แนวทางการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรใน
กรุงเทพมหานคร

นางสาวยุวดี วิเท่ห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบชุมชนเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

UEBAN DESIGN GUIDELINES FOR TRAFFIC NOISE POLLUTION PROBLEMS IN BANGKOK

Miss Yuwadee Wi-te

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Urban and Regional Planning Program in Urban Design
Department of Urban and Regional Planning
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาวยุวดี วิเท่ห์
สาขาวิชา	การออกแบบชุมชนเมือง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติศักดิ์ ธรรมาภรณ์พิลาศ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

---คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไขศรี ภักดิ์สุขเจริญ)

---อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติศักดิ์ ธรรมาภรณ์พิลาศ)

---กรรมการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธ์น้อย)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

---กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นพนันท์ ตาปนานนท์)

ยุวดี วิเท่ห์ : แนวทางการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร (UEBAN DESIGN GUIDELINES FOR TRAFFIC NOISE POLLUTION PROBLEMS IN BANGKOK) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.จิตติศักดิ์ ธรรมาภรณ์พิลาศ, 164 หน้า.

ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากไม่สามารถควบคุมปริมาณรถยนต์บนท้องถนน ควบคู่กับกายภาพของพื้นที่กิจกรรมริมถนน ที่เอื้อต่อการสัมผัสเสียงโดยตรง ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงมาตรการแก้ปัญหา โดยการควบคุมระดับเสียงของเครื่องยนต์ ที่พบว่ายังไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาโดยภาพรวมของพื้นที่เมือง มาตรการทางผังเมือง มีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาในบริบทเมือง หากยังไม่พบการนำมาตรการทางผังเมืองมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะมลถาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร และองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ให้สามารถแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยการตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่ริมถนน ที่มีความแตกต่างกันขององค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ มวลอาคาร ลักษณะช่องเปิดอาคาร พื้นที่ว่าง และอุปกรณ์ประกอบถนนแบบถาวร เพื่อสร้างเงื่อนไขการออกแบบเรื่องระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพที่ส่งผลต่อการลดลงของเสียง

ผลการวิจัยพบว่า กายภาพเมืองมีผลต่อการลดลงของเสียงที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งได้ 2 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ริมถนน สามารถลดเสียงโดยตรงจากการจราจร และ พื้นที่หน้าอาคาร สามารถลดเสียงจากการสะท้อนองค์ประกอบทางกายภาพ โดยการออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย (1) ไม้พุ่ม มีผลทำให้เสียงลดลง ทั้งระยะริมถนนและระยะหน้าอาคาร (2) อุปกรณ์ประกอบถนน ที่อยู่ในระยะริมถนน มีผลทำให้เสียงลดลง (3) พื้นที่ที่มีความหลากหลายขององค์ประกอบหรือมีความไม่สม่ำเสมอของระนาบทางแนวตั้ง เช่น ลักษณะการเปิดหน้าร้าน มีผลทำให้เสียงลดลง และ (4) การออกแบบ ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร มีผลทำให้เสียงจากการสะท้อนจากด้านบนในระยะหน้าอาคารลดลง นอกจากนั้น ปัจจัยเรื่องสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพมีความสำคัญในการลดเสียงมากกว่าปัจจัยเรื่องระยะ แต่หากต้องการแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ ร่วมกันทั้งระยะริมถนนและระยะหน้าอาคาร

ภาควิชา	การวางแผนภาคและเมือง	ลายมือชื่อนิสิต	....
สาขาวิชา	การออกแบบชุมชนเมือง	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	....
ปีการศึกษา	2558		

5873361725 : MAJOR URBAN DESIGN
KEYWORDS: TRAFFIC NOISE POLLUTION / ELEMENTS OF STREETSCAPE / URBAN DESIGN GUIDELINES / ELEMENT OF URBAN DESIGN

YUWADEE WI-TE: UEBAN DESIGN GUIDELINES FOR TRAFFIC NOISE POLLUTION PROBLEMS IN BANGKOK. ADVISOR: ASST. PROF.JITTISAK THAMMAPORNPILAS, Ph.D., 164 pp.

Traffic noise pollution in Bangkok is becoming more and more severe due to the inability to control a number of cars on the road as well as the physical activity of the street responding to the direct noise perception. Currently, there was only measure to control the noise volume from cars that was not effective to solve this problem. The overall areas in the city and urban planning measures were important roles to solve the problem, but there was still no measure effective enough to resolve. Therefore, the research’s objective was to study the relationship between the nature of traffic noise pollution in Bangkok and the physical elements of streetscape to be presented as urban design guideline for traffic noise pollution problems by examining the noise volume in the road-side areas of different physical elements of streetscape. These included building, void of the buildings, open space and street furniture to create the condition for urban design guidelines , its setback and proportion as well as the physical elements of streetscape that could reduce noise.

The results of this study was found that the urban physical elements reduced the noise pollution differently that can be divided into two types of areas: road-side areas that can reduce traffic noise directly and building façade areas that can reflect noise from its physical elements of streetscape. To design the building and its proportion suitably consisted of (1) bush: it reduced the noise volume in both road-side areas and building façade areas, (2) street furniture: they were located in the road-side areas that could reduce noise, (3) areas with the variety of the components or uneven vertical plane such as void of the buildings for store that could reduce noise and (4) building design: concave and convex of the building that were not in the vertical plan in front of the building could reflect noise from above in front area of the building. Moreover, the factors of the proportion of the physical elements of streetscape were important for noise reduction more than setback factor. In care of effective noise pollution reduction, the design must concern about the proportion of the physical fundamentals as well as the distance of road-side areas and building façade areas.

Department:	Urban and Regional Planning	Student's Signature	....
Field of Study:	Urban Design	Advisor's Signature	....
Academic Year:	2015		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ และให้ความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยของกล่าวนามเพื่อระลึกถึงพระคุณของทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยของกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติศักดิ์ ธรรมาภรณ์พิลาศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพนันท์ ตาปนานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไขศรี ภักดิ์สุขเจริญ อาจารย์ และ ดร.ณัฐพงศ์ พันธ์น้อย ที่ให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ในภาควิชาการวางแผนภาคและเมืองทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือมาโดยตลอด รวมถึงเจ้าหน้าที่ธุรการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้

การวิจัยจะประสบผลสำเร็จไปไม่ได้หากปราศจาก ครอบครัว เพื่อนและผู้สนับสนุนส่งเสริม ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม ให้กำลังใจ มีมิตรภาพอันดีงามด้วยความรักและความเป็นห่วงซึ่งกันและกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ หากมีความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อนประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย........ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ........จ

กิตติกรรมประกาศ........ฉ

สารบัญ........ช

สารบัญรูปภาพ........1

สารบัญตาราง........1

บทที่ 1 บทนำ........1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา........1

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย........2

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย........3

1.4 ขอบเขตการวิจัย........4

1.4.1 พื้นที่ศึกษา........4

1.4.2 ข้อตกลงเบื้องต้นในงานวิจัย........4

1.4.2.1 พื้นที่มลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร........4

1.4.2.2 องค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่สงผลต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร........5

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา........6

1.4.4 ระเบียบวิธีวิจัย........6

1.5 นิยามศัพท์........6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ........7

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง........8

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเสียง........8

2.1.1. เสียงดังที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง........8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.1.2. การรับรู้เสียง 8
2.1.3. เครื่องวัดเสียง 9
2.1.4 สรุปเรื่องเสียงและการรับรู้เสียง 11
2.2 สาเหตุที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง 13
2.2.1. แหล่งกำเนิดของเสียงรบกวน 13
2.2.2 ทางผ่านเสียง 15
2.2.3. ผู้รับเสียง 18
2.3 เสียงจากการจราจร 19
2.3.1 ลักษณะของเสียงจากการจราจร 19
2.3.2 ปัจจัยของเสียงจากการจราจรที่ไม่สามารถควบคุมได้ 20
2.3.3 ปัจจัยของเสียงจากการจราจรที่สามารถควบคุมได้ 21
2.3.4 สรุปเรื่องเสียงจากการจราจร 22
2.4 สถานการณ์ของมลภาวะทางเสียงทั่วโลก 23
2.4.1 ที่มาของการศึกษามลภาวะทางเสียงของเมือง 23
2.4.2. องค์กรที่มีการรายงานเรื่องมลภาวะทางเสียง 23
2.4.3. สรุปการตรวจวัดระดับเสียงทั่วโลก 27
2.5. สถานการณ์มลภาวะทางเสียงในกรุงเทพมหานคร 28
2.5.1. ที่มาของการศึกษามลภาวะทางเสียงในกรุงเทพมหานคร 28
2.5.2 สรุปแนวทางการแก้ปัญหา 32
2.6 องค์ประกอบทางกายภาพเมือง (Element of urban design) 32
2.6.1. แนวคิดเรื่ององค์ประกอบทางกายภาพเมือง 32
2.6.2 องค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่ส่งผลต่อพื้นที่ริมถนน 33
2.7 แนวทางการออกแบบ (urban design guidelines) 40

หน้า

2.7.1. ลักษณะการใช้แนวทางการออกแบบ 41
บทที่ 3 การดำเนินการศึกษา.. 49
3.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา 49
3.1.1 จุดตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ 49
3.1.2 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงดังและลักษณะพื้นที่ศึกษา 51
3.1.3 สรุปเงื่อนไขการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา 55
3.1.4 พื้นที่ศึกษา.. 55
3.2 การกำหนดเกณฑ์ในการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพเมือง 57
3.3 เครื่องมือวิจัย 66
3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล 67
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 69
3.5.1 การสร้างเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพ 69
3.5.2 การทดสอบสมมุติฐาน 69
3.5.2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองการเดินทางของเสียงที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง 69
3.5.2.2 วิธีการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง 71
3.5.3 การสร้างเงื่อนไขการออกแบบ 73
บทที่ 4 ผลการวิจัย 75
4.1 ผลการตรวจสอบข้อมูล 75
4.1.1 การบันทึกข้อมูล 75
4.1.2 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ 77
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.. 79
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร.. 94

หน้า

4.4 การสร้างเงื่อนไขการออกแบบพื้นที่ริมถนน ในกรุงเทพมหานคร 100
5.1 การอธิปรายผลการวิจัย........ 107
5.1.1 ผลสรุปของการวิจัย 107
5.1.2 ข้อเสนอแนะในการสร้างมาตรการทางผังเมือง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 108
5.2 การเชื่อมโยงกับทฤษฎีหรืองานอื่น 117
5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย........ 117
5.4 ข้อเสนอแนะ 118
รายการอ้างอิง 119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 164

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 กรอบแนวคิด 3

รูปที่ 2 ความถี่ของคลื่นเสียงกับการได้ยินของสิ่งมีชีวิต 9

รูปที่ 3 เครื่องมือการตรวจวัดความดังเสียงและตรวจวัดความถี่เสียง 10

รูปที่ 4 อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียง 11

รูปที่ 5 Noise Maps of Paris 12

รูปที่ 6 แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด 13

รูปที่ 7แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น 14

รูปที่ 8 แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร 14

รูปที่ 9 การเพิ่มของระดับเสียงและการรับรู้เสียง 14

รูปที่ 10 การสะท้อนของคลื่นเสียงที่ทำมุมกับสิ่งกีดขวาง 15

รูปที่ 11 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง 16

รูปที่ 12 การหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิในบรรยากาศ 16

รูปที่ 13 การหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากอิทธิพลของความเร็วลมในบรรยากาศ 17

รูปที่ 14 ชนิดของวัสดุและประสิทธิภาพการดูดซับเสียง 17

รูปที่ 15 ปัจจัยบางประการที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนจากการคมนาคมทางบก 20

รูปที่ 16 Shielding Factor หรือค่าระดับเสียงที่ลดลงเนื่องจากอุปสรรคในการเคลื่อนที่ 22

รูปที่ 17 แผนที่ระดับเสียงในกรุงเทพมหานคร ตรวจวัดระดับเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2544 29

รูปที่ 18 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ริมถนนในเขตกรุงเทพมหานครปี 2549 30

รูปที่ 19 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในเขตกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2547-2549 30

รูปที่ 20 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่งโมง ในเขตกรุงเทพมหานคร 31

รูปที่ 21 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณจุดตรวจวัดชั่วคราว ในกรุงเทพมหานคร 31

