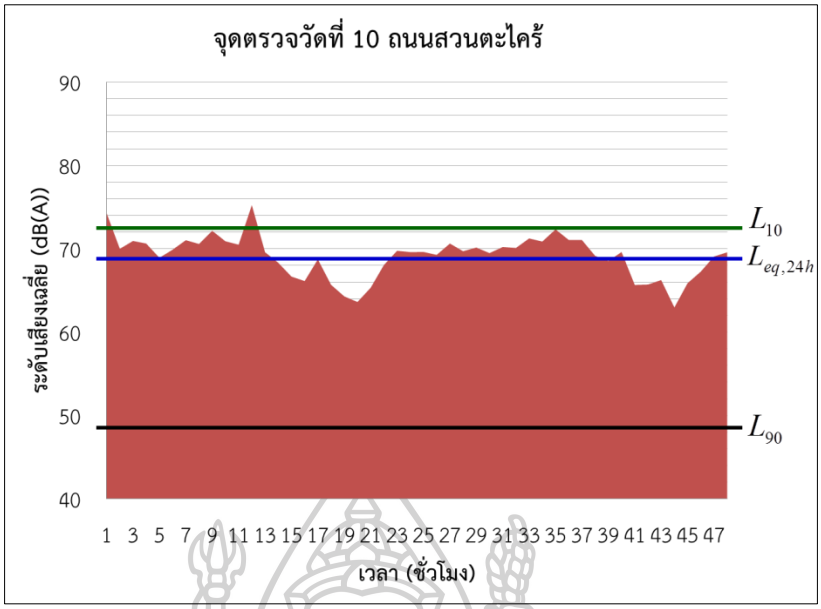
ภาพที่ 4.9 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่ 10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 7 (ถนนราชมรรคคา)



ภาพที่ 4.10 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 8 (ถนนเพชรเกษม)



ภาพที่ 4.11 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 9 (ถนนถวิลพัฒนา)



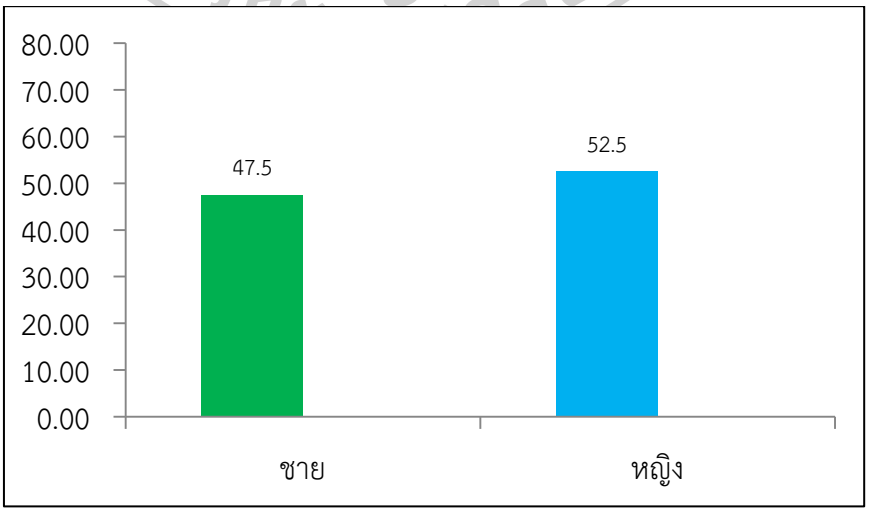
ภาพที่ 4.12 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) ระดับเสียงเปอร์เซนไทล์ที่10 (L_{10}) และ 90 (L_{90}) ของจุดตรวจวัดที่ 10 (ถนนสวนตะไคร้)

4.1.3 ผลการตอบแบบสอบถาม

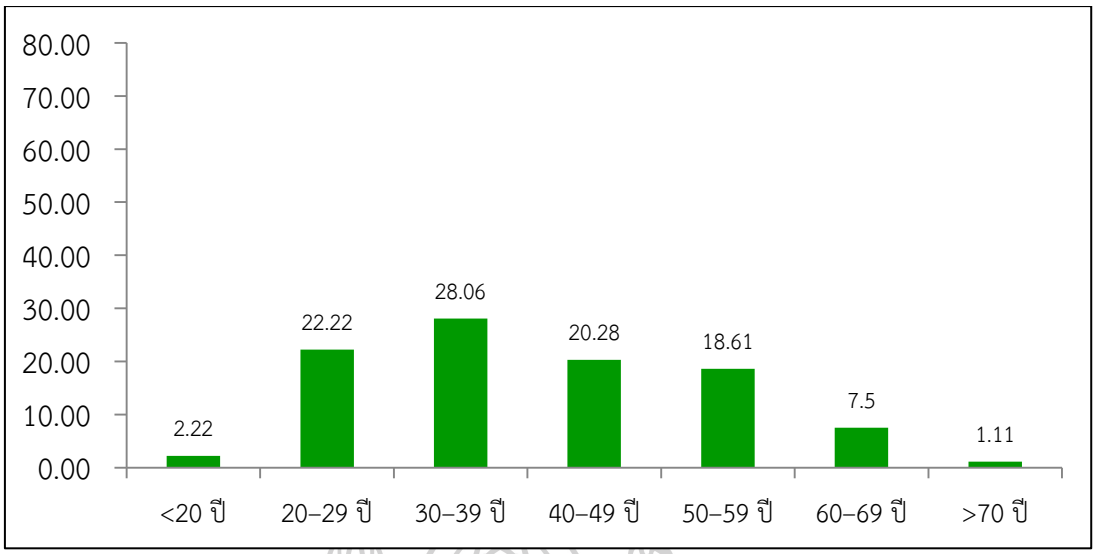
4.1.3.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1) ลักษณะประชากร

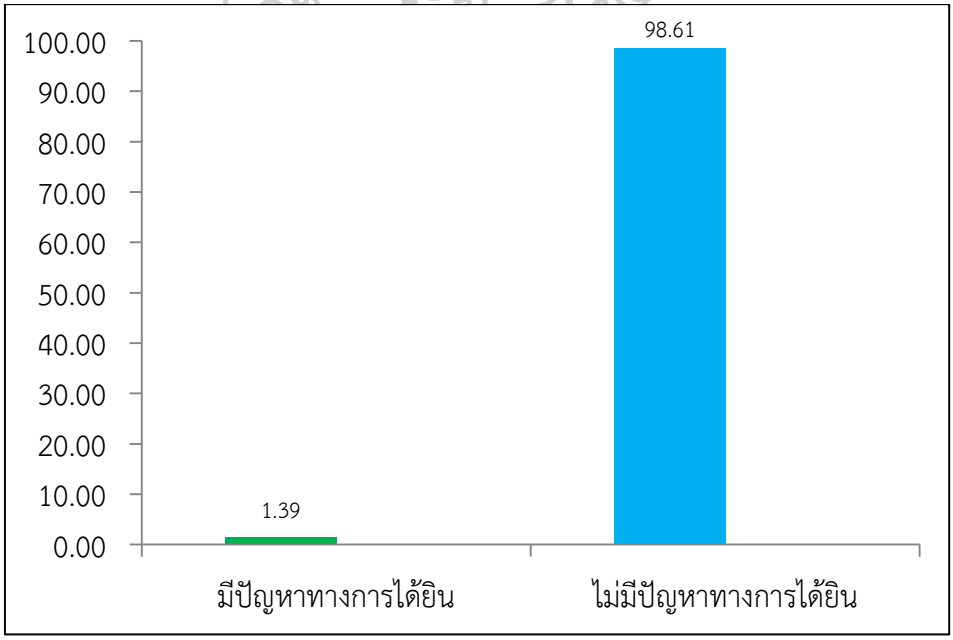
จากการสอบถามผู้พักอาศัยในเขตเทศบาลนครนครปฐม จำนวน 400 คน พบว่า เป็นเพศชาย ร้อยละ 47.50 และเป็นเพศหญิง ร้อยละ 52.50 (ภาพที่ 4.13) มีอายุระหว่าง 30–39 ปี มากที่สุด ร้อยละ 28.06 (ภาพที่ 4.14) ไม่มีปัญหาทางการได้ยิน ร้อยละ 98.61 (ภาพที่ 4.15) ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 27.50 (ภาพที่ 4.16)



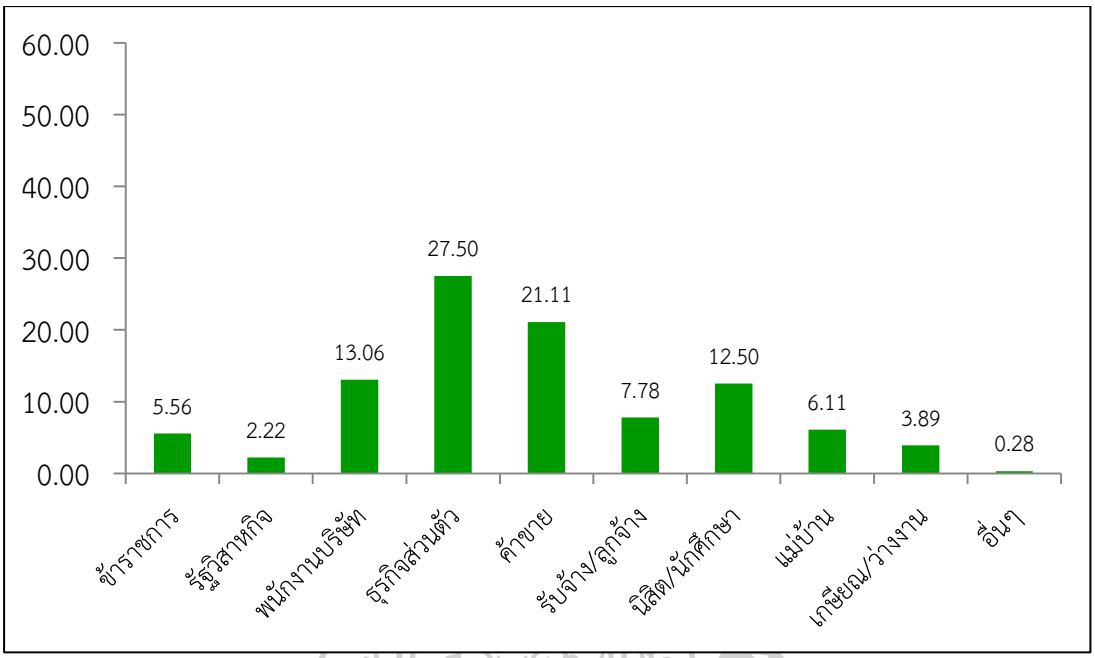
ภาพที่ 4.13 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด



ภาพที่ 4.14 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด



ภาพที่ 4.15 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปัญหาทางการได้ยิน จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด

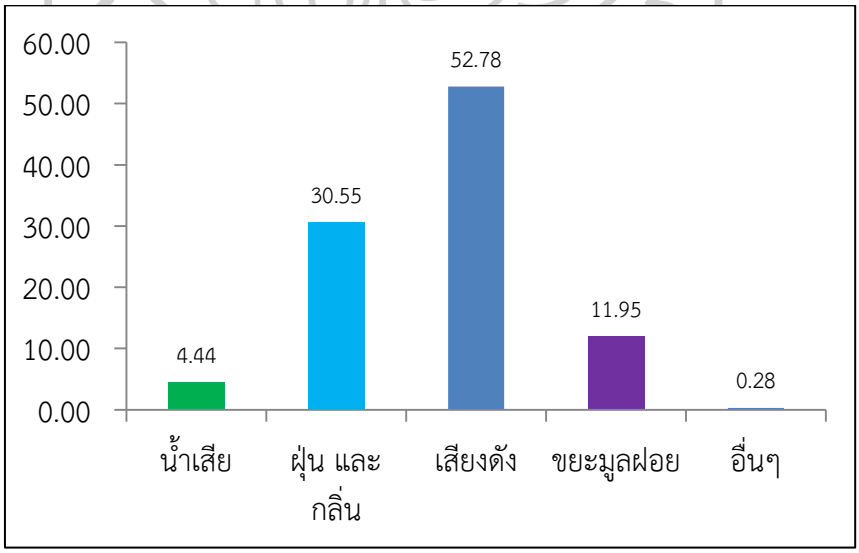


ภาพที่ 4.16 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด

4.1.3.2 ส่วนที่ 2 ปัญหาสิ่งแวดล้อมทั่วไป

1) ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวน

จากการสอบถามผู้พักอาศัยในเขตเทศบาลนครนครปฐม เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวน พบว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านเสียงดังทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนมากที่สุด ร้อยละ 52.78 และรองลงมาคือปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านฝุ่นและกลิ่น ร้อยละ 30.55 ดังภาพที่ 4.17

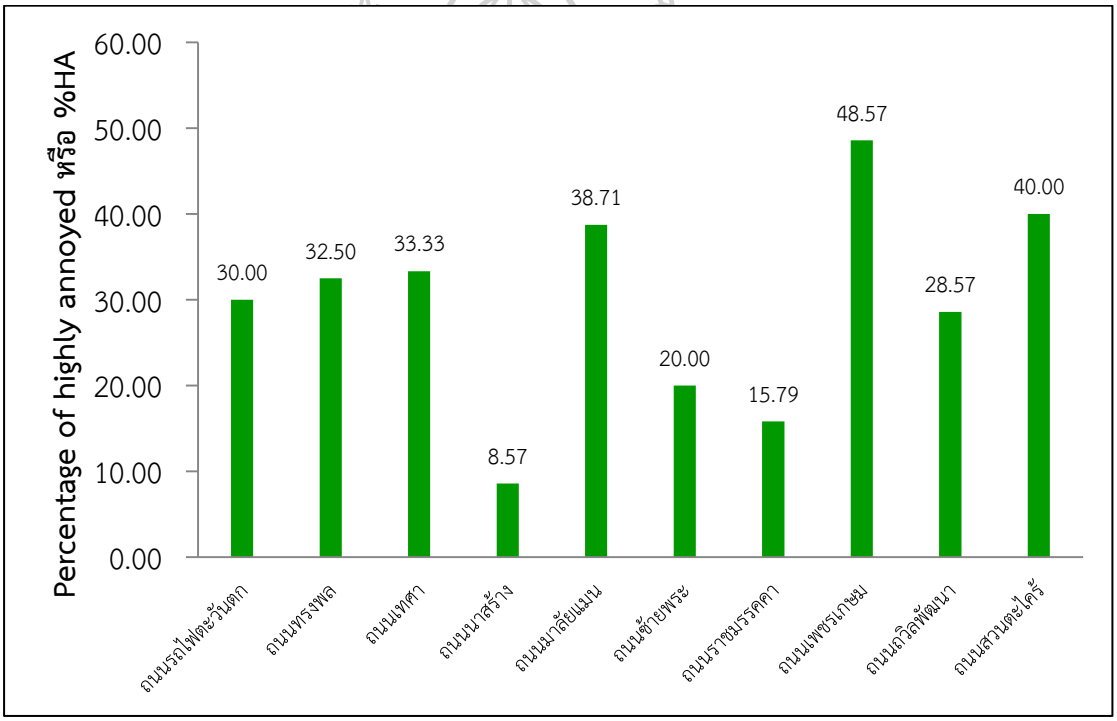


ภาพที่ 4.17 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้สึกรำคาญหรือรบกวนจากปัญหาสิ่งแวดล้อมจากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด

4.1.3.3 ส่วนที่ 3 การรบกวนจากเสียงการจราจรบนท้องถนน

1) ความรำคาญหรือรบกวน เสียงจากการจราจรบนท้องถนน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา

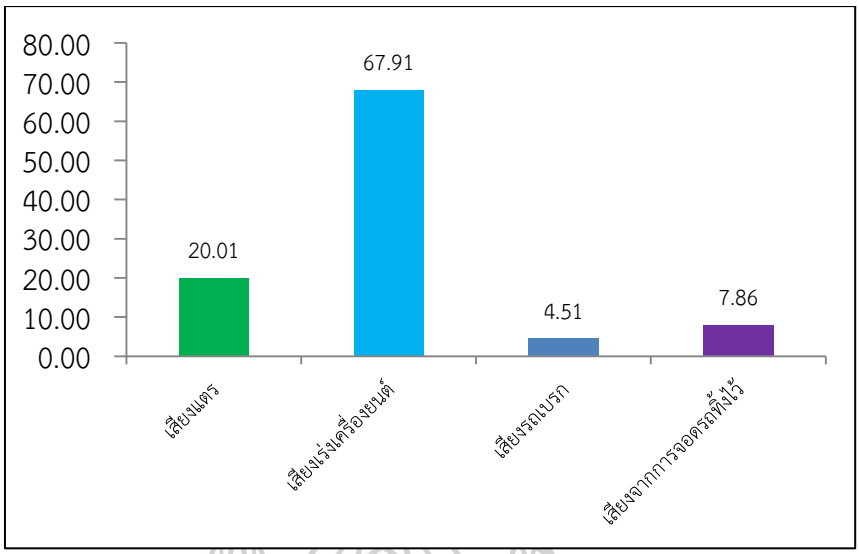
จากการสอบถามผู้พักอาศัยในเขตเทศบาลนครนครปฐม เรื่องความรำคาญหรือรบกวน เสียงจากการจราจรบนท้องถนน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา พบว่า จุดตรวจวัดที่ 8 (ถนนเพชรเกษม) ผู้ตอบแบบสอบถามมีร้อยละความรำคาญมาก (% Highly annoyed) จำแนกตาม Lee et al. (2008) มากที่สุด ร้อยละ 48.57 รองลงมาคือ จุดตรวจวัดที่ 10 (ถนนสวนตะไคร้) จุดตรวจวัดที่ 5 (ถนนมาลัยแมน) และจุดตรวจวัดที่ 3 (ถนนเทศา) ร้อยละ 40.00 38.71 และ 33.33 ตามลำดับ และจุดตรวจวัดที่ 4 (ถนนนาสร้าง) ผู้ตอบแบบสอบถามมีร้อยละความรำคาญมาก (% Highly annoyed) น้อยที่สุด ร้อยละ 8.57 ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรำคาญมาก (% Highly annoyed) จากการจราจรบนท้องถนน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด

2) แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่รบกวน

จากการสอบถามผู้พักอาศัยในเขตเทศบาลนครนครปฐม เรื่องแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่รบกวน พบว่า แหล่งกำเนิดเสียงเมื่อมีเสียงเร่งเครื่องยนต์ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 67.91 ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรำคาญหรือรบกวนต่อแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนที่รบกวน จากจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด

4.2.1 อัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio)

การนับจำนวนรถในเวลาเดียวกันกับการตรวจวัดเสียง โดยแบ่งรถออกเป็น 6 ประเภท คำนวณความหนาแน่นของการจราจรซึ่งก็จะทำให้ประเมินได้ว่าเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้นมีสภาพแวดล้อมทางเสียงที่เป็นอันตรายหรือไม่

ปรับเปลี่ยนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ได้จากการตรวจนับให้เป็นหน่วยเดียวกันกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit: PCU) โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของยานแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor : PCE) (เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534) หาอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) จากสมการ 4.1 แต่ละจุดตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 4.1–4.11 ส่วนค่า V/C Ratio ของแต่ละจุดตรวจวัด พบว่า ส่วนใหญ่ให้บริการในระดับ A ซึ่งหมายถึงการจราจรเคลื่อนที่ได้ดี โดยไม่มีการติดขัด (ตารางที่ 4.11)

$$\text{V/C Ratio} = \frac{\text{ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)}}{\text{ความจุของถนน}} \qquad (4.1)$$

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 1 ถนนรถไฟตะวันตก

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	527	173.91
2. รถเก๋ง	1.00	304	304.00
3. รถปิกอัพ	1.00	283	283.00
4. รถตู้	1.00	8	8.00
5. รถบรรทุก	1.75	15	26.25
6. รถบัส	2.00	2	4.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			799.16

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 2 ถนนทรงพล

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	414	136.62
2. รถเก๋ง	1.00	459	459.00
3. รถปิกอัพ	1.00	357	357.00
4. รถตู้	1.00	40	40.00
5. รถบรรทุก	1.75	7	12.25
6. รถบัส	2.00	7	14.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			1,018.87

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 3 ถนนเทศา

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	364	120.12
2. รถเก๋ง	1.00	377	377.00
3. รถปิกอัพ	1.00	354	354.00
4. รถตู้	1.00	27	27.00
5. รถบรรทุก	1.75	11	19.25
6. รถบัส	2.00	14	28.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			925.37

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 4 ถนนนาสร้าง

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	139	45.87
2. รถเก๋ง	1.00	39	39.00
3. รถปิกอัพ	1.00	37	37.00
4. รถตู้	1.00	2	2.00
5. รถบรรทุก	1.75	2	3.50
6. รถบัส	2.00	1	2.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			129.37

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 5 ถนนมาลัยแมน

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	511	168.63
2. รถเก๋ง	1.00	164	164.00
3. รถปิกอัพ	1.00	179	179.00
4. รถตู้	1.00	3	3.00
5. รถบรรทุก	1.75	2	3.50
6. รถบัส	2.00	2	4.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			522.13

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 6 ถนนซ้ายพระ

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	212	69.96
2. รถเก๋ง	1.00	499	499.00
3. รถปิกอัพ	1.00	627	627.00
4. รถตู้	1.00	56	56.00
5. รถบรรทุก	1.75	318	556.50
6. รถบัส	2.00	12	24.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			1,832.46

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 7 ถนนราชมรรคคา

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	288	95.04
2. รถเก๋ง	1.00	248	248.00
3. รถปิกอัพ	1.00	144	144.00
4. รถตู้	1.00	17	17.00
5. รถบรรทุก	1.75	5	8.75
6. รถบัส	2.00	1	2.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			514.79

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 8 ถนนเพชรเกษม

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	321	105.93
2. รถเก๋ง	1.00	1363	1363.00
3. รถปิกอัพ	1.00	1301	1301.00
4. รถตู้	1.00	125	125.00
5. รถบรรทุก	1.75	456	798.00
6. รถบัส	2.00	32	64.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			3,756.93

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 9 ถนนถวิลพัฒนา

ประเภทยานพาหนะ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]	จำนวน (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)
1. รถจักรยานยนต์	0.33	203	66.99
2. รถเก๋ง	1.00	205	205.00
3. รถปิกอัพ	1.00	177	177.00
4. รถตู้	1.00	13	13.00
5. รถบรรทุก	1.75	37	64.75
6. รถบัส	2.00	1	2.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			528.74

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง) จากจุดตรวจวัดที่ 10 ถนนสวนตะไคร้

ประเภทยานพาหนะ	**ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE)[1]**	**จำนวน (คัน/ชั่วโมง)**	**ปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)**
1. รถจักรยานยนต์	0.33	270	89.10
2. รถเก๋ง	1.00	134	134.00
3. รถปิกอัพ	1.00	144	144.00
4. รถตู้	1.00	3	3.00
5. รถบรรทุก	1.75	4	7.00
6. รถบัส	2.00	1	2.00
รวมปริมาณการจราจร (PCU/ชั่วโมง)			379.10

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($L_{eq,24h}$) กับค่า V/C Ratio ของแต่ละจุดตรวจวัด