รูปที่ 22 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พื้นที่ริมถนนกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2548-2557 32

รูปที่ 23 กฎหมายควบคุมความสูงอาคาร 36

รูปที่ 24 สัดส่วนการใช้ประโยชน์อาคารต่อพื้นที่ดิน 36

รูปที่ 25 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการเลื่อนไหลทางเท้ากับอัตราความเร็วในการเดิน 39

รูปที่ 26 ลักษณะกำแพงที่สามารถลดเสียงรบกวน ... 42

รูปที่ 27 ลักษณะกำแพงที่สามารถลดเสียงรบกวน ... 42

รูปที่ 28 การสร้างกำแพงเพื่อกั้นเสียงที่เกิดจากการจราจรในลักษณะพื้นที่มีความลาดชันขึ้น ... 43

รูปที่ 29 การสร้างกำแพงเพื่อกั้นเสียงที่เกิดจากการจราจรในลักษณะพื้นที่มีความลาดชันลง ... 43

รูปที่ 30 ลักษณะการวางอาคารและพื้นที่นอกอาคารให้สามารถใช้งานโดยไม่ได้รับเสียงรบกวนจากการจราจร ... 43

รูปที่ 31 การวางพื้นที่ภายนอกอาคาร ให้ไม่ได้รับเสียงรบกวนจากการจราจร ... 44

รูปที่ 32 ลักษณะของการใช้พืชพรรณในการช่วยดูดซับเสียงในพำแพงเสียง ... 44

รูปที่ 33 แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด เมื่อรถจอดอยู่กับที่ ... 45

รูปที่ 34 แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น เมื่อรถเคลื่อนที่ ... 45

รูปที่ 35 การลดลงของเสียงเมื่อเดินทางผ่านพื้นที่ดาษแข็งและพื้นที่ที่มีพืชพรรณ ... 46

รูปที่ 36 การสะท้อนของเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมืองที่มีอาคารสูงหนาแน่น ... 46

รูปที่ 37 แนวทางการออกแบบพื้นที่ช่องเปิด หรือระเบียงในการลดเสียงรบกวนจากการจราจร ... 47

รูปที่ 38 แนวทางการสร้างพื้นที่ทำกิจกรรมภายนอกอาคารที่ควรทำและไม่ควรทำ ... 47

รูปที่ 39 แนวทางการสร้างพื้นช่องเปิดด้านหน้าอาคาร ที่ควรทำและไม่ควรทำ ... 48

รูปที่ 40 แนวทางการสร้างและสัดส่วนของรั้วกั้นระหว่างถนนและพื้นที่อาคาร ... 48

รูปที่ 41 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พื้นที่ริมถนนกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2548-2557 ... 50

รูปที่ 42 จุดตรวจวัดระดับเสียงพื้นที่ริมถนน อ้างอิงข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2554 ... 50

รูปที่ 43 ผลการตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ เปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2549 และ ปี พ.ศ. 2554 ... 51

รูปที่ 44 แสดงระดับเสียงในแต่ละจุดตรวจวัด ทั้ง 16 จุดตรวจวัด ที่ได้ทำการคัดเลือกเป็นพื้นพื้นที่ศึกษา ... 52

รูปที่ 45 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 53

รูปที่ 46 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 53

รูปที่ 47 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 53

รูปที่ 48 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 54

รูปที่ 49 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารขนาดใหญ่ จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 54

รูปที่ 50 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารที่มีรั้ว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 54

รูปที่ 51 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารที่มีรั้ว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา ... 55

รูปที่ 52 แสดงพื้นที่ศึกษางานวิจัย ... 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 53 รูปที่ 54 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ความสูงอาคารและความกว้างถนน 58

รูปที่ 55 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ส่วนเว้าของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร .. 58

รูปที่ 56 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ส่วนเว้าของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร .. 59

รูปที่ 57 รูปที่ 58 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร 59

รูปที่ 59 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร.......... 60

รูปที่ 60 รูปที่ 61 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ช่องว่างระหว่างอาคาร 61

รูปที่ 62 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ช่องว่างระหว่างอาคาร... 61

รูปที่ 63 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ระยะถอยร่น 62

รูปที่ 64 รูปที่ 65 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ระยะถอยร่น... 62

รูปที่ 66 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะริมถนน 63

รูปที่ 67 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะริมถนน 63

รูปที่ 68 รูปที่ 69 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะหน้าอาคาร 64

รูปที่ 70 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ป้ายรถเมล์.................................... 64

รูปที่ 71 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ตู้โทรศัพท์ 65

รูปที่ 72 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค................. 65

รูปที่ 73 สรุปการกำหนดพื้นที่ศึกษา เพื่อออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง พื้นที่ริมถนน........................... 66

รูปที่ 74 แสดงวิธีตรวจวัดระดับเสียงเพื่อค้นหา เส้นทางเดินเสียงในแต่ละองค์ประกอบทางกายภาพ.................... 68

รูปที่ 75 แสดงวิธีการคิดคำนวณ การปรับค่าการตรวจวัด เพื่อใช้เป็นค่าในการเขียนกราฟการเดินทางของเสียง.... 68

รูปที่ 76 แสดงลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงจากการตรวจวัดระดับเสียง... 68

รูปที่ 77 แสดงปัจจัยเรื่องระยะของแหล่งกำเนิดเสียง ที่ทำให้เกิดลักษณะมุมจากการสะท้อนเสียง 70

รูปที่ 78 แสดงปัจจัยเรื่องความสูงของแหล่งกำเนิดเสียง ที่ทำให้เกิดลักษณะมุมจากการสะท้อนเสียง 70

รูปที่ 79 แสดงตัวอย่างผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียง ได้รับเสียงโดยตรงจากแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร 71

รูปที่ 80 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียงได้รับเสียงจากการสะท้อนกลับ ขององค์ประกอบทางกายภาพ จากด้านข้าง.. 71

รูปที่ 81 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียงได้รับเสียงจากการสะท้อนกลับ................................ 72

รูปที่ 82 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียง ได้รับเสียงรวมทั้งหมดจากการจราจร 72

รูปที่ 83 แสดงระยะริมถนน ที่สามารถออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง 73
รูปที่ 84 แสดงระยะหน้าอาคาร ที่สามารถออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง 74
รูปที่ 85 แสดงเงื่อนไขในการวิเคราะห์ ในพื้นที่หลายองค์ประกอบ 76
รูปที่ 86 แสดงลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ได้จากผลการตรวจวัด 77
รูปที่ 87 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียงที่สะท้อนเสียงจากองค์ประกอบทางกายภาพด้านบน 78
รูปที่ 88 แสดงลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ได้จากผลการตรวจวัด ที่ไม่สอดคล้องกัน 78
รูปที่ 89 แสดงผลการตรวจวัดระดับเสียงและความสอดคล้องของแบบจำลองการเดินทางของเสียง 79
รูปที่ 90 แสดงการเดินทางของเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร 81
รูปที่ 91 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร 82
รูปที่ 92 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ 82
รูปที่ 93 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม 84
รูปที่ 94 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม 84
รูปที่ 95 แสดงลักษณะการลดเสียงและการได้รับเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน 85
รูปที่ 96 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน 85
รูปที่ 97 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียง 87
รูปที่ 98 แสดงตัวอย่าง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร 88
รูปที่ 99 แสดงตัวอย่าง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร 88
รูปที่ 100 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงอาคารระหว่างสภาพปันจุบันและความสามารถในการพัฒนา 89
รูปที่ 101 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร 90
รูปที่ 102 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร 90
รูปที่ 103 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทระยะถอยร่น 91
รูปที่ 104 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทช่องว่างระหว่างอาคาร 92
รูปที่ 105 แสดงลักษณะการสะท้อนเสียงภายในอาคาร ขององค์ประกอบประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน 92
รูปที่ 106 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน 93
รูปที่ 107 แสดงลักษณะการสะท้อนเสียง ที่ระนาบทางแนวตั้งของอาคารมีความไม่สม่ำเสมอ 93
รูปที่ 108 แสดงสัดส่วนระหว่างระยะทางและเสียงรวมของการสะท้อนจากผนังกำแพง 95

รูปที่ 109 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 5 เมตร 95
รูปที่ 110 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 6.9 เมตร 95
รูปที่ 111 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 10 เมตร .. 96
รูปที่ 112 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของช่องว่างระหว่าง อาคาร 96
รูปที่ 113 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร 97
รูปที่ 114 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของ อาคาร 97
รูปที่ 115 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร 97
รูปที่ 116 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของ อาคาร 98
รูปที่ 117 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร 98
รูปที่ 118 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ 98
รูปที่ 119 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของลักษณะการเปิด หน้าร้าน 99
รูปที่ 120 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของไม้พุ่มในระยะริม ถนน 99
รูปที่ 121 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของไม้พุ่มในระยะหน้า อาคาร 99
รูปที่ 122 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง 100
รูปที่ 123 แสดงลักษณะของพื้นที่ริมถนน 101
รูปที่ 124 แสดงระยะในการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพ ให้ลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร 101
รูปที่ 125 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนอย่างเดียว ด้วยไม้พุ่มหรืออุปกรณ์ประกอบถนน 102
รูปที่ 126 แสดงสัดส่วนของไม้พุ่มระยะริมถนน และระยะถอยร่นของพื้นที่กิจกรรม 102
รูปที่ 127 แสดงรูปแบบระยะริมหน้าอาคาร โดยองค์ประกอบทางกายภาพประเภท ลักษณะการเปิดหน้าร้าน ... 103
รูปที่ 128 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร ด้วยไม้พุ่ม 103
รูปที่ 129 แสดงรูปแบบการสร้างรั้ว 104

รูปที่ 130 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร ด้วยไม้พุ่ม และลักษณะการเปิดหน้าร้าน 104

รูปที่ 131 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน 104

รูปที่ 132 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน 105

รูปที่ 133 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน 105

รูปที่ 134 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน 105

รูปที่ 135 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 109

รูปที่ 136 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 109

รูปที่ 137 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 110

รูปที่ 138 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 111

รูปที่ 139 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 111

รูปที่ 140 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 112

รูปที่ 141 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 112

รูปที่ 142 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 113

รูปที่ 143 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 113

รูปที่ 144 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 114

รูปที่ 145 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 115

รูปที่ 146 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร 116

Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานการใช้เสียงขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) 12

ตารางที่ 2 การสำรวจระดับเสียงในการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน 24

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดังเสียงและระยะเวลาในการสัมผัสเสียง... 25

ตารางที่ 4 แสดงระดับความดังและผลกระทบต่อสุขภาพ 26

ตารางที่ 5 การควบคุมมลภาวะทางเสียงในแต่ละพื้นที่เมืองของหน่วยงานต่างๆ.. 27

ตารางที่ 6 แสดง ค่าการเก็บข้อมูลทั้งหมด 75

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจวัดระดับเสียงที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียง 80

ตารางที่ 8 สรุปรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ส่งผลให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน 83

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง 87

ตารางที่ 10 ตารางสรุปองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่ริมถนนและการลดเสียงจากการจราจร 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

มลภาวะทางเสียง คือ เสียงดังหรือเสียงรบกวนที่ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพ อันก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินและผลเสียอื่นๆ เช่น โรคเกี่ยวกับความเครียด แผลในกระเพาะอาหาร ต่อมไทรอยเป็นพิษ โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เป็นต้น ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพไว้ 70 เดซิเบล (เอ) โดยสัมผัสเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

การพัฒนาประเทศในปัจจุบัน ทั้งด้านคมนาคมและอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกิดปัญหามลภาวะทางเสียงเพิ่มขึ้นในพื้นที่เมือง จากการรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม พบว่า ปัญหามลภาวะทางเสียงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด มีแหล่งกำเนิดมาจากปัญหาการจราจรเป็นหลัก และสถิติผลการตรวจวัดระดับเสียงพื้นที่ริมถนนในกรุงเทพมหานคร รายงานประจำปี พ.ศ. 2554 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าเกินมาตรฐาน 70 เดซิเบล (เอ) ทุกจุดตรวจวัด โดยเฉพาะ 6 พื้นที่ ได้แก่ ถนนเยาวราช แยกแม้นศรีถนนบำรุงเมือง แยกถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก แยกถนนสุขสวัสดิ์-ประชาอุทิศ ถนนสุขุมวิทบริเวณซอย 77 แยกมไหศวรรย์ และถนนตากสิน มีระดับเสียงสูงเกินกว่า 77 เดซิเบล (เอ) ซึ่งผู้ที่ได้รับอันตรายจากมลภาวะทางเสียงโดยตรง คือ คนที่ทำกิจกรรมริมถนน