จุดตรวจวัด	$L_{eq,24h}$	PCU/ชั่วโมง	ความจุของถนน[1]	V/C Ratio	ระดับการให้บริการ	แปรผล[2]
1 (ถนนรถไฟตะวันตก)	68.2	799.16	(1x2,000)	0.40	B	เคลื่อนที่ไดสม่ำเสมอในระดับความเร็วสูง แต่ความเร็วเฉลี่ยลดลงเนื่องจากความล่าช้าในช่วงทางแยก
2 (ถนนทรงพล)	65.8	1,018.87	(4x2,000)	0.13	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
3 (ถนนเทศา)	67.9	925.37	(4x2,000)	0.12	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
4 (ถนนนาสร้าง)	61.7	129.37	(1x2,000)	0.06	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
5 (ถนนมาลัยแมน)	69.1	522.13	(6x2,000)	0.06	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
6 (ถนนซ้ายพระ)	72.2	1,832.46	(2x2,000)	0.46	B	เคลื่อนที่ไดสม่ำเสมอในระดับความเร็วสูง แต่ความเร็วเฉลี่ยลดลงเนื่องจากความล่าช้าในช่วงทางแยก
7 (ถนนราชมรรคคา)	67.5	514.79	(1x2,000)	0.26	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
8 (ถนนเพชรเกษม)	81.8	3,756.93	(8x2,000)	0.23	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
9 (ถนนถวิลพัฒนา)	72.8	528.74	(1x2,000)	0.26	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด
10 (ถนนสวนตะไคร้)	69.7	379.10	(1x2,000)	0.19	A	การจราจรเคลื่อนที่ไดดีโดยไมมีการติดขัด

หมายเหตุ [1]ปรับปรุงจาก *วิศวกรรมการทาง = Highway engineering*, โดย เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2534, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ปีลิขสิทธิ์ 2534, โดยเผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี. [2]*คู่มือความสามารถรองรับการจราจรของทางหลวง,* โดย คณะกรรมการวิจัยการขนส่ง, รายงานพิเศษ 209, สภาวิจัยแห่งชาติ, วอชิงตัน ดี.ซี., 1985

จากพื้นที่จุดตรวจวัดเสียงการจราจรจากถนนทั้ง 10 จุด ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พบว่าจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงเฉลี่ยสูงสุด คือ ถนนเพชรเกษม ซึ่งมีค่า 81.8 เดซิเบลเอ V/C Ratio เท่ากับ 0.23 เนื่องจากเป็นเส้นทางหลักของยานพาหนะในการคมนาคมที่มีขนาด 8-10 ช่องจราจร รองลงมาคือ ถนนถวิลพัฒนา มีค่า 72.8 เดซิเบลเอ V/C Ratio เท่ากับ 0.26 ถนนมีความกว้างขนาด 4 ช่องจราจร เป็นพื้นที่ที่อยู่ในย่านชุมชนพื้นที่พานิชกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่น และถนนซ้ายพระ มีค่า 72.3 เดซิเบลเอ V/C Ratio เท่ากับ 0.46 เนื่องจากถนนสายนี้เป็นถนนที่ประชาชนใช้สัญจรในตลาดบน-ล่าง เป็นพื้นที่ค้าขาย ชุมชนพานิชกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่น ถนนมีความกว้างขนาด 4 ช่องจราจร ซึ่ง จะเห็นได้ว่าการให้บริการของค่า V/C Ratio อยู่ในระดับ A และ B หมายความว่า การจราจรเคลื่อนที่ได้ดี ไม่มีการติดขัด โดยเคลื่อนที่ได้สม่ำเสมอในระดับความเร็วสูง ซึ่งเสียงจากการจราจรในลักษณะนี้เกิดจากล้อรถสัมผัสกับพื้นถนนเป็นหลัก ระดับเสียงจากการจราจรเป็นผลรวมเสียงรถที่วิ่งผ่านจุดรับเสียง การเพิ่มปริมาณรถจะทำให้ระดับเสียงเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันถนนที่มีความกว้างมากทำให้ปริมาณการจราจรมาก จำนวนแหล่งกำเนิดเสียงจึงมีมาก ดังนั้นทำให้ระดับเสียงมีค่าสูงขึ้นด้วย (ประกอบ วิวิธจินดา, 2540)

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะกับระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

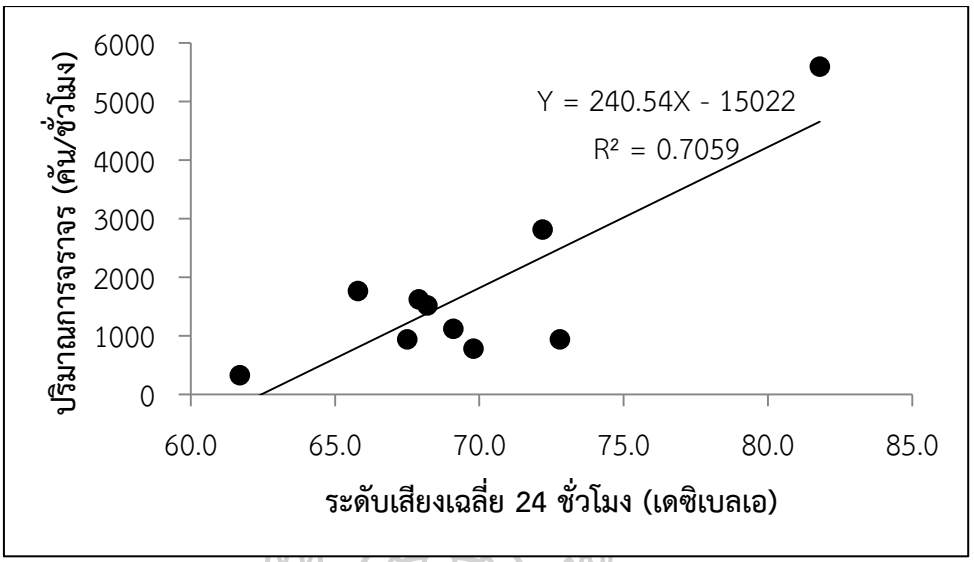
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear correlation) ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) เท่ากับ 0.840 (ตารางที่ 4.12) (สมการเส้นตรง Y = 240.54X – 15022 ค่า R^2 = 0.7059) (ภาพที่ 4.20)

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะทั้งหมดกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด

ความสัมพันธ์	ระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด
ปริมาณการจราจรบนท้องถนน	0.840[a]
	0.002[b**]

[a.] Correlation Coefficient (R)

[b.] ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)



ภาพที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับปริมาณยานพาหนะต่อชั่วโมงบริเวณเส้นทางการจราจรทั้ง 10 จุดตรวจวัด

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของยานพาหนะกับระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ดังตารางที่ 4.13) พบว่ายานพาหนะทุกประเภทมีความสัมพันธ์กับระดับเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของยานพาหนะกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด

ประเภทของยานพาหนะ	ความสัมพันธ์ของระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัด
รถจักรยานยนต์	0.978 [a] 0.004**
รถเก๋ง	0.815 0.004**
รถปิกอัพ	0.839 0.002**
รถตู้	0.784 0.007**
รถบรรทุก	0.821 0.004**
รถบัส	0.738 0.015*

[a.] Correlation Coefficient

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรำคาญกับกลุ่มที่ไม่รำคาญเสียงจราจร จำแนกตามปัจจัยต่าง ๆ

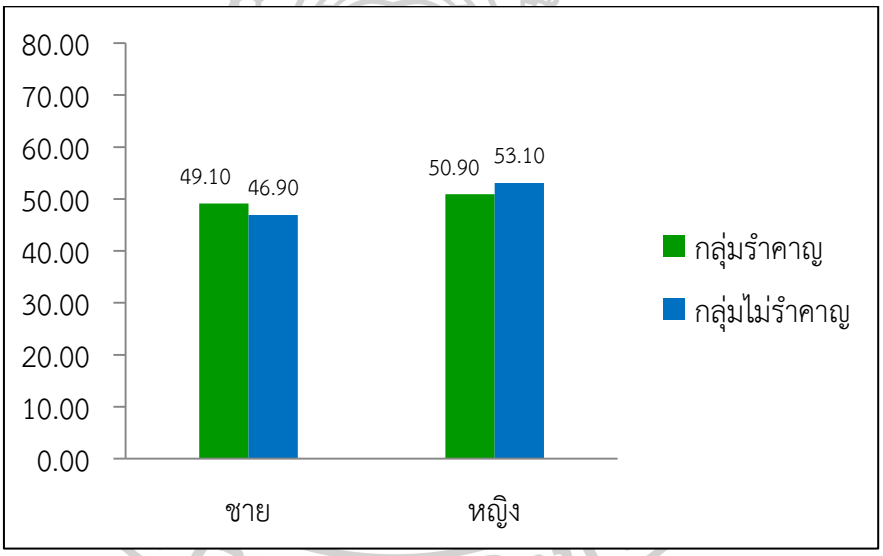
ผู้พักอาศัยตอบแบบสอบถามประเมินความรำคาญเป็น 11 ระดับเชิงตัวเลข (0 ถึง 10) จากนั้นจัดกลุ่มใหม่โดยให้ระดับเลข 0–6 เป็น 0 คือ ไม่รำคาญ และ 7–10 เป็น 1 คือ รำคาญ (Lee et al., 2008) ได้ผลดังต่อไปนี้

4.3.1 ปัจจัยด้านประชากร

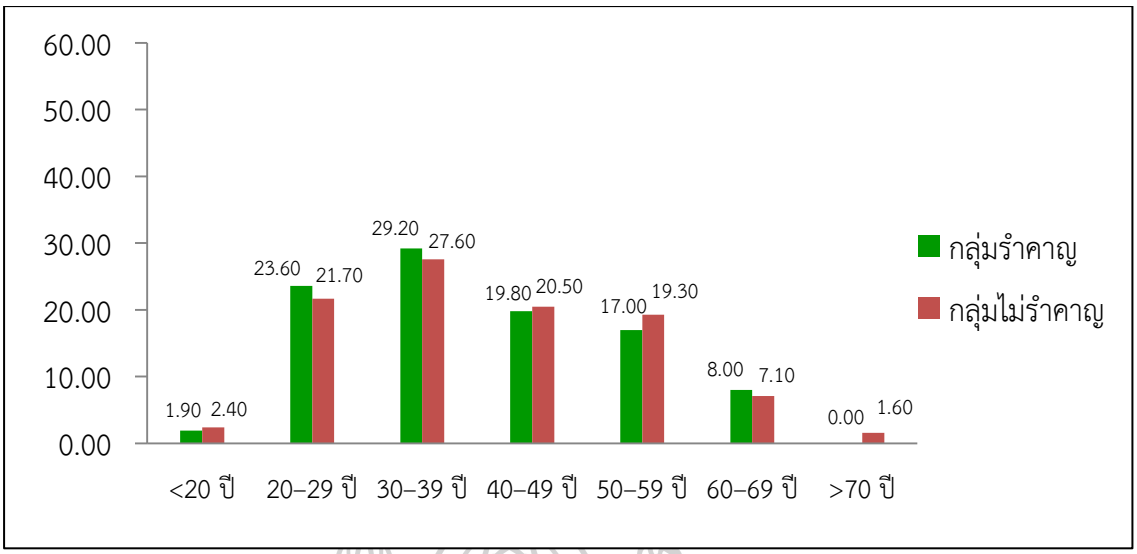
จากภาพที่ 4.21 ประชากรกลุ่มตัวอย่างของทั้งกลุ่มที่รำคาญต่อเสียงจราจรเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายเช่นเดียวกับกลุ่มไม่รำคาญ

จากภาพที่ 4.22 ด้านอายุ พบว่ากลุ่มรำคาญมีอายุในช่วง 30-39 ปี รองลงมาคือช่วงอายุ 20-29 ปี เช่นเดียวกับกลุ่มที่ไม่รำคาญ

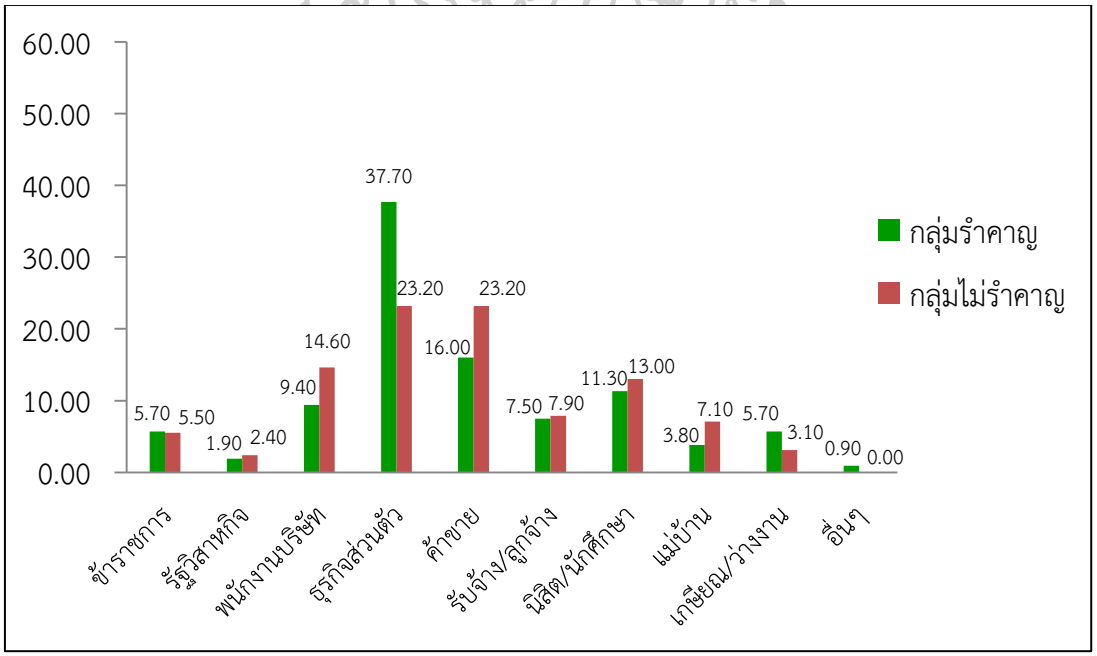
จากภาพที่ 4.23 ด้านอาชีพ พบว่าส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มมีอาชีพธุรกิจส่วนตัว และไม่มีความแตกต่างของด้านอาชีพทั้งสองกลุ่ม



ภาพที่ 4.21 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามเพศ



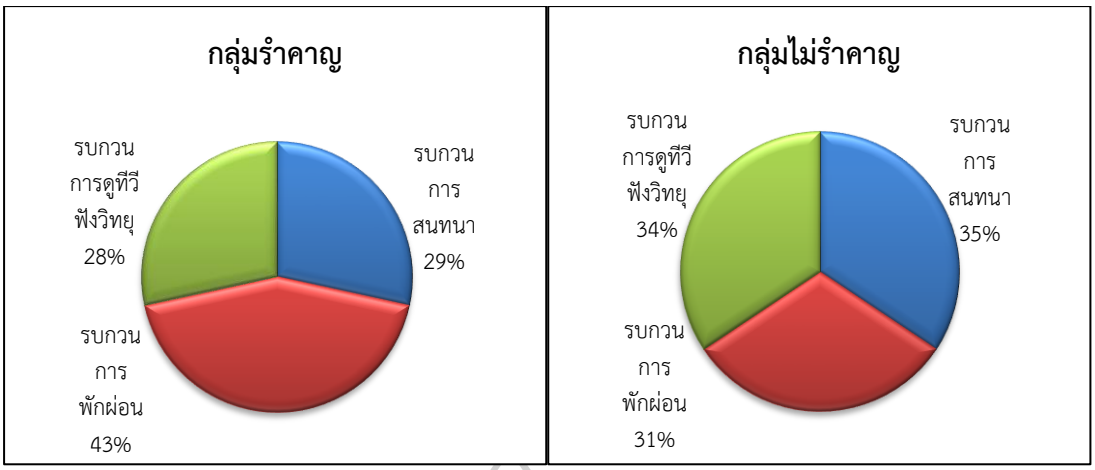
ภาพที่ 4.22 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามอายุ



ภาพที่ 4.23 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามอาชีพ

4.3.2 เสียงจากการจราจรบนท้องถนนรบกวนชีวิตประจำวัน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา

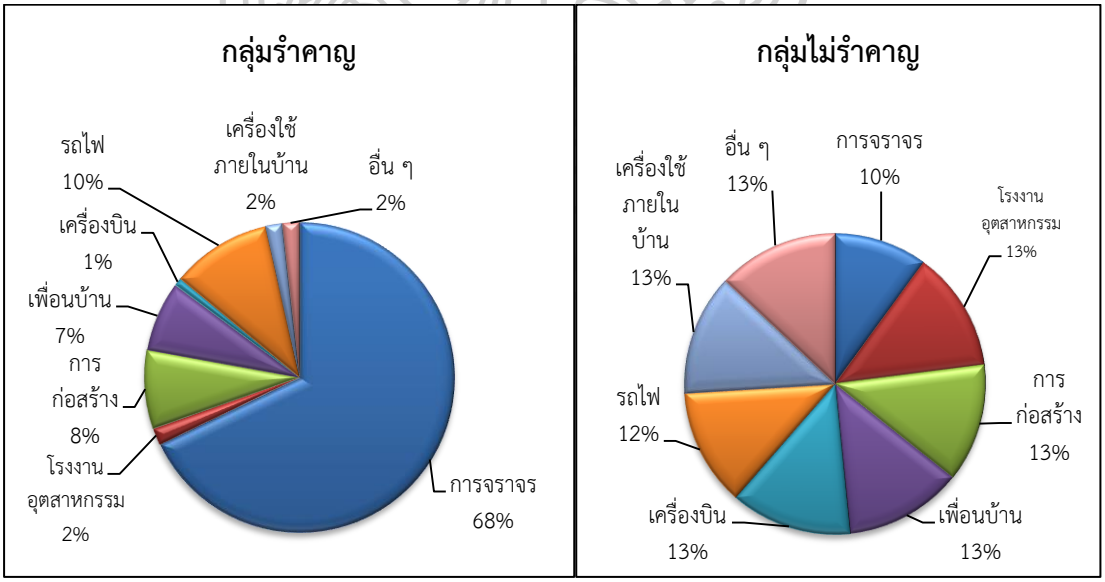
จากภาพที่ 4.24 จะเห็นได้ว่าเสียงจากการจราจรบนท้องถนนรบกวนชีวิตประจำวัน ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา ทำให้ประชากรตัวอย่างรู้สึกรำคาญเสียงจราจรต่อการรบกวนการพักผ่อนมากที่สุด ร้อยละ 43.00 รองลงมาคือ รบกวนการสนทนาและการดูทีวี ฟังวิทยุ ร้อยละ 29.00 และ 28.00 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.24 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญกับการรบกวนการสนทนา การพักผ่อน และการรบกวนการดูทีวี ฟังวิทยุ

4.3.3 การรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ รบกวนชีวิตประจำวันในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา ทำให้ประชากรตัวอย่างรู้สึกรำคาญเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนท้องถนนมากที่สุด ร้อยละ 68.00 รองลงมาคือ แหล่งกำเนิดเสียงจากรถไฟ ร้อยละ 10.00



ภาพที่ 4.25 ร้อยละของกลุ่มรำคาญเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่รำคาญจำแนกตามปัจจัยด้านการรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงจากแหล่งต่าง ๆ

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับความรำคาญกับข้อมูลประชากร

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับเพศชาย

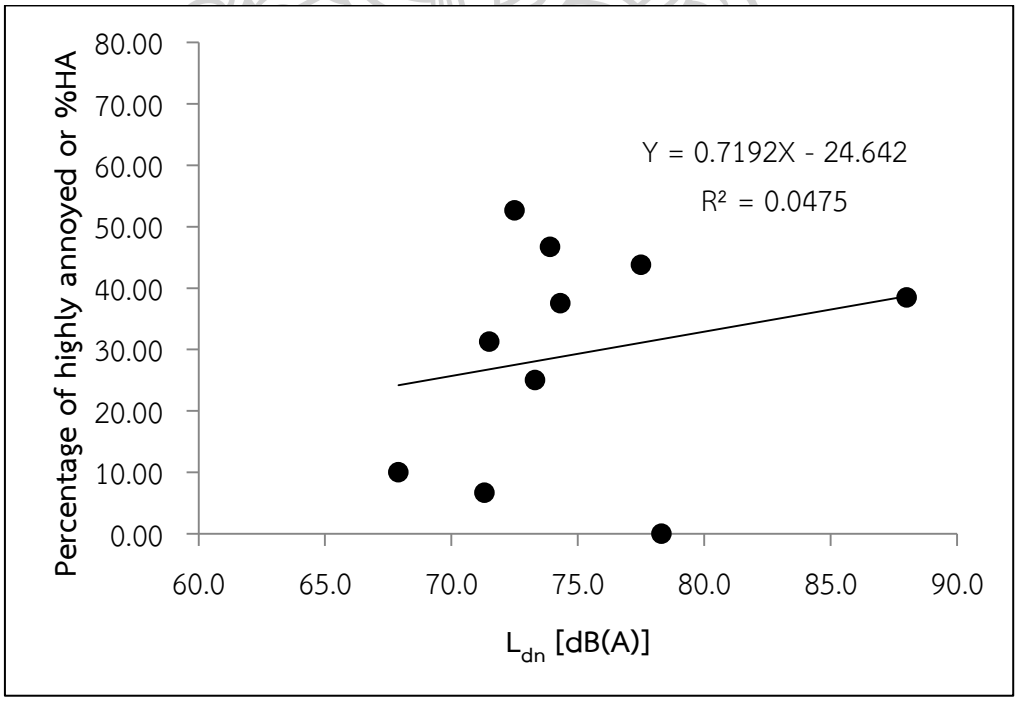
ความสัมพันธ์ระหว่างความรำคาญและเพศได้ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.58 ซึ่งจะแยกประเภทของเพศเป็นเพศชายและเพศหญิง โดยความรำคาญได้จากข้อมูลการตอบแบบสอบถามซึ่งมีระดับเลขตั้งแต่ 0–10 จากนั้นจัดกลุ่มใหม่โดยให้ระดับเลข 0–6 เป็น 0 คือ ไม่รำคาญ และ 7–10 เป็น 1 คือ รำคาญ และนำจำนวนความรำคาญของผู้ตอบแบบสอบถามที่แยกเพศมาหา %Highly Annoyed (%HA) ของเพศชาย แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญและเพศชายโดยใช้สถิติ Logistic Regression ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญของเพศชาย

พารามิเตอร์	B	S.E.	Sig.	Exp(B)	95.0% Cl for EXP(B)	
					Lower	Upper
β_0	-3.585	2.038	0.079	0.028		
β_1	0.036	0.027	0.173	1.037	0.984	1.093

หมายเหตุ : β_0 คือ ค่า constant

β_1 คือ ค่าความชัน



ภาพที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

จากตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แปลผลได้ว่า เมื่อค่า Exp(B) เท่ากับ 1.037 ซึ่ง > 1 ความเสี่ยงที่จะมีความรำคาญเพิ่มขึ้นเมื่อมีระดับเสียงนั้นเพิ่มขึ้น 1.037 เท่า (ในช่วงความเชื่อมั่น 95% CI = 0.984–1.093) และจากภาพที่ 4.26 จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) สูงขึ้น ความรำคาญ (%Highly Annoyed) ของเพศชายก็มีแนวโน้มมากขึ้นไปด้วย