ในพื้นที่ริมถนน นอกจากได้รับเสียงดังจากการจราจรที่เกินค่ามาตรฐานแล้ว การประกอบกิจกรรมริมถนน เช่น การพูดคุย การฟังเพลง เป็นต้น ต้องใช้เสียงดังเพิ่มขึ้นประมาณ 8 เดซิเบล (เอ) เพื่อให้ได้ยินเสียงอย่างชัดเจน (ประสานสุข, 2551) อันส่งผลถึงการใช้เสียงในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น โดยไม่รับรู้ถึงผลเสียต่อสุขภาพที่ตามมา ดังคำกล่าวที่ว่า “คนส่วนใหญ่ไม่ตระหนักว่าสภาพแวดล้อมในชีวิตยุคใหม่ ดังมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อหูของตัวเองจนกระทั่งสายเกินไป สภาพแวดล้อมเดิมๆ ที่เราได้ยินเสียงเพียงเพื่อสันทนาการนั้นไม่มีอีกต่อไปแล้ว ทั้งการสวมหูฟังเพื่อรับฟังเสียงเป็นการส่วนตัว การชมคอนเสิร์ต สภาพแวดล้อมในบาร์ โรงภาพยนตร์ ล้วนดังมากและเป็นสิ่งที่เราเจอะเจอเป็นประจำในชีวิตประจำวัน”(acoustics, 2008; จิลล์ กรุนวาลด์, 2558) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟังเพลงโดยใช้หูฟังในปัจจุบัน ข้อมูลจากองค์การอานามัยโลก พบว่า คน 1,100 ล้านคนทั่วโลก อายุระหว่าง 12-35 ปี มีอาการสูญเสียการได้ยิน เนื่องจากการใช้หูฟังเป็นปัจจัยหลัก ส่งผลให้มีการเตือนต่อการฟังเพลงไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมงต่อวัน หรือปรับเสียงให้ดังเพียง 60 เปอร์เซ็นต์ของระดับเสียง ดังนั้นการลดใช้เสียงในการประกอบกิจกรรมริมถนน ควรลดเสียงดังในสิ่งแวดล้อม หมายถึง เสียงดังจากการจราจร เพื่อช่วยแก้ปัญหาการใช้เสียงดังจนส่งผลต่อสุขภาพ

การแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรของกรุงเทพมหานคร คือ การกำหนดมาตรการควบคุมระดับเสียงของเครื่องยนต์ จากรายงานการตรวจวัดระดับเสียงพื้นที่ริมถนนของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าไม่สามารถลดมลภาวะทางเสียงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากไม่สามารถควบคุมปริมาณของรถยนต์ในท้องถนนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้ นอกจากนี้ การแก้ปัญหาเสียงรบกวนที่พบเห็นได้ คือ การใช้คุณสมบัติของวัสดุเพื่อออกแบบกำแพงป้องกันเสียง เช่น กำแพงกั้นเสียงบนทางด่วน การออกแบบผนังอาคารให้สามารถดูดซับเสียงได้ เป็นต้น ซึ่งสามารถ

แก้ปัญหาได้เฉพาะพื้นที่และไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาระดับพื้นที่เมืองโดยรวม จึงเป็นที่มาของการศึกษาการใช้มาตรการทางผังเมืองเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร

การใช้มาตรการทางผังเมืองในการสร้างแนวทางการออกแบบ (urban design guidelines) เพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร ส่วนใหญ่ควบคุมในลักษณะอาคารประเภทบ้านเดี่ยว ที่สามารถออกแบบพื้นที่กิจกรรมให้มีผนังกำแพงป้องกันเสียงรบกวน ตัวอย่างเช่น แนวทางการออกแบบเพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร (A Guide to the Reduction of Traffic Noise For use by Builders ,Designers & Residents) (roads, 1994) มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบตำแหน่งการวางช่องเปิดอาคารและพื้นที่นอกอาคารให้สามารถใช้งานโดยไม่ได้รับเสียงรบกวนจากการจราจร การออกแบบลักษณะรั้ว การออกแบบตำแหน่งและสัดส่วนของรั้วหรือกำแพงกั้นเสียงในบริบทต่างๆ รวมถึงการใช้พื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ในการดูดซับเสียง นอกจากนี้ ในบริบทเมืองที่มีความหนาแน่น เช่น เมืองแวนคูเวอร์ รัฐบริติชโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา แก้ปัญหามลภาวะทางเสียงโดยการใช้คู่มือการควบคุมเพื่อลดมลภาวะทางเสียง (noise control manual)(acoustics, 2008) ที่ศึกษาลักษณะการเดินทางของเสียง สามารถส่งผลกระทบต่อคนที่อยู่บนอาคารสูง เนื่องจากการสะท้อนเสียงจากกำแพงถนนทั้งสองข้าง ดังนั้นจึงมีการสร้างแนวทางการออกแบบช่องเปิด หรือระเบียงในการลดเสียงรบกวนจากการจราจรให้กับพื้นที่ภายในอาคาร

จากบริบทการสร้างอาคารริมถนนในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่มีลักษณะอาคารประเภทตึกแถว ประกอบกิจกรรมบริเวณชั้น 1 เป็นหลัก ระยะถอยร่นหน้าอาคารไม่เกิน 5 เมตร อันส่งผลให้การใช้งานพื้นที่ ได้รับเสียงโดยตรงจากการจราจร ทั้งลักษณะการเปิดหน้าอาคารและการประกอบกิจกรรมหน้าอาคาร ซึ่งองค์ประกอบทางกายภาพเมืองริมถนน เช่น ลักษณะอาคาร ลักษณะที่ว่าง ระบบพื้นที่สีเขียว อุปกรณ์ประกอบถนน เป็นต้น มีผลอย่างมากต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของระดับเสียงจากการจราจร เป็นที่มาของการศึกษารูปแบบขององค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่สามารถลดมลภาวะทางเสียงในสิ่งแวดล้อม โดยใช้มาตรการทางผังเมืองในการออกแบบและควบคุม เพื่อให้สามารถแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมืองได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

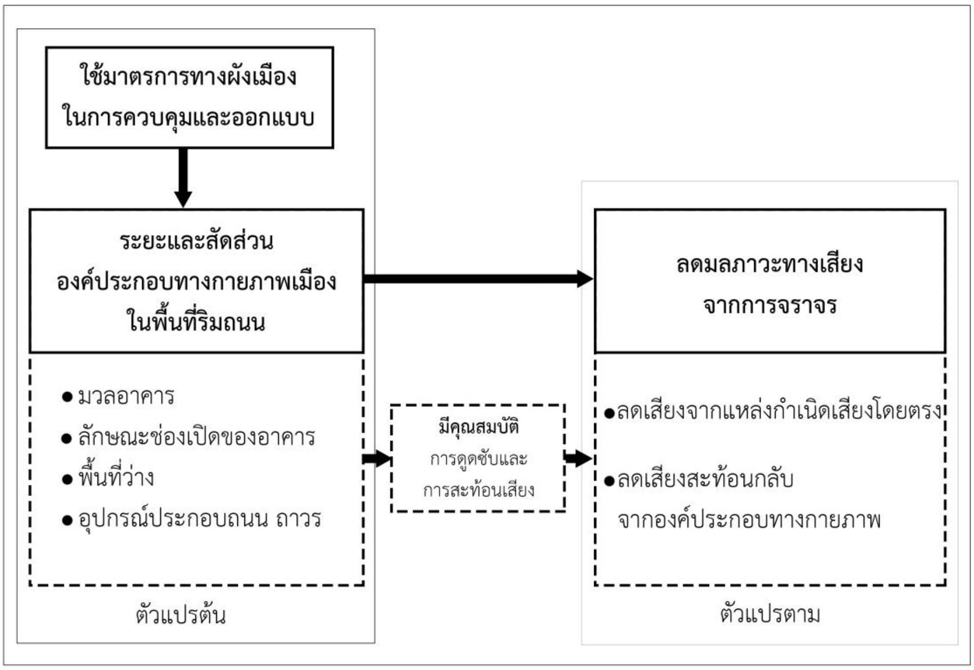
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. วิเคราะห์สถานการณ์มลถาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาลักษณะของการเกิดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในแต่ละย่าน
2. วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนนหลักของกรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพในเชิงพื้นที่เมือง ที่สามารถลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร
3. เสนอแนวทางการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนนเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพเมืองใน “พื้นที่ริมถนนสายหลัก” ทั่วกรุงเทพมหานคร ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร และสามารถใช้มาตรการทางผังเมืองในการออกแบบและควบคุมให้สามารถแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงในพื้นที่เมือง ซึ่งองค์ประกอบทางกายภาพเมืองริมถนน หมายถึงองค์ประกอบทางกายภาพ ที่พำนักอยู่อย่างถาวร ภายในพื้นที่ริมถนนถึงระนาบอาคารริมถนน โดยมีคุณสมบัติในการดูดซับและสะท้อนเสียง อันทำให้สามารถออกแบบเรื่องระยะและสัดส่วน เพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรได้

จากการศึกษาการใช้มาตรการทางผังเมืองในการแก้ปัญหามลภาวะทางเสียง ส่วนใหญ่ศึกษาในบริบทเมืองที่มีความหนาแน่นน้อย เช่น อาคารประเภทบ้านเดี่ยว และการป้องกันเสียงให้กับพื้นที่ภายในอาคาร แตกต่างจากบริบทในกรุงเทพมหานคร ที่มีการใช้งานอาคารประเภทตึกแถว ระยะถอยร่นไม่เกิน 5 เมตร เป็นส่วนใหญ่ กิจกรรมหลักอยู่บริเวณหน้าอาคาร อันส่งผลให้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ทำให้เกิดการศึกษาผ่านตัวแปร 4 ตัว ดังนี้ มวลอาคาร ลักษณะช่องเปิดของอาคาร ที่ว่าง และอุปกรณ์ประกอบถนนแบบถาวร ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง มีผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจรให้กับคนที่ประกอบกิจกรรมริมถนน ทั้งลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและเสียงจากการสะท้อนกลับขององค์ประกอบทางกายภาพ การวิจัยได้กำหนดความหมายของคำว่า ระยะและสัดส่วน ดังนี้ ระยะ หมายถึง ระยะจากริมถนนถึงระนาบหน้าอาคาร เช่น ระยะถอยร่นอาคาร ระยะริมถนน ระยะหน้าอาคาร เป็นต้น สัดส่วน หมายถึง ความกว้าง ความยาว ความสูง ขององค์ประกอบทางกายภาพ



รูปที่ 1 กรอบแนวคิด

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 พื้นที่ศึกษา

อ้างอิงพื้นที่เกิดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร จากจุดตรวจวัดระดับเสียง พื้นที่ริมถนนของกรมควบคุมมลพิษ โดยเปรียบเทียบ ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2549-2554 ซึ่งมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 18 พื้นที่ แบ่งออกได้ดังนี้

1. ย่านกลางเมือง
   ก. ย่านศูนย์กลางเมือง ได้แก่ ป้อมตำรวจอนุสาวรีชัยสมรภูมิ และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4
   ข. ย่านเมืองเก่า ได้แก่ ฝั่งพระนคร ป้อมตำรวจแม้นศรี ถนนบำรุงเมือง และ ฝั่งธนบุรี ป้อมตำรวจสี่แยก ถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก
   ค. ย่านการค้าเก่า ได้แก่ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช และพาหุรัด ถนนตรีเพชร
   ง. ย่านที่อยู่อาศัย ได้แก่ ป้อมตำรวจห้าแยกคลองเตย ถนนอาจณรงค์
2. ย่านชาญเมือง แบ่งตามถนนหลักเชื่อมพื้นที่เมืองอื่น
   ก. เชื่อมนนทบุรี ปทุมธานี ได้แก่ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนน วิภาวดี-รังสิต และป้อมตำรวจสี่แยกเกษตร ถนนพหลโยธิน
   ข. เชื่อมมีนบุรี ลาดกระบัง ได้แก่ ป้อมตำรวจสี่แยกลำสาลี ถนนรามคำแหง การเคหะชุมชนดินแดง ถนนดินแดง และสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ถนนลาดพร้าว
   ค. เชื่อมสมุทรปราการ ชลบุรี ได้แก่ สถานีตำรวจนครบาลพระโขนง ถนนสุขุมวิท ซอย 77
   ง. เชื่อมสมุทรสงคราม นครปฐม ได้แก่ ป้อมตำรวจสามแยก ถนนสุขสวัสดิ์-ประชาอุทิศ ป้อมตำรวจสี่แยกมไหศวรรย์ ถนนตากสิน และวงเวียน 22 ถนนสันติภาพ
3. ย่านอื่นๆ (ย่านอาคารสูง)
   ก. ถนนสีลมและถนนอโศกมนตรี

1.4.2 ข้อตกลงเบื้องต้นในงานวิจัย

1.4.2.1 พื้นที่มลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร

อ้างอิงพื้นที่เกิดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร จากจุดตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ ใช้จุดตรวจวัดในพื้นที่ริมถนนสายหลักทั่วกรุงเทพมหานคร ซึ่งทำการศึกษาพื้นที่ริมถนน คือ พื้นที่จาก

ถนนถึงระนาบอาคารริมถนน โดยคำนึงถึง ระยะและสัดส่วน ขององค์ประกอบทางกายภาพของพื้นที่ริมถนนเป็นหลัก

1.4.2.2 องค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่สงผลต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

การศึกษาองค์ประกอบกายภาพเมืองที่ส่งผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียง ควบคุมระดับเสียงจากการจราจรให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจากองค์การอนามัยโลก ในระยะเวลากลางวันต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง (ระยะเวลาในการทำงาน) เพื่อให้ลดการใช้เสียงดัง ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนใช้พื้นที่ริมถนน โดยแบ่งองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในการศึกษา ดังนี้

1. มวลอาคาร
    ก. ความสูงอาคารและความกว้างถนน (กฎหมายความสูงอาคาร (H=2H+FAR))
2. ลักษณะช่องเปิดของอาคาร
    ก. ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร
    ข. ลักษณะการเปิดหน้าร้าน
3. พื้นที่ว่าง
    ก. ช่องว่างระหว่างอาคาร
    ข. ระยะถอยร่นอาคาร (กฎหมายระยะถอยร่นอาคาร)
4. อุปกรณ์ประกอบถนน ถาวร
    ก. ไม้พุ่ม
    ข. อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ เช่น ตู้โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การตรวจวัดระดับเสียงด้วย เครื่องตรวจวัดเสียง (Sound Level Meter) มาตรฐาน IEC 651 Type 2 (International Electrotechnical Commission 651 Type 2) อุปกรณ์เสริมคือฟองน้ำกันลมและขาตั้ง

1.4.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. การตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น ตามพื้นที่ศึกษา อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ เพื่อสร้างเกณฑ์และเงื่อนไขในการตรวจวัดองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน ที่ส่งผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร
2. การสำรวจพื้นที่และตรวจวัดระดับเสียงจริง ตามเกณฑ์ที่สร้างจากการตรวจวัดเบื้องต้นและการทบทวนทฤษฎีและมาตรการทางผังเมือง ที่สามารถควบคุมการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ช่วยลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยการตรวจวัดระดับเสียงจากพื้นที่ริมถนนถึงบริเวณหน้าอาคาร เพื่อดูการเพิ่มลดของเสียง เมื่อใกล้กับองค์ประกอบทางกายภาพเมืองแต่ละชนิด ทำการตรวจวัดซ้ำให้แตกต่างทั้งวันและเวลา และทำการค้นหาองค์ประกอบเดียวกันในพื้นที่เมืองอื่นๆ เพื่อทำการตรวจวัด
3. การสรุปผลการตรวจวัดข้อมูล นำการตรวจวัดทั้งหมดมาสร้างกราฟการเดินทางของเสียงจากพื้นที่ริมถนนถึงระนาบอาคาร จากนั้นนำทฤษฎีการการเดินทางของเสียง ทั้งทฤษฎีการสะท้อนเสียงและการดูดซับเสียง ทำการพิสูจน์กราฟที่ได้ แบ่งออกเป็นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและเสียงจากการสะท้อนจากองค์ประกอบทางกายภาพ และนำมาหาข้อสรุปรูปแบบขององค์ประกอบ ที่สามารถช่วยลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรได้
4. การสร้างเงื่อนไขจากออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง เพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยคำนึงถึงบริบทในแต่ละย่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 นิยามศัพท์

1. องค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน หมายถึง องค์ประกอบทุกอย่างของเมืองที่สามารถจับต้องและออกแบบได้ ตั้งแต่บริเวณถนนถึงระนาบอาคารริมถนน ซึ่งตั้งอยู่อย่างถาวร เช่น มวลอาคาร ที่ว่าง ระบบพื้นที่สีเขียว อุปกรณ์ประกอบถนน เป็นต้น
2. มลภาวะทางเสียงจากการจราจร หมายถึง เสียงดัง หรือเสียงรบกวน จากพื้นที่ถนนทั้งหมด อันก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินและผลเสียอื่นๆ เช่น โรคเกี่ยวกับความเครียด แผลในกระเพาะอาหาร ต่อมไทรอยเป็นพิษ โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เป็นต้น
3. เดซิเบล (เอ) หมายถึง หน่วยของการวัดระดับเสียงจากเครื่องวัดเสียง ที่สร้างเลียนแบบลักษณะการรับรู้ของหูมนุษย์ โดยจะตัดความถี่ต่ำ และความถี่สูงของเสียงที่เกินกว่ามนุษย์จะได้ยินออกไป อยู่ในระดับ 0-140 เดซิเบล (เอ)

4. เสียงในสิ่งแวดล้อม หมายถึง เสียงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมทั้งหมด ซึ่งเป็นเสียงที่ไม่ตั้งใจในการรับรู้หรือไม่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร เช่น เสียงจากการจราจร เสียงเครื่องจักร เป็นต้น

5. การเดินทางของเสียง หมายถึง การเดินทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเข้าสู่ผู้รับเสียงโดยตรง หรือการเดินทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ผ่านองค์ประกอบทางกายภาพเมือง เข้าสู่ผู้รับเสียง ซึ่งการเดินทางผ่านองค์ประกอบทางกายภาพเมืองจะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงเปลี่ยนแปลงไป ตามคุณสมบัติทางกายภาพของเสียง เช่น การดูดซับและการสะท้อนเสียง ซึ่งคุณสมบัตินี้จะทำให้ความดังเสียงเพิ่มขึ้นและลดลงได้

6. การสะท้อนเสียง หมายถึง คลื่นเสียงเดินทางมาตกกระทบวัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง ทำให้เสียงสะท้อนกลับมายังทิศทางเดิม “คลื่นเสียงตกกระทบเหมือนลูกบอลที่ตกกระทบกำแพงแล้วสะท้อนกลับออกมา” (Merken M., 1989) การสะท้อนเสียงมีคุณสมบัติ คือ เสียงตกกระทบจะเท่ากับเสียงสะท้อน และมุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อน

7. การดูดซับเสียง หมายถึง ความสามารถของวัสดุในการดูดกลืนพลังงานเสียงและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน (Olivo CT and Olivo TP, 1978) โดยวัสดุที่สามารถดูดซับคลื่นเสียงได้ดีจะเป็นวัสดุจำ พวกเส้นใย และวัสดุพรุน

8. ลักษณะช่องเปิดของอาคาร พิจารณาความหมายและเจตนารมณ์ตาม กฎหมายควบคุมอาคาร ช่องเปิด หมายถึง ประตู หน้าต่าง ช่องแสง เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยจะรวมถึง ส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร ที่มีลักษณะเหมือนกับช่องเปิดจากประตู คือ ได้รับการสะท้อนเสียงจากด้านบน

9. ระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ แบ่งออกเป็น 2 คำดังนี้ ระยะ หมายถึง ระยะจากริมถนนถึงระนาบหน้าอาคาร เช่น ระยะถอยร่นอาคาร ระยะริมถนน ระยะหน้าอาคาร เป็นต้น สัดส่วน หมายถึง ความกว้าง ความยาว ความสูง ขององค์ประกอบทางกายภาพ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การศึกษามลภาวะทางเสียงในพื้นที่เมืองริมถนนกรุงเทพมหานคร ทำให้เกิดการสำรวจและตระหนักถึงผลเสียของมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมืองปัจจุบัน

2. ข้อมูลจากงานวิจัยนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจของการเกิดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมือง และสามารถพัฒนาข้อมูล เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงในสิ่งแวดล้อมรูปแบบอื่นในพื้นที่เมืองได้

3. สามารถใช้แนวคิดทางผังเมืองช่วยแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในระดับพื้นที่เมืองได้

4. ข้อมูลจากงานวิจัยสามารถนำไปใช้ในการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่ช่วยลดมลภาวะทางเสียง และประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ในบริบทที่ใกล้เคียง

5. ข้อมูลจากงานวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างนโยบายทางผังเมืองเพื่อเสนอต่อองค์กรภาครัฐที่มีอำนาจในการจัดการเรื่องมลภาวะเมือง

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเสียง

2.1.1. เสียงดังที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง

เสียง (sound) เป็นสิ่งที่มนุษย์รับรู้ผ่านทางระบบการได้ยิน (aural sensation system) ประโยชน์ของเสียงคือใช้ในการติดต่อสื่อสารและเพื่อความบันเทิงใจ เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุจนเกิดพลังงาน (เกิดคลื่นเสียง) และถ่ายทอดพลังงานนั้นมากับโมเลกุลของอากาศด้วยการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศ (การเปลี่ยนความดันบรรยากาศ) จนเคลื่อนที่เข้ามายังแก้วหูทำให้สามารถจำแนกเสียงต่างๆได้

เสียงรบกวน (noise) คือ เสียงในสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตไม่ต้องการได้ยินหรือไม่ต้องการรับรู้ ก่อให้เกิดความรำคาญ หรือบางทีทำให้เกิด มลภาวะทางเสียง (noise pollution) คือ เสียงดังเกินปกติหรือเสียงดังต่อเนื่องจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆทั้งด้านกายภาพและจิตใจ แต่เสียงรบกวนบางเสียงขึ้นอยู่กับความชอบของแต่ละบุคคลเช่น บางคนชอบไปดูคอนเสิร์ต ร้องคาราโอเกะเสียงดังเพื่อการผ่อนคลาย แต่เสียงเหล่านี้โดยทั่วไปจัดเป็นเสียงรบกวน ถ้ามีการฟังต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง ขึ้นอยู่กับระดับความดังของเสียงสะสม จนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพกายและจิตใจ

2.1.2. การรับรู้เสียง

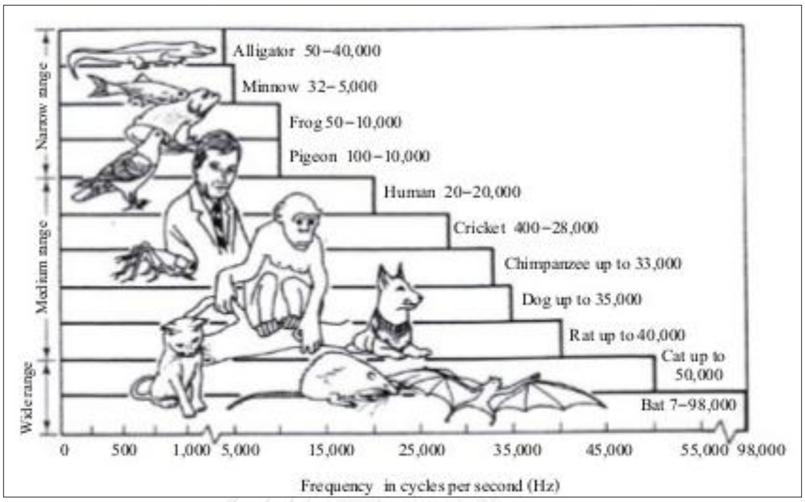
สมบัติทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวกับการได้ยินเสียงของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ทำให้เข้าใจการเกิดและการรับรู้ของเสียงอยู่ 2 อย่างคือ ความดังเสียง (loudness) และความถี่เสียง (frequencies of sound)