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับเพศหญิง

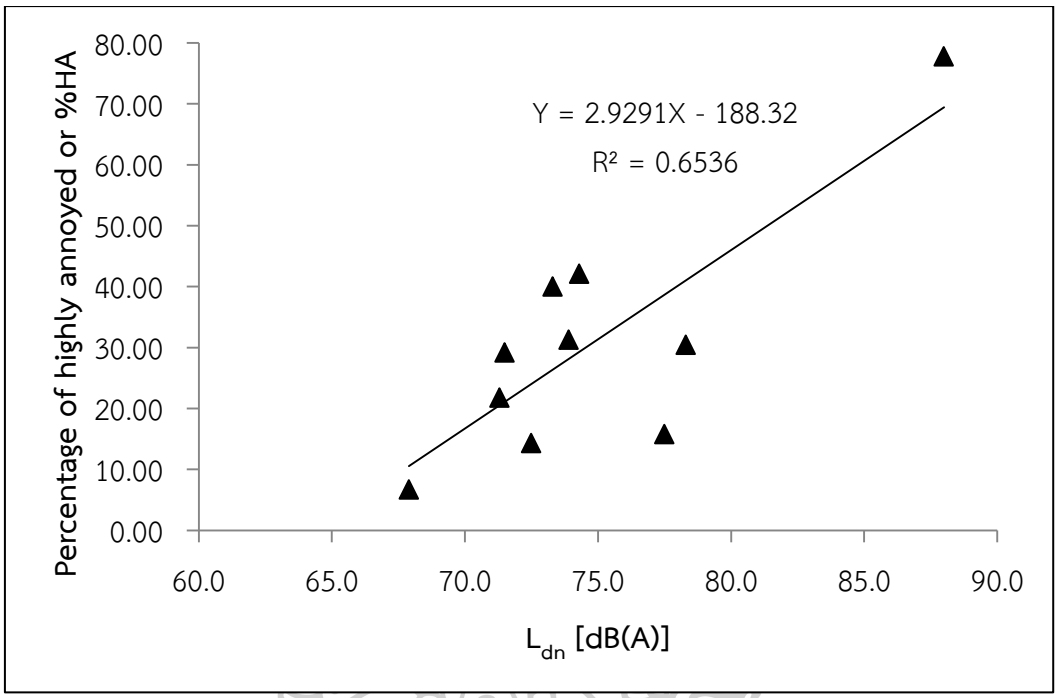
ความสัมพันธ์ระหว่างความรำคาญและเพศได้ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.58 ซึ่งจะแยกประเภทของเพศเป็นเพศชายและเพศหญิง โดยความรำคาญได้จากข้อมูลการตอบแบบสอบถามซึ่งมีระดับเลขตั้งแต่ 0–10 จากนั้นจัดกลุ่มใหม่โดยให้ระดับเลข 0–6 เป็น 0 คือ ไม่รำคาญ และ 7–10 เป็น 1 คือ รำคาญ และนำจำนวนความรำคาญของผู้ตอบแบบสอบถามที่แยกเพศมาหา %Highly Annoyed (%HA) ของเพศหญิง แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญและเพศหญิงโดยใช้สถิติ Logistic Regression ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับความรำคาญของเพศหญิง

พารามิเตอร์	B	S.E.	Sig.	Exp(B)	95.0% Cl for EXP(B)	
					Lower	Upper
β_0	-9.526	2.887	0.001	0.000		
β_1	0.116	0.039	0.003	1.122	1.041	1.211

หมายเหตุ : β_0 คือ ค่า constant

β_1 คือ ค่าความชัน



ภาพที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

จากตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกว่า "รำคาญมาก" (%HA) ของผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิงกับระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พบว่า ระดับเสียงมีผลต่อความรำคาญของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งแปลผลได้ว่า เมื่อค่า Exp(B) เท่ากับ 1.122 ซึ่ง > 1 ความเสี่ยงที่จะมีความรำคาญเพิ่มขึ้นเมื่อมีระดับเสียงนั้นเพิ่มขึ้น 1.122 เท่า (ในช่วงความเชื่อมั่น 95% CI = 1.041–1.211) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากภาพที่ 4.27 จะเห็นได้ว่า เมื่อระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) สูงขึ้น ความรำคาญ (%Highly Annoyed) ของเพศหญิงก็ยิ่งมากขึ้นไปด้วย เมื่อนำความสัมพันธ์ที่ได้ไปสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ได้ Y = 2.9291X – 188.32 ค่า R^2 = 0.6536 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) เท่ากับ 0.808

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับแบบจำลอง CRTN (Calculation of Road Traffic Noise model)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงรบกวนจากการจราจรตามสมการที่ 2.5 เทียบกับค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัด โดยที่ q คือ ปริมาณการจราจรรายชั่วโมงของแต่ละจุดตรวจวัดทั้งวันทำงานและวันหยุด

ในการคำนวณหาค่าของ Δ_f ตามสมการที่ 2.6 ประกอบด้วยตัวแปร V และ P ซึ่งค่าตัวแปร V ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลของการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ดำเนินการในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครปฐม กล่าวคือ ใช้ความเร็วของรถจักรยานยนต์จากการศึกษาของกิตติพงศ์ น้อยโสภา (2556) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17.26 และ 21.13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในวันทำงาน และวันหยุด (วันเสาร์-อาทิตย์) ตามลำดับ และใช้ความเร็วของรถยนต์ชนิดอื่น ๆ จากการศึกษาของณัฐพัชร์ สิริพชรชัยกุล (2556) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.82 และ 28.10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในวันทำงาน และวันหยุด (วันเสาร์-อาทิตย์) ตามลำดับ ส่วนค่าตัวแปร P คือเปอร์เซ็นต์ยานพาหนะหนัก ในงานวิจัยนี้กำหนดยานพาหนะหนักคือรถบรรทุก และรถบัส (Sheng et al., 2015) คำนวณได้จากสมการที่ 2.7

การคำนวณหาค่าของ Δ_g เท่ากับ 0 จากการศึกษาของ Sheng et al. (2015)

การคำนวณหาค่าของ Δ_d ตามสมการที่ 2.9 คำนวณได้จากระยะจากกลางถนนถึงไมโครโฟน (Shortest slant distance; d') ประกอบด้วยระยะจากขอบถนนถึงจุดตรวจวัด (d) และผลต่างระหว่างความสูงของไมโครโฟนกับแหล่งกำเนิดเสียง (h) ในงานวิจัยนี้กำหนดผลต่างระหว่างความสูงของไมโครโฟนกับแหล่งกำเนิดเสียง เท่ากับ 1.808 เมตร เมื่อความสูงของไมโครโฟนเท่ากับ 2.5 เมตร และความสูงของแหล่งกำเนิดเสียงโดยเฉลี่ย เท่ากับ 0.692 เมตร

การคำนวณหาค่าของ Δ_p จากเปอร์เซ็นต์ยานพาหนะหนัก (P) ตามสมการที่ 2.11 โดยค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณจากแบบจำลอง CRTN ตามสมการที่ 2.5 ของจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด ครอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุด แสดงดังตารางที่ 4.16

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4.16 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณจากแบบจำลอง CRTN ($L_{Basic,24h}$) ตามสมการที่ 2.5 ของจุดตรวจวัดทั้ง 10 จุด ครอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุด

จุดตรวจวัด	ช่วงวัน	q (คัน/h)	Δ_f (km/h)	Δ_g (%)	Δ_d (m)	Δ_p (%)
1	วันทำงาน	980.375	-3.754	0.000	-3.077	3.954
	วันหยุด	1,292.042	-3.769	0.000	-3.077	3.954
2	วันทำงาน	1,511.375	-4.380	0.000	-2.670	3.962
	วันหยุด	1,020.167	-4.240	0.000	-2.670	3.972
3	วันทำงาน	1,627.292	-4.476	0.000	-0.194	3.981
	วันหยุด	663.00	-3.369	0.000	-0.194	3.932
4	วันทำงาน	220.958	-4.471	0.000	-2.900	3.980
	วันหยุด	212.583	-4.329	0.000	-2.900	3.975
5	วันทำงาน	784.292	-4.788	0.000	-0.998	3.991
	วันหยุด	931.792	-4.890	0.000	-0.998	3.994
6	วันทำงาน	1,796.542	2.568	0.000	-5.247	3.379
	วันหยุด	1,646.167	2.537	0.000	-5.247	3.368
7	วันทำงาน	659.625	-4.198	0.000	-0.305	3.971
	วันหยุด	740.500	-4.558	0.000	-0.305	3.983
8	วันทำงาน	3,575.958	0.936	0.000	-1.138	3.628
	วันหยุด	3,614.333	0.603	0.000	-1.138	3.640
9	วันทำงาน	365.042	-2.729	0.000	-2.593	3.855
	วันหยุด	903.208	-0.775	0.000	-2.593	3.788
10	วันทำงาน	500.500	-4.249	0.000	0.918	3.970
	วันหยุด	603.000	-4.702	0.000	0.918	3.988

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรของทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรของวันทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN พบว่า ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงรบกวนจากการจราจรทั้งวันทำงานและวันหยุด มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) เท่ากับ 0.796 (ตารางที่ 4.18) (สมการเส้นตรง Y = 0.7331X + 19.965 ค่า R^2 = 0.6332) (ภาพที่ 4.28) และความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่ทำนายระดับเสียงกับค่าที่ตรวจวัดได้เท่ากับ +1.38 dB(A) (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบระหว่างระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq,24h}$) จากการจราจรของทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง CRTN ($L_{Basic,24h}$)

จุดตรวจวัด	$L_{eq,24h}$ [dB(A)]	$L_{Basic,24h}$ [dB(A)]	$L_{Basic,24h} - L_{eq,24h}$ [dB(A)]
1 (วันทำงาน)	66.7	69.3	2.6
2 (วันทำงาน)	65.5	70.7	5.2
3 (วันทำงาน)	68.0	73.7	5.7
4 (วันทำงาน)	61.8	62.7	0.9
5 (วันทำงาน)	71.6	69.3	-2.3
6 (วันทำงาน)	69.1	75.4	6.3
7 (วันทำงาน)	68.6	70.0	1.4
8 (วันทำงาน)	81.1	81.5	0.4
9 (วันทำงาน)	72.8	66.4	-6.4
10 (วันทำงาน)	70.1	69.8	-0.3
1 (วันหยุด)	69.7	70.3	0.6
2 (วันหยุด)	66.1	69.3	3.2
3 (วันหยุด)	67.8	70.7	2.9
4 (วันหยุด)	61.3	62.5	1.2
5 (วันหยุด)	72.8	70.0	-2.8
6 (วันหยุด)	69.0	75.0	6.0
7 (วันหยุด)	66.2	70.0	3.8
8 (วันหยุด)	82.4	81.4	-1.0
9 (วันหยุด)	72.8	72.2	-0.6
10 (วันหยุด)	69.5	70.3	0.8
ความแตกต่างเฉลี่ยระหว่าง $L_{Basic,24h}$ และ $L_{eq,24h}$			+1.38