ความดังเสียง (loudness) คือ ความรู้สึกที่คนได้ยินว่าดังมากหรือน้อย (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556) สามารถบอกระดับความดังเสียงด้วยค่าตัวเลข ที่ใช้กันทั่วไปในหน่วย เดซิเบล (decibel) คือหน่วยแสดงระดับเสียงที่หูมนุษย์ได้ยิน โดยวัดจากการเปลี่ยนความดันบรรยากาศ (sound pressure) ที่เกิดขึ้น ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานสากล (ISO 226:1987) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความถี่เสียง (frequencies of sound) คือจำนวนครั้งของความดันบรรยากาศตามลักษณะการอัดขยายของโมเลกุลอากาศของการเคลื่อนที่เสียงในหนึ่งวินาที ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ต่างกันทำให้การสั่นสะเทือนของวัตถุในตอนแรกของการเกิดเสียงต่างกัน ตามมาด้วยการอัดขยายของโมเลกุลอากาศต่างกัน ยิ่งอัดขยายมากในหนึ่งวินาทีจะทำให้ความถี่สูง เกิดเสียงแหลม และอัดขยายน้อยในหนึ่งวินาทีความถี่ต่ำทำให้เกิดเสียงทุ้ม โดยทั่วไปมนุษย์สามารถรับรู้เสียงแหลมได้ดีกว่าเสียงทุ้ม ความถี่มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์

มนุษย์สามารถรับรู้ความถี่เสียงที่มีค่าจำกัดอยู่ที่ 20-20,000 เฮิรตซ์ โดยสิ่งมีชีวิตอื่นก็จะสามารถรับรู้ความถี่เสียงที่แตกต่างกันไป เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ เรียกว่า เสียงอัลตร้าซาวด์ (ultrasound) มนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไม่สามารถได้ยิน ถ้าได้รับความถี่เสียงโดยตรงอาจทำให้เกิดอาการปวดศีรษะและทำอันตรายต่อหูได้ แต่สามารถถูกกีดขวางได้โดยอุปกรณ์ป้องกันเสียงหรือผนังต่างๆ นำมาใช้ในงานเชื่อมพลาสติก การทำความสะอาดและการตรวจเช็ควัสดุ ส่วนที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่า เสียงอินฟราซาวด์ (infrasound) มนุษย์ไม่สามารถได้ยินแต่รับรู้โดยการสั่นสะเทือน (vibration)



รูปที่ 2 ความถี่ของคลื่นเสียงกับการได้ยินของสิ่งมีชีวิต

ที่มา : Wilson, 1994, p.144

2.1.3. เครื่องวัดเสียง

เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meters) คือเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องวัดเสียงมี 4 ส่วน ดังนี้ ไมโครโฟนชนิดทุกทิศทาง (Omnidirectional Microphone) ชุดขยายสัญญาณ (Preamplifier และ Amplifier) วงจรถ่วงน้ำหนัก (Weighting Networks) และมาตรวัด (Meter) โดยเครื่องวัดเสียงจะประมวลผลออกมาเป็นตัวเลขและอ่านค่าในหน่วยเดซิเบล มีการกำหนดมาตรฐานของเครื่องวัดเสียงของประเทศต่างๆ โดยมีองค์กรสำคัญคือ IEC (International Electrotechnical Commission) เพื่อความแม่นยำในการใช้เครื่องวัดเสียง

ที่มา : คู่มือการอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ

โดยปกติการได้ยินของมนุษย์ไม่สามารถรับรู้เสียงที่มีความถี่ต่ำมากๆและความถี่สูงมากๆได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยเครื่องวัดเสียงที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับการได้ยินและการตอบสนองของหูมนุษย์ จึงต้องพิจารณาวงจรถ่วงน้ำหนัก (Frequency weighting) หรือวงจรปรับค่าความถี่เสียงให้เหมาะสมกับการรับรู้ความถี่เสียงของมนุษย์ร่วมในการวัดเสียง วงจรถ่วงน้ำหนักมีหลายวงจรด้วยกัน วงจรที่ยังใช้ในปัจจุบันคือวงจร เอ บี ซี ดี ซึ่งส่วนใหญ่ใช้วงจรถ่วงน้ำหนักเอ เครื่องวัดเสียงจะวัดออกมาในหน่วยเดซิเบล (เอ) กล่าวสรุปง่ายๆคือ หน่วยเดซิเบล (เอ) เป็น

หน่วยที่ตัดความถี่ต่ำและความถี่สูงของเสียงที่เกินกว่ามนุษย์จะได้ยินออกไป ทำให้ได้ค่าเทียบเคียงกับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปมนุษย์จะได้ยินเสียงที่ 0-140 เดซิเบล (เอ)

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับเสียงมีหลายชนิดทั้งการตรวจวัดความดังเสียงและตรวจวัดความถี่เสียง ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังนี้

1. เครื่องวัดระดับความดังของเสียง (Sound Level Meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล (เอ) มีวงจรถ่วงน้ำหนัก โดยทั่วไปที่นิยมผลิตคือวงจรถ่วงน้ำหนัก (Weighting Networks) คือ A ,B และ C

2. เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทก (Impulse or Impact Noise Meter) เสียงกระทบ หรือกระแทก เป็นเสียงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ แล้วหายไปเหมือนกับเสียงปืน เช่น เสียงตอกเสาเข็ม เครื่องวัดระดับเสียงโดยทั่วไป อาจมีความไวไม่เพียงพอในการตอบสนองต่อเสียงกระแทก จึงควรใช้เครื่องวัดเสียงกระทบหรือกระแทกโดยเฉพาะ

3. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise Dosimeter) เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดระดับเสียงที่มีความดังเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาในการทำงาน โดยเครื่องวัดชนิดนี้จะทำการบันทึกระดับเสียง ระยะเวลาที่ได้สัมผัสที่ระดับความดังต่างๆ ตลอดเวลา พร้อมคำนวณปริมาณเสียงสะสมที่ผู้สัมผัสเสียงได้รับ

4. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Frequency Analyzer) เป็นเครื่องที่สามารถวิเคราะห์ความดังเสียงในแต่ละความถี่ได้ สามารถนำผลการตรวจวัดไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการควบคุมเสียง (Noise Control) เช่น การเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงหรือการปิดกั้นทางผ่านของเสียง และการเลือกปลั๊กอุดหูหรือที่ครอบหูที่เหมาะสมได้ เป็นต้น

รูปที่ 3 เครื่องมือการตรวจวัดความดังเสียงและตรวจวัดความถี่เสียง

นอกจากในส่วนของเครื่องมือในการตรวจวัดเสียงแล้ว อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียงก็มีความสำคัญ เพื่อให้ได้ค่าการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งอุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียงคือ อุปกรณ์ปรับความถูกต้องของเครื่องวัดเสียง (Noise Calibrator) ฟองน้ำกันลม (wind Screen) และขาตั้ง (Tripod)

รูปที่ 4 อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียง

2.1.4 สรุปเรื่องเสียงและการรับรู้เสียง

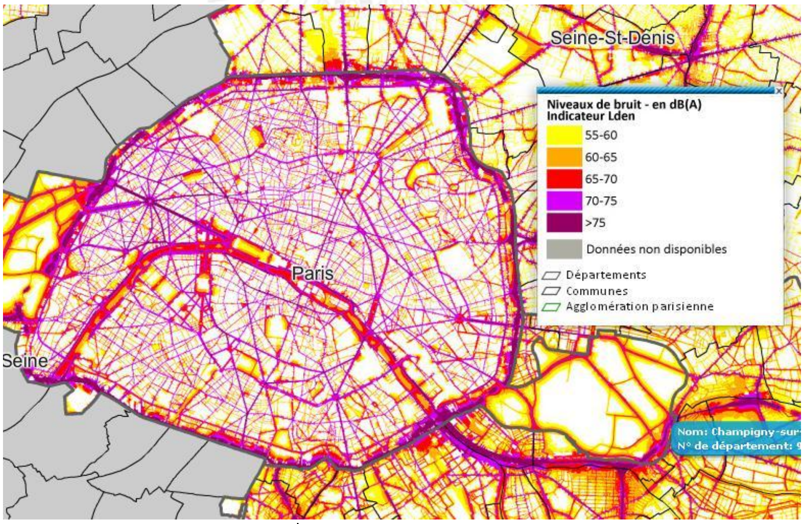
โดยสรุปแล้วการรับรู้ของร่างกายต่อเสียงที่ดังมากเกินความต้องการ จนทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้รับเสียง มีปัจจัยหลักอยู่ 3 อย่าง ที่ทำให้มีการสูญเสียการได้ยิน ได้แก่ ระดับความดังเสียง คือ ค่าความดังเสียงที่ทำให้เกิดอันตรายอยู่ที่ระดับเสียงดัง 90-140 เดซิเบล (เอ) ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดความผิดปกติของการได้ยินหรือที่เรียกว่าหูตึง ต่อมาคือความถี่เสียง ยิ่งความถี่สูง ทำให้ระดับการได้ยินเปลี่ยนได้มาก มนุษย์สามารถรับรู้เสียงในช่วงความถี่ 20-6000 เฮิรตซ์ สุดท้าย คือ ระยะเวลาในการสัมผัสเสียง ถือเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่เป็นสาเหตุความผิดปกติของการรับรู้เสียงอย่างมาก ซึ่งองค์การอนามัยโลกรายงานว่าถ้าสัมผัสเสียงที่ 85 เดซิเบล (เอ) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี มีโอกาสจะเกิดหูเสื่อมร้อยละ 1 แต่ถ้าสัมผัสเสียงในระยะเวลา 10 ปี โอกาสที่จะเกิดหูเสื่อมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3 และถ้าสัมผัสเสียงในระยะเวลา 15 ปี โอกาสจะเกิดหูเสื่อมเพิ่มร้อยละ 5 แสดงว่าโอกาสการเกิดความผิดปกติของการได้ยินหรือหูเสื่อมขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการสัมผัส ยิ่งนาน ยิ่งมีโอกาสมาก

จากการศึกษาระยะเวลาที่สัมผัสเสียง ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีระดับความดังเสียงเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการสัมผัสเสียงต้องลดลงอย่างมาก เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้รับเสียง ซึ่งมีค่ามาตรฐานการใช้เสียงขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) เป็นพื้นฐานของกฎหมายที่บังคับใช้ในสหภาพยุโรปหลายประเทศ ดังตารางที่ 2.1.1 จากตารางจะเห็นว่าเสียงดังจากการจราจร 70 เดซิเบล (เอ) สามารถรับเสียงดังได้ 24 ชั่วโมง พอมีการเพิ่มเสียงดังขึ้นเป็น 85 เดซิเบล (เอ) จะสามารถรับเสียงดังได้ 8 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งถือว่าระยะเวลาลดลงถึง 3 เท่า จากข้อมูลค่ามาตรฐานการควบคุมความดังเสียงและระยะเวลาต่อเนื่อง ประเทศฝรั่งเศสนำข้อมูลมาเสนอในรูปแบบของแผนที่เสียง (noise map) เพื่อใช้เตือนและควบคุมมลภาวะทางเสียงในประเทศ โดยการติดตั้งเครื่องวัดเสียง ตามสถานที่ต่างๆ ที่เกิดเสียงดังเกินค่ากำหนดจะถูกลงโทษ และมีมาตรการควบคุมกิจกรรมเพื่อไม่เกิดให้มลภาวะทางเสียงรบกวน เช่น วันหยุดและสุดสัปดาห์ห้ามใช้เครื่องตัดหญ้า ในแถบย่านที่อยู่อาศัย ห้ามใช้เครื่องยนต์ รถยนต์เก่าที่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานการใช้เสียงขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization)
ที่มา : http://www.bangkokhealth.com/

เสียงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	ความดังไม่เกิน (เดซิเบล)	เวลา (ชั่วโมง)
เสียงนอกบ้าน เดือดร้อนรำคาญ	50-55	16
เสียงในบ้านเพื่อการได้ยินที่ดี	35	16
เสียงในห้องนอนไม่ให้รบกวนการหลับ	30	8
เสียงในห้องเรียน	35	เวลาเรียน
เสียงในโรงงาน-การจราจร	70	24
เสียงดนตรีผ่านหูฟัง หูจะเสีย	85	8
เสียงในพิธีการ งานวัด สถานบันเทิง	100	4
MP3	105	1



รูปที่ 5 Noise Maps of Paris

ที่มา: (PARIS, 2011)

2.2 สาเหตุที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง

สาเหตุของการเกิดผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อผู้รับเสียงแบ่งออกเป็นสามช่วงคือ แหล่งกำเนิดเสียง ทางผ่านของเสียง และผู้รับเสียง

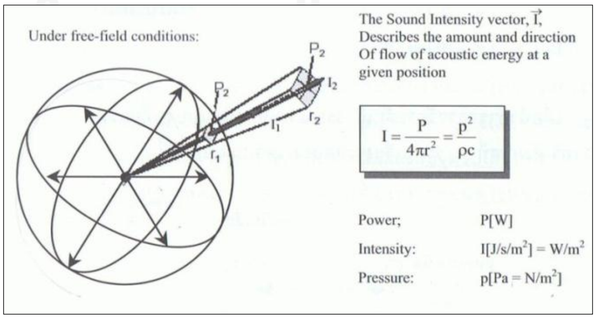
2.2.1. แหล่งกำเนิดของเสียงรบกวน

1. เสียงรบกวนจากกาคมนาคม ได้แก่ เสียงที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ เรือ และอากาศยาน
2. เสียงรบกวนจากอุตสาหกรรม คือ เสียงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม รวมทั้งอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นต้น
3. เสียงรบกวนภายในชุมชน เช่นเสียงจอแจในตลาด เสียงรถขายของชำ เป็นต้น
4. เสียงรบกวนเพื่อความบันเทิง เช่น เสียงพลุ เสียงประทัด เสียงในงานรื่นเริง เสียงคอนเสิร์ต

(รัฐพล อ้นแฉ่ง,2554)

การเกิดเสียงในพื้นที่เมืองไม่สามารถตรวจวัดเสียง โดยการแยกแหล่งกำเนิดได้ เสียงที่เกิดขึ้นจะเป็นเสียงรวมจากแหล่งกำเนิดทั้งหมด ดังนั้นการตรวจวัดเสียงจึงมีการแยกแหล่งกำเนิดเสียงออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดแบบจุด (point source) เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่กระจายพลังงานเสียงออกไปทุกทิศทางแบบเป็นรัศมีของทรงกลม ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ณ. จุดรับเสียงระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบล เรียกการลดลงของเสียงตามระยะทางนี้ว่า การลดทอนเสียง (ศิวพันธุ์,2556) ตัวอย่างแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด เช่น เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องขยายเสียง เครื่องเสียง เป็นต้น

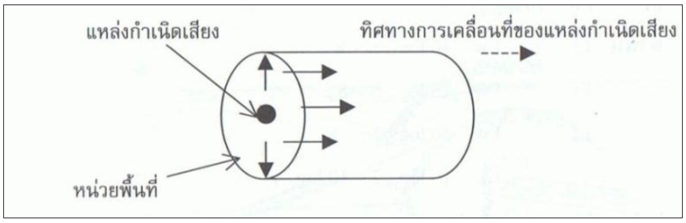


รูปที่ 6 แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด

ที่มา : (Bruel & Kjaer CO., 1998)

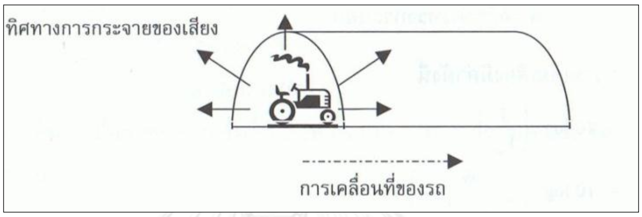
2. แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น (line source) เสียงจะเดินทางแบบแหล่งกำเนิดแบบจุด คือ กระจายจากจุดศูนย์กลางทุกทิศทาง แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงมีการเคลื่อนที่ เช่น รถยนต์ขนาดวิ่งบนถนน รถไฟ เรือยนต์ เครื่องบิน ทำให้การกระจายพลังงานเสียงเป็นรูปทรงกระบอกจากแนวกึ่งกลางของแหล่งกำเนิด แต่เสียงจากการจราจรการเคลื่อนที่ของรถยนต์บนท้องถนน ทำให้เกิดแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้นเป็นลักษณะของครึ่งวงกลม

ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ณ. จุดรับเสียง ระดับเสียงจะลดลง 3 เดซิเบล (เอ) (ศิวพันธุ์,2556)



รูปที่ 7แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น

ที่มา : (Bruel & Kjaer CO., 1998)



รูปที่ 8 แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร

ที่มา : (Bruel & Kjaer CO., 1998)

3. แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (area source) เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่มีการแผ่กระจายพลังงานเสียงออกจากแหล่งกำเนิดเสียงในแนวระนาบ ขอบเขตกว้าง ดังนั้นระยะทางจึงไม่มีผลหรือไม่สามารถตรวจการลดทอนเสียงได้ ได้แก่พื้นที่ในชุมชน โรงเรียน ถนนที่มีขนาดกว้าง

นอกจากนี้ เสียงในพื้นที่เมืองสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ เสียงที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่งเสียงปกติที่สามารถได้ยินจากการสนทนาต้องมีระยะห่างประมาณ 3 ฟุต (วิกิพีเดีย) และเสียงในสิ่งแวดล้อม เป็นเสียงที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ การเพิ่มขึ้นของความดังเสียงที่ 1 เดซิเบล (เอ) เป็นค่าที่ต่ำที่สุดที่เราจะสามารถสังเกตความดังเสียงที่เพิ่มขึ้นได้ ถ้าต้องการให้ผู้ฟังเสียงรู้สึกถึงความดังที่เพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจนต่อเมื่อระดับเสียงเพิ่มขึ้น 8 เดซิเบล (เอ)

รูปที่ 9 การเพิ่มของระดับเสียงและการรับรู้เสียง

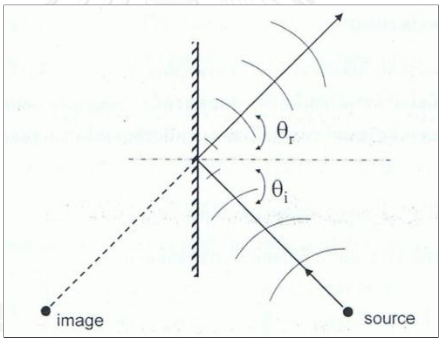
ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ)

ดังนั้น ถ้าเสียงในสิ่งแวดล้อมที่ระดับ 70 เดซิเบล(เอ) (ค่าควบคุมมาตรฐานริมถนนที่มีการจราจรค่อนข้างคับคั่ง) มนุษย์จำต้องพูดด้วยความดังที่ 78 เดซิเบล(เอ) (ถือเป็นเสียงที่ใช้ตะโกน) เพื่อให้สามารถเข้าใจการสื่อสารระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารนั้น หมายถึง ต้องสื่อสารดังกว่าการสื่อสารปกติ (เสียงการสนทนาปกติของคนมนุษย์อยู่ที่ประมาณ 18 เดซิเบล (เอ) ถึง 60 เดซิเบล (เอ))

2.2.2 ทางผ่านเสียง

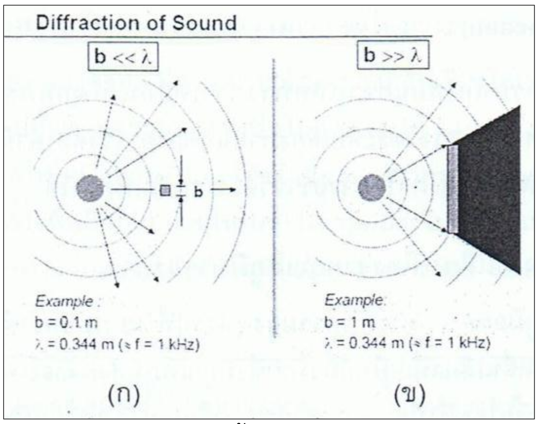
ถ้าจะกล่าวถึงทางผ่านเสียงจะต้องมีการพูดถึงการเดินทางของเสียงและวัตถุที่เสียงมากระทบ ดังนั้นต้องมีการศึกษาคุณสมบัติของเสียงเมื่อกระทบกับวัตถุ ซึ่งทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไป คุณสมบัติทางกายภาพของเสียง ได้แก่

1. การสะท้อน (reflection) เมื่อมีเสียงตกกระทบกับวัตถุที่เปรียบเสมือนสิ่งกีดขว้าง จะมีค่าเท่ากับเสียงที่สะท้อนออกไป มุมของการตกกระทบจะเท่ากับมุมที่สะท้อน สิ่งกีดขว้างที่เกิดเสียงสะท้อนได้ดีมีคุณสมบัติ คือ มีผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน ไม่เป็นเส้นใย มีความหนาแน่นสูง ปัจจุบันใช้คุณสมบัตินี้ในการออกแบบกำแพงกั้นเสียง



รูปที่ 10 การสะท้อนของคลื่นเสียงที่ทำมุมกับสิ่งกีดขวาง
ที่มา : (Bruel & Kjaer CO., 1998)

2. การเลี้ยวแบน (diffraction) เมื่อเสียงตกกระทบกับวัตถุที่มีลักษณะกั้นเสียง แต่มีขนาดเล็กไม่สามารถสะท้อนออกไปได้ทั้งหมด ทำให้เสียงที่เหลือเกิดการเลี้ยวแบนให้พ้นจากวัตถุ เกิดพื้นที่อับเสียง คือ พื้นที่ด้านหลังสิ่งกีดขวางดัง สามารถใช้ประโยชน์จากลักษณะของพื้นที่อับเสียงได้



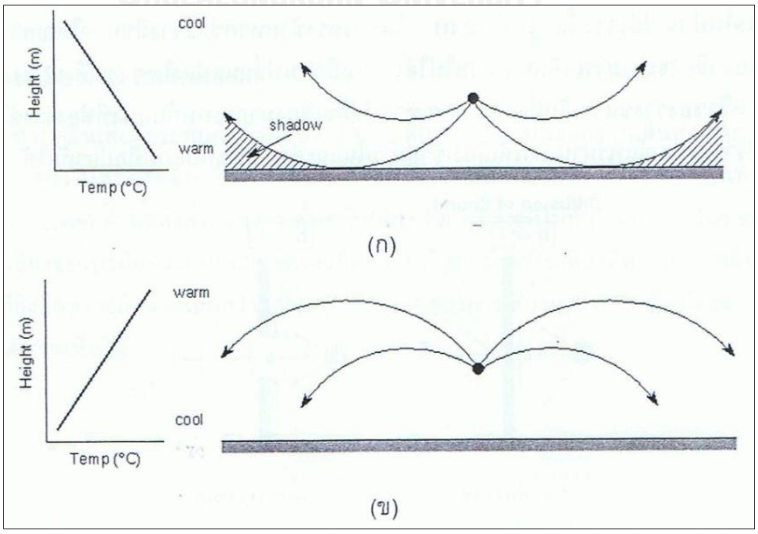
รูปที่ 11 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง

กรณี (ก) สิ่งกีดขวางเล็กกว่าความคลื่น กรณี (ข) สิ่งกีดขวางใหญ่กว่าความยาวคลื่น

ที่มา : (Bruel & Kjaer CO., 1998)

3. การหักเห (refraction) ในพื้นที่เมืองคลื่น เสียงสามารถเคลื่อนที่ออกจากทิศทางในการเคลื่อนที่ปกติ โดยได้รับอิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วลม ซึ่งถ้ามีการตรวจวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร ควรมีการคำนึงถึงปรากฏการณ์นี้ ที่จะทำให้การตรวจวัดเกิดความผิดพลาดได้ ลักษณะการหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากอุณหภูมิอากาศ เกิดใน 2 ลักษณะ