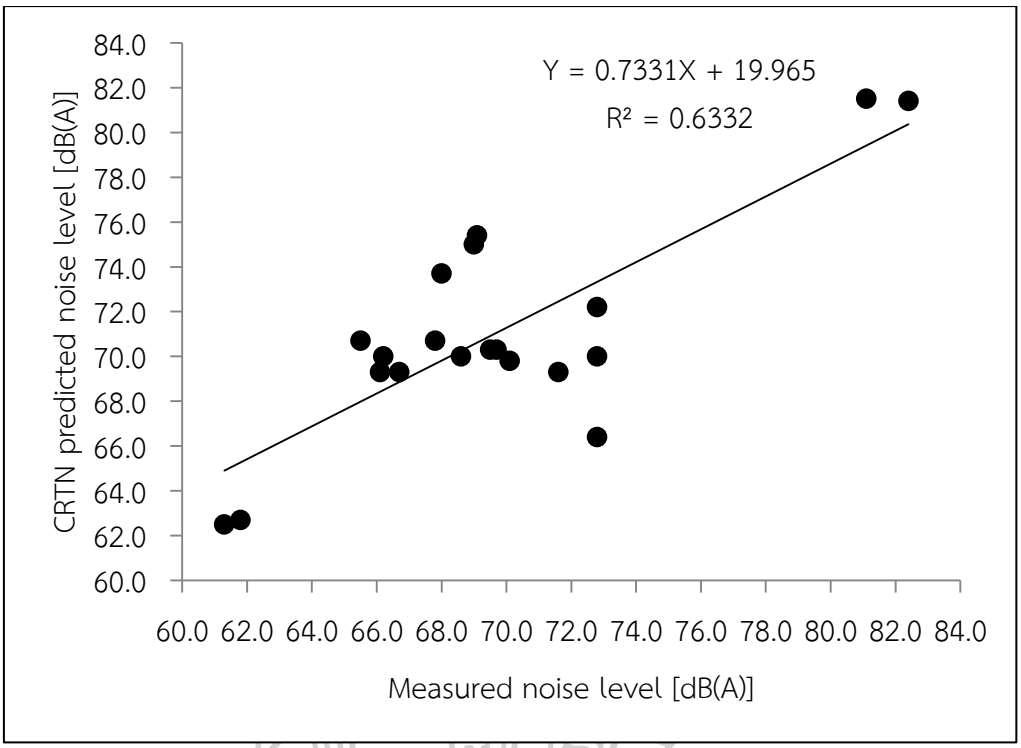
ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN

ความสัมพันธ์	**Measured noise level [dB(A)]**
Calculation of Road Traffic Noise (CRTN) model	0.796[a]
	0.000**

[a.] Correlation Coefficient (R)

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



ภาพที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรทั้งวันทำงานและวันหยุดที่ได้จากการตรวจวัดทั้ง 10 จุดตรวจวัดกับแบบจำลอง CRTN

4.6 อภิปรายผลการศึกษา

จากพื้นที่จุดตรวจวัดเสียงการจราจรจากถนนทั้ง 10 จุด ในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พบว่าจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq,24h}$) สูงสุด คือ ถนนเพชรเกษม ซึ่งมีค่า 81.8 เดซิเบลเอ เนื่องจากเป็นเส้นทางหลักของยานพาหนะในการคมนาคมที่มีขนาด 8-10 ช่องจราจร ซึ่งถนนที่มีความกว้างมากทำให้ปริมาณการจราจรมาก จำนวนแหล่งกำเนิดเสียงจึงมีมาก ดังนั้นทำให้ระดับเสียงมีค่าสูงขึ้นด้วย (ประกอบ วิวิธจินดา, 2540) รองลงมาคือ ถนนถวิลพัฒนา มีค่า 72.8 เดซิเบลเอ ถนนมีความกว้างขนาด 4 ช่องจราจร เป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้อุทยานการอาชีพชัยพัฒนาอยู่ในย่านชุมชนพื้นที่พานิชกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่น และถนนซ้ายพระ มีค่า 72.3 เดซิเบลเอ เนื่องจากถนนสายนี้เป็นถนนที่ประชาชนใช้สัญจรในตลาดบน-ล่าง เป็นพื้นที่ค้าขาย ชุมชนพานิชกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่น ถนนมีความกว้างขนาด 4 ช่องจราจรใช้เดินรถทางเดียว สำหรับถนนที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบเดินทางเดียว (One way) และจะให้ระดับเสียงสูงสุดมากกว่าสำหรับถนนที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบสวนทางกัน (Two way) (ชลธิชา พรมทุ่ง, 2558; ประกอบ วิวิธจินดา, 2540) และจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ถนนนาสร้าง มีค่า 61.7 เดซิเบลเอ เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดอยู่ในชุมชนที่ประกอบไปด้วยที่พักอาศัยและผู้คนไม่พลุกพล่านมากนัก ประกอบกับถนนมีความแคบที่มีขนาด 2 ช่องจราจร จึงทำให้การจราจรของประชากรในพื้นที่ดังกล่าวมีการสัญจรของยานพาหนะค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของประเทศไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) ที่กำหนดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้

ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ พบว่า มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน 3 จุด จากทั้งหมด 10 จุด ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO, 1999) ยังได้กำหนดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 70 เดซิเบลเอ เป็นค่าแนะนำสำหรับเสียงในชุมชนเพื่อป้องกันการสูญเสียการได้ยิน หรืออีกนัยหนึ่งซึ่งจุดตรวจวัดที่มีค่าเกินกว่าค่าดังกล่าวจะมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน

จากการตรวจวัดระดับเสียงกลางวันกลางคืน (L_{dn}) ในเขตเทศบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าแนะนำระดับเสียง US.EPA (องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา) ที่กำหนดไว้ที่ 55 เดซิเบลเอ (US Environmental Protection Agency, 1974) พบว่ามีค่าเกินค่าแนะนำทั้ง 10 จุด อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมในหลาย ๆ จุด ที่ทำการตรวจวัดเสียงส่วนมากเป็นเส้นทางที่มีการจราจรอยู่ตลอดเวลา และอาจมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน เช่น มีการประกอบกิจการร้านคาราโอเกะ และเป็นมีสถานที่ก่อสร้างหรือโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ในบริเวณนั้น ๆ จึงทำให้มีระดับเสียงกลางวันกลางคืนที่เกินค่าแนะนำของ US.EPA

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรบนท้องถนนกับระดับเสียงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าระดับเสียงจากการจราจรเป็นผลจากเสียงของยานพาหนะที่วิ่งผ่านจุดรับเสียง การเพิ่มปริมาณยานพาหนะจึงทำให้ระดับเสียงเพิ่มขึ้นด้วย จำนวนยานพาหนะมีจำนวนมากทำให้มีการจราจรที่แออัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีเสียงรำคาญจากการจราจรเพิ่มขึ้น (Aparicio, Garcia A., Suárez-Varela, & Caraco, 1993; ชลธิชา พรมทุ่ง, 2558; ประกอบ วิวิธจินดา, 2540; สุธีระ ประเสริฐสรรพ์, 2526)

ความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะประเภทต่าง ๆ กับระดับเสียง พบว่า ยานพาหนะแต่ละประเภท (ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถเก๋ง รถปิกอัพ รถตู้ รถบรรทุกและรถบัส) มีความสัมพันธ์กับระดับเสียงในระดับที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Subramani, Kavitha, and Sivaraj (2012) ที่พบว่ารถยนต์ รถบรรทุก และรถบัสประจำทาง เป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนจากการจราจรบนท้องถนนที่ปัญหาในบริเวณโดยรอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีปริมาณการจราจรสูงและความเร็วสูง

ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อระดับเสียงจากการจราจรบนท้องถนนสามารถพิจารณาได้จากเสียงดังของยานพาหนะที่แล่นบนถนน ชนิดและประเภทของรถยนต์ เสียงที่ดังออกมาจากยานพาหนะเนื่องจากเสียงจากเครื่องยนต์และโครงสร้างของเครื่องยนต์ ท่อไอเสีย เสียงจากการเคลื่อนที่ของยานยนต์บนท้องถนน ความกว้างของถนน ความเร็วของยานพาหนะ เสียงแตรของรถยนต์ ตลอดจนสภาพผิวของถนน เช่น ความแตกต่างของพื้นผิวถนนที่สัมผัสกับยางรถยนต์ทำให้เกิดความแตกต่างของเสียงจากการจราจร โดยเฉพาะผิวถนนที่หยาบ ขรุขระ จะทำให้เกิดเสียงดังกว่าผิวถนนที่เรียบ (Bugliarello et al., 1976; Wilson, 1994; ศรายุทธ จิตรานนท์, 2545)

ประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงการจราจรที่ได้จากการศึกษานี้มีความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่ทำนายระดับเสียงกับค่าที่ตรวจวัดได้เท่ากับ +1.38 เดซิเบลเอ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Alimohammadi, Nassiri, Behzad, and Hosseini (2005) Sheng et al. (2015) และ Debnath and Singh (2018) ความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่ทำนายระดับเสียงกับค่าที่ตรวจวัดได้เท่ากับ +1.40 +0.52 และ +0.80 เดซิเบลเอ ตามลำดับ โดยมีช่วงความแตกต่างระหว่างระดับเสียงจากแบบจำลองและระดับเสียงจากการตรวจวัดอยู่ในช่วง -6.40 เดซิเบลเอ ถึง +6.30 เดซิเบลเอ ส่วนการศึกษาของ Alimohammadi et al. (2005) และ Sheng et al. (2015) มี

ช่วงความแตกต่างระหว่างระดับเสียงจากแบบจำลองและระดับเสียงจากการตรวจวัดอยู่ในช่วง -1.20 เดซิเบลเอ ถึง +1.46 เดซิเบลเอ และ -1.47 เดซิเบลเอ ถึง +2.96 เดซิเบลเอ ตามลำดับ

จากปัจจัยด้านประชากรพบว่า จากภาพที่ 4.15 ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาทางการได้ยิน เป็นกลุ่มที่มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 50-69 ปี ไม่มีความรำคาญต่อเสียง ซึ่งสอดคล้องกับผู้ที่เกษียณหรือว่างงาน จากภาพที่ 4.23 พบว่าอาชีพธุรกิจส่วนตัวมีความรำคาญต่อเสียงมากที่สุด ร้อยละ 37.70 โดยเป็นเพศหญิงมากที่สุด ร้อยละ 52.30 และอาชีพค้าขาย พบว่าเป็นเพศหญิงมากที่สุด ร้อยละ 55.42 เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับเพศหญิง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อาจกล่าวได้ว่าเพศหญิงจะมีการได้ยินหรือมีความไวต่อเสียงที่ดีกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศชายส่วนใหญ่ต้องสัมผัสเสียงจากการทำงานที่ดังกว่า เพราะฉะนั้นความรำคาญจากเสียงจึงมักเกิดต่อเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (US.EPA, 1974)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรและความรำคาญที่ได้จากการศึกษานี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ US.EPA (1974, 1997) Schultz (1978) Schultz (1978) Duhs, Renew, and Eddington (1989) กรมควบคุมมลพิษ (2541) Chamnong Thanapop (1999) ศริญญา ชูพูล (2544) Ali (2004) Lee et al. (2008) Phan et al. (2010) และ Di et al. (2012) พบความสัมพันธ์ของการรับสัมผัสเสียงกับการตอบสนอง (Dose-response relationship) กล่าวได้ว่า เมื่อระดับเสียงสูงขึ้น ความรำคาญของประชาชนก็สูงขึ้นไปด้วย แต่จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจากการเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ พบว่า ประเทศไทยมีการรบกวนที่ก่อให้เกิดความรำคาญจากเสียงของจากการจราจรบนท้องถนนน้อยกว่าในประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น อียิปต์ อังกฤษ และประเทศสเปน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประชากรในประเทศไทยมีความเคยชินที่ได้ยินเสียงจากกิจกรรมของการจราจรบนท้องถนนมาก ความเคยชินต่อเสียงมีอิทธิพลต่อร้อยละความรำคาญมาก แม้ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น ร้อยละผู้ตอบรำคาญมากน้อยลง แสดงว่าประชาชนมีความเคยชินต่อเสียง และอาจได้รับผลกระทบจากเสียงดังโดยที่ไม่รู้ตัวซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ และอาจจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะที่พักอาศัย ทิศทางของหน้าต่างของห้องนอนอาจหันไปทางเส้นทางการจราจร