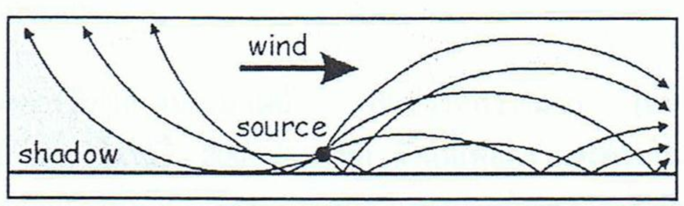
ก. เมื่อบริเวณผิวโลกมีอุณหภูมิสูงและค่อยๆลดลงเมื่ออุณหภูมิลอยสูงขึ้น ทำให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่หักเหออกด้านบน เนืองจากอุณหภูมิที่สูงจะทำให้เคลื่อนเสียงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า ไปยังอุณหภูมิที่ตำกว่า ทำให้เกิดพื้นที่อับเสียง ใกล้พื้นผิวโลก คนที่อยู่บริเวณนี้จะไม่ได้ยินเสียง แม้ว่าจะมองเห็นแหล่งกำเนิดเสียงก็ตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าบริเวณผิวโลกมีอุณหภูมิที่ต่ำและค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลอยสูงขึ้น ทำให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่หักเหลงสู่ผิวโลก เนื่องจากคลื่นเสียงคลื่นที่ได้ช้าเมื่ออุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 12 การหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิในบรรยากาศ

ที่มา : Russell,2006 ; Truax,1999

ข. ลักษณะการหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากความเร็วลมในบรรยากาศ ในสภาวะทั่วไป ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจากพื้นโลก ซึ่งจะส่งผลคือ ในทิศทางต้านลมคลื่นเสียงจะเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดโค้งตัวสูงขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ (downwind sound speed) ทำให้เกิดพื้นที่อับเสียงบริเวณผิวโลก ส่วนทิศทางตามลมคลื่นเสียงจะเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดโค้งตัวต่ำลงสู่พื้นโลก (downwind sound speed) ทำให้ไม่เกิดพื้นที่อับเสียง



รูปที่ 13 การหักเหของคลื่นเสียงเนื่องจากอิทธิพลของความเร็วลมในบรรยากาศ

ที่มา : Salomons,2006

นอกจากนี้ ปัจจัยที่สามารถลดเสียง คือ คุณสมบัติวัตถุที่เสียงตกกระทบ ที่สามารถดูดซับเสียง เป็นวัสดุที่มีรูพรุน หรือวัสดุที่มีเส้นใย ในปัจจุบันได้มีการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับเสียงอย่างมาก เพื่อแก้ปัญหาเสียงสะท้อน และการลดระดับเสียง เช่น ผนังอาคาร ผนังห้องห้องซ้อมดนตรี เป็นต้น ซึ่งมีการศึกษาว่าด้วยเรื่องวัสดุต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงหรือดูดกลืนเสียงได้ต่างกัน

ประสิทธิภาพการดูดกลืนเสียง	NRC	วัสดุชนิดต่างๆ
มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสูง	1.0	
	0.9	วัสดุที่ได้รับการออกแบบพิเศษ ให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงสูง
	0.8	
	0.7	
	0.6	ฝ้าเพดานที่มีความพรุนสูง นวมหุ้มเก้าอี้ในห้องประชุม
	0.5	ม่านหนา กระจก เบาะหุ้มเก้าอี้
	0.4	
มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงปานกลาง	0.3	พื้นดินที่เรียบ ผู้ฟังที่นั่งเก้าอี้ไม้หรือโลหะ พรมหนาบนพื้นคอนกรีต
	0.2	
สะท้อนเสียง	0.1	เก้าอี้ไม้หรือเหล็กที่ไม่มีคนนั่ง พรมที่มีน้ำหนักเบา ต้นไม้ ม่านบาง
	0	หน้าต่างกระจก ขอบหน้าต่างไม้ ปูนพปลาสเตอร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด คอนกรีตฉาบเรียบ อิฐเคลือบสี หินอ่อน กระเบื้องแก้ว ผิวน้ำ

รูปที่ 14 ชนิดของวัสดุและประสิทธิภาพการดูดซับเสียง

ที่มา : Noise Reduction Coefficient, NRC (Cowan, 1994; transportation, 1995)

2.2.3. ผู้รับเสียง

ผู้รับเสียง คือ ผู้ที่รับรู้การได้ยินเสียง อันส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ถึงแม้ว่า ผลกระทบทางเสียงจะไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต แต่สามารถส่งผลต่อคุณภาพชีวิตได้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเสียง ดังนี้

1. ความเข้มของเสียง (intensity) เสียงที่มีความเข้มสูงคือเสียงที่ดังมาก มีผลให้มีการทำลายประสาทหูได้มาก
2. ความถี่ของเสียง (frequency) เสียงที่มีความถี่สูงคือเสียงแหลม จะทำลายประสาทหูได้มากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ มนุษย์จะสูญเสียงที่ความถี่เสียง 4000 เฮิรตซ์ก่อน
3. ระยะเวลาที่สัมผัสเสียง (duration) การที่เสียงจะทำลายประสาทหูได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดังและความถี่เสียงรวมที่เข้าสู่หูชั้นใน ดังนั้นถ้ายิ่งสัมผัสกับเสียงเป็นเวลานานประสาทหูก็ยิ่งจะเสื่อมมาก การสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเกิดปรากฏการณ์หูเสื่อมชั่วคราวและร่างกายสามารถปรับตัวให้เป็นปกติได้ ซึ่งจากข้อมูลของศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ เครือโรงพยาบาลกรุงเทพ รายงานว่า หูคนเราไม่ควรรับเสียงดังเกิน 85 เดซิเบล (เอ) (เสียง 85 เดซิเบล (เอ) คือเสียงที่ดังจนพูดกันไม่รู้เรื่องในระยะห่าง1 เมตร) ถ้าทำงานในโรงงานที่เสียงดัง 85 เดซิเบล (เอ) ไม่ควรทำงานเกิน 8 ชั่วโมง และควรหยุดพักอยู่ในที่เงียบทุก ๆ 5 วันทำงาน
4. ลักษณะของเสียง (nature of sound) เสียงที่มากระทบหู หากเป็นเสียงดังต่อเนื่อง (continuous noise) จะทำลายประสาทหูได้น้อยกว่าเสียงที่มากระแทกไม่เป็นจังหวะ (impulsive noise) ทั้งนี้เพราะหูมีกลไกในการต้านทานเสียงดัง โดยแก้วหูจะปรับตัวให้มีความหนาขึ้น เมื่อถูกกระตุ้นด้วยเสียงที่ค่อยๆดังอย่างต่อเนื่อง แต่กลไกดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นได้ไม่ทันหากสัมผัสเสียงที่ดังทันที
5. ความไวต่อการเสื่อมของหู (individual susceptibility) เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลซึ่งมีความไวต่อการเสื่อมของหูไม่เหมือนกัน บางคนเสื่อมง่าย บางคนเสื่อมยาก เชื่อกันว่าผู้ป่วยที่มีประวัติเยื่อหุ้มสมองอักเสบ ผู้ที่เคยได้รับการรักษาด้วยยาที่เป็นพิษต่อหู (สกุลไซคลิน เช่น เตตราไซคลิน พาราไซคลิน) ผู้ที่มีญาติหูตึงตั้งแต่อายุยังน้อย ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ผู้ที่มีไขมันสูง เหล่านี้มักจะเกิดประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังได้ง่าย (อ้นแฉ่ง, 2554)

การสูญเสียการได้ยินเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ สูญเสียการได้ยินแบบเฉียบพลัน คือ ได้ยินเสียงดังมากๆทันที เช่น เสียงระเบิด เสียงปืน เสียงประทัด เป็นต้น และการสูญเสียการได้ยินอย่างช้าๆ เกิดขึ้นจากการได้ยินเสียงดังเป็นระยะเวลานานๆ เช่น คนงานในโรงงานอุตสาหกรรม พนักงานในห้างสรรพสินค้า รวมถึงการฟังเพลงหรือชมภาพยนตร์ที่มีเสียงดัง เป็นต้น ลักษณะของการสูญเสียการได้ยินหรือการเสื่อมการได้ยิน แบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ การเสื่อมการได้ยินแบบชั่วคราว (temporary threshold shift,TTS) โดยปกติอากาศหูตึงจะเกิดขึ้นเมื่อสัมผัสกับเสียงดังและร่างกายสามารถกลับคืนสู่ระดับปกติได้ หลังจากหยุดสัมผัสเสียงดังเพียง 2-3 ชั่วโมงหรืออาจนานเป็นวันขึ้นอยู่กับระดับความดังและระยะเวลาที่สัมผัสเสียง ซึ่งถือเป็นอากาศหูตึงและเกิดเสียงดังในหู และการเสื่อมการได้ยินแบบถาวร (permanent threshold shift,PTS) เกิดจากเซลล์ขนเสื่อมลงอย่างถาวร ไม่สามารถได้ยินเสียงอีกต่อไป เกิดจากการสัมผัสเสียงดัง 150 เดซิเบล (เอ) ขึ้นไป

นอกจากอันตรายของเสียงที่ส่งผลต่อระบบการได้ยินแล้ว เสียงรบกวนยังส่งผลกระทบต่อจิตใจและสุขภาพด้านอื่นๆด้วย อันได้แก่ ก่อให้เกิดความหงุดหงิด ขาดสมาธิ ซึ่งเสียงที่มากกว่า 135 เดซิเบล (เอ) ในช่วงความถี่ 200-1,500 เฮิรตซ์ ก่อให้เกิดอากาศเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน กล้ามเนื้อสั่น ถ้ามีการสะสมการได้ยินในระยะเวลาหนึ่ง ยังก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร หัวใจเต้นเร็ว มือเท้าเย็น การไหลเวียนกระแสโลหิตบกพร่อง โรคหัวใจ เป็นต้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อสุขภาพจิต เช่น การรบกวนการพักผ่อน เกิดความเครียดและสภาวะตื่นตระหนก

2.3 เสียงจากการจราจร

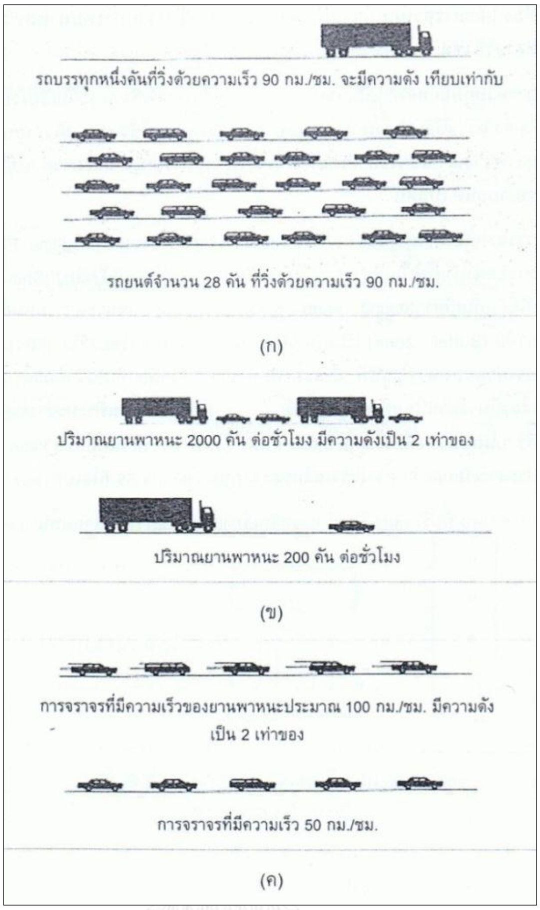
เสียงในสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้รับเสียงในพื้นที่เมือง เกิดจากการจราจรทางบกเป็นหลัก ดังนั้นปัญหาของมลภาวะทางเสียงส่วนใหญ่ส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยริมพื้นที่ถนน ดังนั้นการศึกษาเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียง ควรมีการศึกษาในพื้นที่ตลอดแนวของถนน ทั้งทางเดินเท้า แนวอาคารริมถนน และองค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่อยู่ริมถนน เป็นต้น

2.3.1 ลักษณะของเสียงจากการจราจร

เสียงจากการจราจรจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือเสียงที่เกิดจากเครื่องยนต์จะเกิดเมื่อยานยนต์นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ จะเกิดทั้งจากโครงสร้างของเครื่องยนต์ ท่อไอเสียง ถ้ามีระบบเครื่องเก็บเสียง จะสามารถลดเสียงลงได้ 15-25 เดซิเบล (เอ) ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือเสียงจากการที่ล้อสัมผัสกับพื้นถนน จะเกิดเมื่อยานยนต์นั้นเคลื่อนตัวด้วยความเร็วสูง (70-150 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นถนนด้วย