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของระดับความรำคาญมาก (%HA) กับระดับเสียง L_{dn} พบว่าประเทศในทวีปเอเชียประชาชนมีความรำคาญจากการจราจรน้อยกว่าประเทศตะวันตก ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างทางวัฒนธรรมในด้านเงื่อนไขทางสังคม วิถีการดำเนินชีวิตประจำวัน สภาพการจราจร เครื่องยนต์ สภาพของท้องถนน รวมไปถึงลักษณะภูมิประเทศ ทำให้ประชานเกิดความเคยชินกับเสียงการจราจรในแต่ละประเทศไม่เหมือนกัน และที่สำคัญอาจขึ้นอยู่กับทัศนคติในการได้ยินเสียงของแต่ละบุคคลที่รับรู้และรู้สึกต่อเสียงนั้นไม่เท่ากัน

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จำนวน 10 จุด เพื่อตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนน และเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชนและความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับข้อมูลประชากร จากผลการศึกษาที่ได้ ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรบนท้องถนนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

5.1.1.1 ผลการตรวจวัดระดับเสียง พบว่า ถนนรถไฟตะวันตก ถนนทรงพล ถนนเทศา ถนนนาสร้าง ถนนมาลัยแมน ถนนซ้ายพระ ถนนราชมรรคคา ถนนเพชรเกษม ถนนถวิลพัฒนา และถนนสวนตะไคร้ มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 68.5 65.8 67.7 61.7 69.1 72.3 67.5 81.8 72.8 และ 69.8 เดซิเบลเอ ตามลำดับ และพบว่ามี 3 จุด ที่ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย (กำหนดไว้ที่ 70 เดซิเบลเอ) ได้แก่ ถนนซ้ายพระ ถนนเพชรเกษม และถนนถวิลพัฒนา เท่ากับ 72.3 81.8 และ 72.8 เดซิเบลเอ ตามลำดับ

5.1.1.2 ปริมาณยานพาหนะสำหรับจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าปริมาณยานพาหนะในจุดที่มีการจราจรเบาบางจนถึงปริมาณการจราจรหนาแน่น มีจำนวนอยู่ในช่วง 220-3,598 คันต่อชั่วโมง และประเภทยานพาหนะที่มากที่สุด คือ รถเก๋ง รองลงมา คือ รถปิกอัพและรถจักรยานยนต์ ส่วนยานพาหนะที่มีน้อยที่สุดคือ รถบัส ส่วนค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) ของแต่ละจุดตรวจวัด พบว่า ส่วนใหญ่ให้บริการในระดับ A (การจราจรเคลื่อนที่ได้ดี โดยไม่มีการติดขัด) และ B (เคลื่อนที่ได้สม่ำเสมอในระดับความเร็วสูง แต่ความเร็วเฉลี่ยลดลงเนื่องจากความล่าช้าในช่วงทางแยก)

5.1.1.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรบนท้องถนนกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

5.1.1.4 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะแต่ละประเภทกับระดับเสียง พบว่าประเภทของยานพาหนะ ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถเก๋ง รถปิกอัพ รถตู้ รถบรรทุก และรถบัสมีความสัมพันธ์กับระดับเสียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.1.5 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง CRTN ในการทำนายระดับเสียงการจราจรของทั้งวันทำงานและวันหยุด มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) เท่ากับ 0.796 (สมการเส้นตรง Y =

0.7331X + 19.965 ค่า R^2 = 0.6332) และความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างค่าที่ทำนายระดับเสียงกับค่าที่ตรวจวัดได้เท่ากับ +1.38 เดซิเบลเอ

5.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับระดับความรำคาญของประชาชนและความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรำคาญกับข้อมูลประชากร

ความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) กับข้อมูลประชากร พบว่า อายุ เพศ อาชีพ ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ เมื่อพิจารณาแยกเพศออกเป็นเพศชายและเพศหญิง พบว่า เพศหญิงมีความรำคาญความสัมพันธ์ของระดับเสียงกลางวัน–กลางคืน (L_{dn}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อนำความสัมพันธ์ที่ได้ไปสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ได้ Y = 2.9291X – 188.32 ค่า R^2 = 0.6536 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; R) เท่ากับ 0.808 (95.0% Cl 1.041–1.211)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

5.2.1.1 จากผลการศึกษานี้ สามารถนำไปเผยแพร่ข้อมูลแก่ประชาชนในพื้นที่ที่ศึกษาเพื่อให้ตระหนักถึงผลเสียของระดับเสียงที่อาจก่อให้เกิดความรำคาญและความเป็นอันตรายต่อการได้ยิน

5.2.1.2 สามารถนำไปกำหนดพื้นที่ที่มีมลภาวะทางเสียงและหาแนวทางในการจัดการถนนที่มีระดับเสียงดังที่อาจมีผลกระทบที่เป็นอันตรายหรือผลกระทบทางกายภาพ ผลกระทบทางความรู้สึก และผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมของประชาชนในพื้นที่ที่ศึกษา เช่น การกำกับดูแลมุ่งเน้นที่การตรวจสภาพยานพาหนะก่อนต่อทะเบียนประจำปี เพื่อให้ยานพาหนะใช้งานมีสภาพที่ดี มีอุปกรณ์ส่วนควบครบถ้วนถูกต้องตามกฎหมาย ลดปัญหาอุบัติเหตุอันเกิดจากสภาพรถไม่เหมาะสม และมีการระบายมลพิษทางอากาศและเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากการควบคุมที่ยานพาหนะแล้ว จำเป็นต้องดำเนินงานร่วมกับการใช้มาตรการอื่น ได้แก่ การปรับปรุงผิวทาง การสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน เช่น ให้บริการตรวจวัดมลพิษเพื่อกระตุ้นให้มี การบำรุงรักษายานพาหนะ สร้างเครือข่ายประชาชนแจ้งเหตุและเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมการลดใช้ยานพาหนะส่วนตัว เป็นต้น

5.2.1.3 เข้มงวดไม่ให้กลุ่มวัยรุ่นแข่งรถจักรยานยนต์ในเวลากลางคืน เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าประชาชนมีความรำคาญต่อเสียงของรถจักรยานยนต์มากที่สุด ร้อยละ 64.17 และเป็นแหล่งกำเนิดเสียงดังที่สำคัญ

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยโอกาสต่อไป

5.2.2.1 เพิ่มความหลากหลายของพื้นที่ตรวจวัดระดับเสียงบริเวณริมถนนในเขตชุมชนที่ตั้งอยู่สองฝั่งของถนนทั้งถนนสายหลักและสายรองให้ครอบคลุมพื้นที่ การตรวจวัดระดับเสียงเป็นประจำทั้งวันหยุดและวันทำงานโดยเก็บข้อมูลตลอดปี รวมทั้งการเพิ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถามให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

5.2.2.2 ควรทำการศึกษาในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลระดับเสียงที่คนไทยมีความรำคาญต่อเสียงจากการจราจร ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของต่างประเทศ ซึ่งรวบรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลวิจัยเพื่อปรับปรุงการทำนายเสียงรบกวนที่มีต่อความรำคาญ (Noise annoyance model) ในมาตรฐาน ISO 1996-1

5.2.2.3 ควรทำการศึกษาแหล่งกำเนิดเสียงจากการคมนาคมด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น เสียงจากเครื่องบิน เสียงจากรถไฟ เสียงจากการคมนาคมทางเรือ เป็นต้น เนื่องจากบริบทในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันจึงทำให้มีระดับเสียงและประชาชนมีความรำคาญต่อเสียงแตกต่างกันด้วย

5.2.2.4 ควรทำเป็นแผนที่ระดับเสียงรบกวนจากการจราจร และแผนที่ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับระดับความรำคาญ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม

ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

วัตถุประสงค์ของการศึกษา:

การสำรวจความคิดเห็นครั้งนี้ ดำเนินการโดยนักศึกษาภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ของเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม ที่มีต่อสภาพของเสียงรบกวนการจราจรบนท้องถนน ซึ่งผลการสำรวจนี้จะนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับบรรดาประเทศต่างๆ ที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับประเทศไทย และจะรวบรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลวิจัยเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในอนาคตต่อไป

ผู้ศึกษาใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการทำแบบสอบถามนี้ ใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม 5-10 นาที ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจะเก็บเป็นความลับและไม่ปรากฏชื่อของท่านในรายงานการศึกษาและข้อมูลที่บันทึกในแบบสัมภาษณ์จะถูกทำลายทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

แบบสอบถามฉบับต่อไปนี้มีทั้งหมด 4 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมทั่วไป

ส่วนที่ 2 การรบกวนจากเสียงการจราจรบนท้องถนน

ส่วนที่ 3 การรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ

ส่วนที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

พิกัด	Y:
	X:

QN NO.

ส่วนที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมทั่วไป

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่กำหนดไว้

ปัญหาสิ่งแวดล้อมใดบ้างต่อไปนี้ที่ทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวน ให้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยเติมเลข 1-5 หน้าข้อที่ต้องการ

☐ น้ำเสีย

☐ ฝุ่น และกลิ่น

☐ เสียงดัง

☐ ขยะมูลฝอย

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 การรบกวนจากเสียงการจราจรบนท้องถนน

1. **ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา** เมื่อคุณอยู่ในที่พัก เสียงจากการจราจรบนท้องถนน ทำให้รำคาญหรือรบกวนหรือไม่ โปรด**วงกลม**ตัวเลขที่เหมาะสมกับความรู้สึกของคุณ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ไม่รบกวน รบกวนมากที่สุด

2. **ใส่หมายเลขลำดับ 1 2 และ 3** ลงในช่องว่างหน้าแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรบนที่รบกวนตามลำดับ

☐ เมื่อมีเสียงแตร

☐ เมื่อมีเสียงเร่งเครื่องยนต์

☐ เมื่อมีเสียงรถเบรก

☐ เสียงจากการจอดรถทิ้งไว้โดยไม่ได้ดับเครื่อง

3. ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา เสียงจากการจราจรทำให้รำคาญหรือรบกวนในระดับใด โปรด**วงกลม**ตัวเลขที่เหมาะสมกับความรู้สึกของคุณ

	ไม่รบกวน	**รบกวนเล็กน้อย**	**รบกวนพอสมควร**	**รบกวนมาก**	**รบกวนมากที่สุด**
ก. รบกวนการสนทนา	1	2	3	4	5
ข. รบกวนการพักผ่อน	1	2	3	4	5
ค. รบกวนการดูทีวี ฟังวิทยุ	1	2	3	4	5

ส่วนที่ 3 การรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ

<u>ในช่วงประมาณ 12 เดือนที่ผ่านมา</u> เมื่อคุณอยู่ในที่พักเสียงจากแหล่งกำเนิดต่อไปนี้ ทำให้รำคาญหรือรบกวนในระดับใด โปรด**<u>วงกลม</u>**ตัวเลขที่เหมาะสมกับความรู้สึกของคุณ

	ไม่รบกวน	รบกวนเล็กน้อย	รบกวนพอสมควร	รบกวนมาก	รบกวนมากที่สุด
ก. จากการจราจร	1	2	3	4	5
ข. จากโรงงานอุตสาหกรรม	1	2	3	4	5
ค. จากการก่อสร้าง	1	2	3	4	5
ง. จากเพื่อนบ้าน	1	2	3	4	5
จ. จากเครื่องบิน	1	2	3	4	5
ฉ. จากรถไฟ	1	2	3	4	5
ช. จากอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน	1	2	3	4	5
ซ. เสียงรบกวนอื่นๆ (โปรดระบุ.....)	1	2	3	4	5

ส่วนที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่กำหนดไว้

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ
   ☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 20 – 29 ปี ☐ 30 – 39 ปี
   ☐ 40 – 49 ปี ☐ 50 – 59 ปี ☐ 60 – 69 ปี
   ☐ 70 ปี ขึ้นไป
3. ท่านมีปัญหาการได้ยินหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี
4. อาชีพ
   ☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ พนักงานบริษัท
   ☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ ค้าขาย ☐ รับจ้าง/ลูกจ้าง
   ☐ นิสิต/นักศึกษา ☐ แม่บ้าน ☐ เกษียณ/ว่างงาน
   ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ขอขอบพระคุณที่สละเวลาอันมีค่าของท่านในการตอบแบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Ali, S. A. (2004). Investigation of the dose–response relationship for road traffic noise in Assiut, Egypt. *Applied Acoustics, 65*(11), 1113-1120. doi:https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.06.007

Alimohammadi, Nassiri, Behzad, & Hosseini. (2005). RELIABILITY ANALYSIS OF TRAFFIC NOISE ESTIMATION IN HIGHWAYSOF TEHRAN BY MONTE CARLO SIMULATION METHOD. *Journal of Environmental Health Science and Engineering, 2*(4), 229-236.

Aparicio, D., V. , Garcia A., G., Suárez-Varela, M., M. , & Caraco, E., F. (1993). Subjective annoyance caused by Environmental Noise. *Journal of Environmental Pathology Toxicology and Oncology, 12(4);237-43*

Bugliarello, G., A. , Alexandre, J., Barnes, C., & Wakstein. (1976). *The Impact of Noise Pollution: A SocioTechnological Introduction*. New York: Pergamon Press.

Buxton, R. T., McKenna, M. F., Mennitt, D., Fristrup, K., Crooks, K., Angeloni, L., & Wittemyer, G. (2017). Noise pollution is invading even the most protected natural areas. *Science (Washington, DC, United States), 356*, 531–533. doi:doi:10.1126/science.aal1147

Chamnong Thanapop. (1999). *Relationship Between Industrial Noise Level and Community Subjective Response.* (Master Degree), University (Unpublished) Industrial Hygiene and Safety.

Davis, A. M., & Cornwell, D. A. (1991). *Water resource and environmental engineering*. New York: McGraw-Hill.

Debnath, A., & Singh, P. K. (2018). Environmental traffic noise modelling of Dhanbad township area – A mathematical based approach. *Applied Acoustics, 129*, 161–172. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.07.023

Department of Transport, W. O. (1988). *Calculation of Road Traffic Noise*. London, UK. : HMSO.

Di, G., Liu, X., Lin, Q., Zheng, Y., & He, L. (2012). The relationship between urban combined traffic noise and annoyance: An investigation in Dalian, north of China. *Science of the Total Environment, 432*(Supplement C), 189-194. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.034

Duhs, T., Renew, W., & Eddington, N. (1989). *The Brisbane Noise Survey 1986 to 1988*. Queensland: S.R. Hampson Government.

Environmental Performance and Coordination Branch, D. o. E. a. H. P. (2013). *Noise Measurement Manual*: The State of Queensland.

Fields, J., De Jong, R., Gjestland, T., Flindell, I., Job, R., Kurra, S., . . . University, R. T. a. R. (2001). Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration, 242*, 641–679.

Finegold, L. S., Harris, C. S., & Gierke, H. E. (1994). Community annoyance and sleep disturbance: Updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people. *Noise Control Engineering Journal, 42*, 25-30.

International, E., Commission. (2006). *IEC PERFORMANCE 2006*. Retrieved from Switzerland:

ISO. (2003). ISO/TS 15666:2003 of Acoustics Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys (1st edition ed.): Switzerland.

ISO. (2016). *ISO1996-1 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures* (3rd ed.): Switzerland.

Jonah, B. A., Bradley, J. S., & Dawson, N. E. (1981). Predicting Individual Subjective Responses to Traffic Noise. *Journal of Applied Psychology, 66(4)*, 490-501.

Kryter, K. D. (1982). Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise. *Journal of the Acoustical Society of America, 72*, 1222-1242.

Lee, S., Hong, J., Kim, J., Lim, C., & Kim, K. (2008). *Exposure-response relationships on community annoyance to transportation noise*. Paper presented at the 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods. CT.

Licitra, G., Fredianelli, L., Petri, D., & Vigotti, M. A. (2016). Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. *Science of the Total Environment, 58*, 1315-1325. doi:doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.071

Lim, C., Kim, J., Hong, J., & Lee, S. (2006). The relationship between railway noise and community annoyance in Korea. *The Journal of the Acoustical Society of America, 120*, 2037-2042.

Miedema, H. M. E., & Vos, H. (1998). Exposure-response relationships for transportation noise Control Engineering Journal. *Journal of the Acoustical Society of America, 104*, 3432-3445.

Paunović, K., Belojević, G., & Jakovljević, B. (2014). Noise annoyance is related to the presence of urban public transport. *Science of the Total Environment, 481*, 479–487.

Phan, H. Y. T., Yano, T., Phan, H. A. T., Nishimura, T., Sato, T., & Hashimoto, Y. (2010). Community responses to road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City. *Applied Acoustics, 71*(2), 107-114. doi:https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2009.08.004

Schultz, T. J. (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America, 64*, 377.

Shelton, D., & Kiss, A. (2005). *Judicial handbook on Environmental Law*: United Nations Environment Programme (UNEP).

Sheng, N., Xu, Z., & Li, M. (2015). The Performance of CRTN Model in a Motorcycle City. *Mathematical Problems in Engineering*. doi:http://dx.doi.org/10.1155/2015/369620

Subramani, T., Kavitha, M., & Sivaraj, K., P. (2012). Modelling Of Traffic Noise Pollution. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Vol. 2*(Issue 3), 3175-3182.

United States, E. P. A. (1974). *Information on levels of environmental noiserequisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety*. Retrieved from Washington, D.C:

United States, E. P. A. (1977). The Urban Noise Survey. Retrieved from http://www.nonoise.org/library/handbook/handbook.htm

United States, E. P. A. (1981). *Public Participation Policy* NATIONAL EXPOSURE RESEARCH LABORATORY: Washington, D.C.

WHO. (1999). Guidelines for community noise. Retrieved from http://www.who.int/iris/handle/10665/66217

WHO. (2000). *Environmental health indicators: development of a methodology for WHO European Region*. Copenhagen: World Health Organization.

Wilson, C. E. (1994). *Noise control; Measurement, analysis, and control of sound and vibration*. Florida: Krieger.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis* (3rd ed.). New York: Harper and Row Publication.

Yuen, F. K. (2014). A vision of the environmental and occupational noise pollution in Malaysia. *Journal of Noise Health, 16*, 427-436.

เกษม จันทร์แก้ว. (2541). เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ (พ. 1 Ed.). กรุงเทพมหานคร: เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. (2544). มลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559. กรุงเทพมหานคร: บริษัท หัวใหญ่ จำกัด.

กิตติพงศ์ น้อยโสภา. (2556). การเปลี่ยนแปลงการปลดปล่อยสารมลพิษ สารพิษ และก๊าซเรือนกระจก จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงในกลุ่มรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษา : เทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2540). ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่องกำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป.

จรินทร์ ธานีรัตน์. (2525). อุบัติเหตุและการป้องกัน. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท. .

จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์. (2531). อกสารประกอบการสอน วิศวกรรมการจราจร Traffic Engineering. สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชลธิชา พรมทุ่ง. (2558). การศึกษาระดับเสียงและเสียงรบกวนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. ((วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี)), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ณัฐพัชร์ สิริพชรชัยกุล. (2556). การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากรถยนต์ส่วนบุคคลด้วยแบบจำลอง *International Vehicle Emissions* กรณีศึกษา : เทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม.

เทศบาลนครนครปฐม. (2556). สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลนครนครปฐม. Retrieved from www.nakhonpathomcity.go.th/UploadFolder/180432Doc01.pdf

น้ำฝน ยอดดี. (2557). การประเมินผลกระทบทางเสียงต่อประชากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จากการจราจรและโครงการสร้างรถไฟฟ้าสายสีเขียว โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมซอฟแวร์ในการจัดการและประเมินวิเคราะห์ทางด้านเสียง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประกอบ วิวิธจินดา. (2540). การศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่องบนถนนสายหลักชานเมืองกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช. (2558). การควบคุมมลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน (2 ed.). สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี. (2534). วิศวกรรมการทาง = *Highway engineering*. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

พิชัย ปมาณิกบุตร. (2552). เสียงจราจรและการสร้างแบบจำลองของเสียงจราจร = *Traffic noise and modeling of traffic noise*. กรุงเทพฯ: หจก.เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

พีรพล เจตโรจนานนท์. (2553). การควบคุมมลพิษทางเสียงจากการจราจรทางบก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พุทธพงษ์ ชรอยนุช, นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร, & สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์. (2555). ผลกระทบของเสียงจากการจราจรทางถนนต่อระดับการได้ยินของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์. Paper presented at the การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555.

ระบบสถิติทางการทะเบียน. (2560). จำนวนประชากรแยกรายอายุ อำเภอเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม (2557 – 2560). Retrieved from http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age.php

รัฐพล ศิลปรัศมี. (2551). แบบจำลองเสียงรบกวนสำหรับทำนายเสียงจากการจราจรของทางพิเศษฉลองรัช. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

รัฐพล อ้นแฉ่ง. (2554). มลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม (พ. 1 Ed.). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2542, เล่ม 116 ตอนที่ 110 ก C.F.R. (2542).

วัชชิรา ศักดิ์สนิท. (ม.ป.ป.). สุขภาพสิ่งแวดล้อม. Retrieved from http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/watchira_cai/index2u8_3.html

ศรายุทธ จิตรานนท์. (2545). ระยะห่างจากถนนที่ปลอดเสียงรบกวนจากการจราจร. (วิทยานิพนธ์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/5159

ศริญญา ชูพูล. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับการตอบสนองของประชาชนในชุมชนพื้นที่พานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง (1 ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐม. (2558). จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2558. Retrieved from http://www.nt-dlt.com/stat/stat58/html01.htm

สำนักงานขนส่งจังหวัดนครปฐม. (2559). จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2559. Retrieved from http://www.nt-dlt.com/stat/stat59/html01.htm

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2526). เสียงและการควบคุมเสียงแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์: ม.สงขลานครินทร์.

อรนุช แซ่ตั้ง, นิรันดร์ วิทิตอนันต, & พิชาญ สว่างวงศ์. (2550). เสียงรบกวนในชุมชน เทศบาลตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา, ระยอง.

อรุณรัศมี ศรีโสม. (2548). การพัฒนาสมการระดับเสียงอ้างอิงสำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ *Sound 2000.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์, สมพจน์ เตชะมีนา, & สมศิริ ใจเปี่ยม. (2535). การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง. คู่มือเจ้าหน้าที่สาธารณสุข เล่ม *4* Retrieved from นนทบุรี:

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายพัฐจักร พร้าวไธสง
วัน เดือน ปี เกิด	8 ตุลาคม 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
วุฒิการศึกษา	1. พ.ศ.2558 ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 2. พ.ศ.2559 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 3. พ.ศ.2560 ศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	174 หมู่ 5 ต.ดอนตะโก อ.เมืองราชบุรี จ.ราชบุรี 70000
ผลงานตีพิมพ์	ทิวา พร้าวไธสง และรัฐพล อ้นแฉ่ง. (2561, กันยายน). ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับการจราจรทางถนนในเขตเทศบาลนครนครปฐม. รายงานการประชุมทางวิชาการระดับชาติ (ครั้งที่ 3) มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.

มหาวิทยาลัยศิลปากร