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ปัจจัยภายนอก ที่ทำให้เกิดเสียงดัง ได้แก่ ความเร็วลมเมื่อปะทะกับความเร็วของเครื่องยนต์ ยิ่งมีความเร็วสูงจะยิ่งเสียงดังมาก จะเกิดขึ้นในพื้นที่ชาญเมือง แต่ในพื้นที่กลางเมือง มีความหนาแน่นของการจราจร อันทำให้เสียงส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องยนต์ ซึ่งมีกฎหมายควบคุมค่ามาตรฐานของเครื่องยนต์ แต่มลภาวะทางเสียงจากการจราจรมีอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปริมาณการใช้ยานยนต์เพิ่มขึ้น

กลไกลการทำงานของเครื่องยนต์ เป็นแหล่งกำเนิดเสียงหลักในสิ่งแวดล้อม โดยรถยนต์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น รถบรรทุก จะปล่อยเสียงรบกวนที่มีความถี่ต่ำมากกว่ารถยนต์ขนาดเล็ก ในขณะที่รถจักรยานยนต์ปล่อยเสียงรบกวนที่มีความถี่สูงกว่ารถยนต์ประเภทอื่นๆ ซึ่งมีการศึกษาและเปรียบเทียบความดังจากรถประเภทต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 15 ปัจจัยบางประการที่ทำให้เกิดเสียงรบกวนจากการคมนาคมทางบก

ที่มา : อ้างอิงจาก U.S. Department of Transportation (transportation, 1995)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2 ปัจจัยของเสียงจากการจราจรที่ไม่สามารถควบคุมได้

ปัจจัยต่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ส่วนใหญ่ไม่สามารถควบคุมได้ หรือควบคุมได้น้อยเนื่องด้วยการพัฒนาของเมือง มีดังนี้

1. ชนิดของยานยนต์ จะแบ่งออกเป็น รถขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งรถจักรยานยนต์จะจัดอยู่ในรถขนาดใหญ่เนื่องจากมีระดับเสียงใกล้เคียง
2. ความเร็วของยานพาหนะ เสียงดังเกี่ยวข้องกับการสัมผัสพื้นถนนและความเร็วลม
3. ลักษณะของการจราจร แบ่งออกเป็นการจราจรแบบต่อเนื่องและการจราจรแบบไม่ต่อเนื่อง การเคลื่อนที่แบบทางเดียว (one way) จะมีเสียงเฉลี่ยมากกว่าการเคลื่อนที่ของการจราจรแบบสวนทางกัน (two way)
4. ปริมาณการจราจร เกี่ยวเนื่องกับขนาดความกว้างของถนน ยิ่งกว้างมากการจราจรก็ยิ่งมาก
5. สภาพพื้นผิวถนน พื้นผิวถนนที่หยาบ ขรุขระ จะทำให้เกิดเสียงดังมากกว่าผิวถนนที่เรียบ
6. สภาพความลาดชันของถนน ยิ่งมีความลาดชันมากจะทำให้ทำให้เกิดการเร่งเครื่องยนต์ทำให้เกิดเสียงดัง

2.3.3 ปัจจัยของเสียงจากการจราจรที่สามารถควบคุมได้

ปัจจัยต่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง ที่สามารถนำมาควบคุมการออกแบบให้ลดเสียงดังได้ มีดังนี้

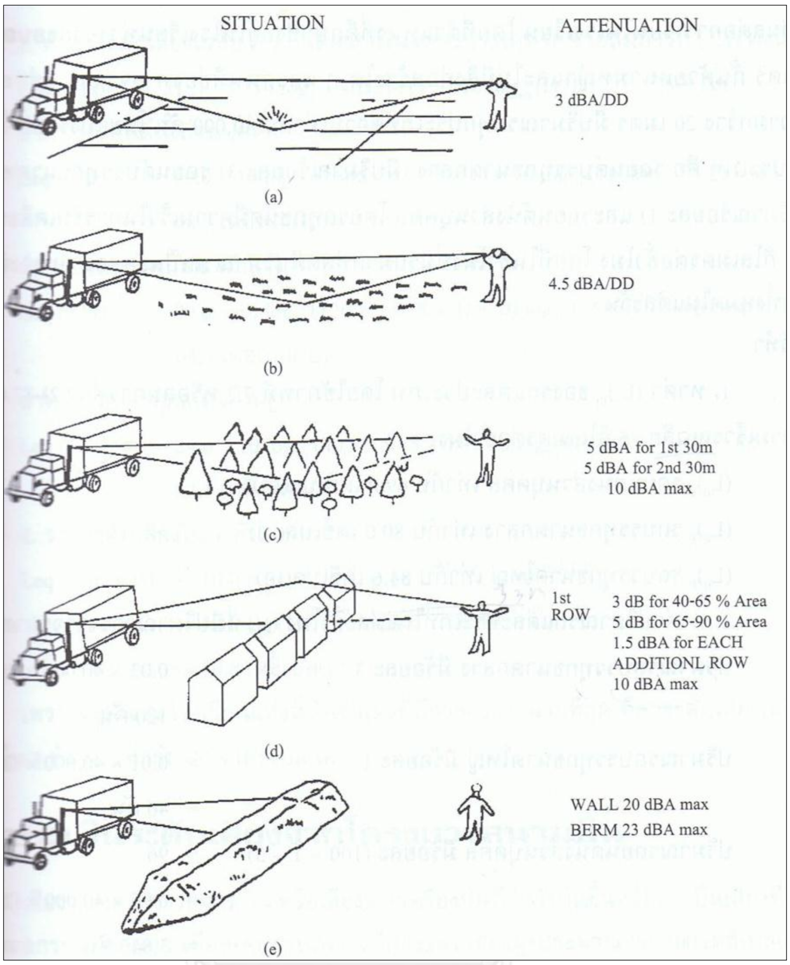
1. เรื่องระยะ มีการศึกษาระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงมาถึงแหล่งรับเสียงโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง สรุปได้ดังนี้ ระยะทางที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าจากจุดกำเนิดเสียง ระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบล (เอ) สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด และระดับเสียงจะลดลง 3 เดซิเบล (เอ) สำหรับแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น ดังนั้น ถ้ามีการวัดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงมายังจุดรับเสียงจะทำให้เกิดระดับเสียงลดลง 3-6 เดซิเบล (เอ) สามารถนำไปพิสูจน์และออกแบบเงื่อนไข กำหนดการควบคุมของเสียงได้

2. อุปสรรคการกีดกั้นเสียง ซึ่งจะเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุ ที่สามารถกีดกั้นเสียงทำให้เกิดการสะท้อน การหักเห หรือการดูดซับของเสียง ซึ่งถ้าองค์ประกอบของเมืองที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถเป็นอุปสรรคการกีดกั้นเสียงไปพร้อมกัน ก็จะทำให้สามารถลดเสียงดังในพื้นที่เมือง ถ้ามีการนำองค์ประกอบเมืองเหล่านี้มาศึกษาอย่างจริงจัง และนำมาสร้างเงื่อนไขของการออกแบบ เพื่อลดมลภาวะทางเสียงก็จะทำให้สามารถแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมืองได้

จากการศึกษาลักษณะการลดลงของระดับเสียงที่ผ่านมา เมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงระหว่างจุดกำเนิดเสียงและจุดรับเสียง โดยกำหนดให้ระดับเสียงลดลง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า มีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะของพื้นที่อยู่ระหว่างถนนกับจุดรับเสียง แหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียงอยู่ในระดับที่ไม่เท่ากัน	**ระดับเสียงที่ลดลง เดซิเบล(เอ)**
ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียงอยู่สูงกว่ากันมากกว่า 3 เท่าหรือเท่ากับ 3 เท่า โดยมีจุดรับเสียงอยู่ในแนวตั้งฉากกับแหล่งกำเนิด	3
จุดรับเสียงตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าวัสดุกั้นเสียงมากกว่า 3 เมตร	3
เมื่อตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียงอยู่สูงกว่ากันอย่างน้อย 3 เมตร และ -ไม่มีสิ่งก่อสร้างใดอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียง และพื้นที่ว่างมีลักษณะเป็นพื้นแข็ง -มีอาคารสิ่งก่อสร้างตั้งอยู่ประปราย หรือมีต้นไม้ชนิดต่างๆอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียง หรือไม่มีสิ่งก่อสร้างใด แต่พื้นมีลักษณะอ่อนนุ่ม ปกคลุมด้วยพืช	3 4.5
ที่มา: U.S.Department of Transportation(transportation, 1995)	

เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านอุปสรรคระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและจุดรับเสียง สัดส่วนระหว่าง ระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงอุปสรรคจะมีค่าเท่ากับ D และจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงผู้รับเสียง คือ DD ที่ทำให้ระดับเสียงลดลง ดังนี้ ผ่านพื้นดาษแข็ง ลดลง 3 เดซิเบล (เอ) ผ่านพื้นหญ้า ลดลง 4.5 เดซิเบล (เอ) ผ่านต้นไม้ ลดลง 5 เดซิเบล (เอ) ลดได้มากสุด 10 เดซิเบล (เอ) ผ่านอาคาร สิ่งก่อสร้าง ถ้าสิ่งก่อสร้างมี 40-65 เดซิเบล (เอ) ลดลง 3 เดซิเบล (เอ) และถ้าสิ่งก่อสร้างมี 65-90 เดซิเบล (เอ) ลดลง 5 เดซิเบล (เอ) ลดได้มากสุด 10 เดซิเบล (เอ) และถ้าเป็นฝนังกำแพงลดได้มากสุด 20 เดซิเบล(เอ) ถ้าเป็นเขื่อนลดได้มากสุด 23 เดซิเบล (เอ)



รูปที่ 16 Shielding Factor หรือค่าระดับเสียงที่ลดลงเนื่องจากอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงระหว่างจุดกำเนิดเสียงและจุดรับเสียง

ที่มา: U.S.Department of Transportation (transportation, 1995)

2.3.4 สรุปเรื่องเสียงจากการจราจร

ปัญหาเสียงดังในพื้นที่เมือง ปัจจุบันเกิดจากเสียงของการจราจรเป็นเป็นหลัก เงื่อนไขของการได้รับอันตรายจากเสียงดัง คือ การสัมผัสเสียงอันเนื่องจากความดังเสียง ความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง และระยะเวลาของการสัมผัสเสียง ซึ่งการเกิดเสียงดังบางพื้นที่มีกิจกรรมพาณิชยกรรม เกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดทั้งวัน คิดเป็นระยะเวลาประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน องค์การอนามัยโลก มีการกำหนดค่ามาตรฐานการใช้เสียงว่าระยะเวลาต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงต้องได้รับเสียงดังไม่เกิด 85 เดซิเบล (เอ) ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในการควบคุมไม่ให้เกิดอันตรายกระทบต่อผู้รับเสียง ดังนั้นเมื่อต้องการลดการใช้เสียงดังในการสื่อสาร ควรลดเสียงในสิ่งแวดล้อม ไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (เอ) โดยการออกแบบเรื่องระยะ และสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพที่มีอยู่ในพื้นที่

2.4 สถานการณ์ของมลภาวะทางเสียงทั่วโลก

2.4.1 ที่มาของการศึกษามลภาวะทางเสียงของเมือง

มีการศึกษาถึงระดับเสียงในชุมชนครั้งแรกที่เมืองนิวยอร์ก (new york) เมื่อปี ค.ศ. 1930 (พ.ศ.2473) โดย New York Noise Abatement committee พบว่า เสียงรบกวนส่วนใหญ่ในชุมชนเกิดจากการจราจร และมีรายงานโดย The final Report of the Committee on the problem of noise ในกรุงลอนดอนเมื่อ ปี ค.ศ. 1960 ก็ยืนยันว่าเสียงเนื่องจากากรจราจรเป็นปัญหารบกวนที่สำคัญ (Nelson, 1987) ต่อจากนั้นก็มีหลากหลายองค์กรที่มีการศึกษาและรายงานเรื่องมลภาวะทางเสียงทั่วโลก

2.4.2. องค์กรที่มีการรายงานเรื่องมลภาวะทางเสียง

1. สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency of America : USEPA) เป็นหน่วยงานระดับประเทศ หรือระดับรัฐบาลกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่ดูแลปกป้องสุขภาพของมวลมนุษย์และปกป้องสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งได้แก่อากาศ น้ำและแผ่นดิน EPA เริ่มปฏิบัติงานเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2513 ซึ่งข้อมูลหลายข้อมูลได้มีการอ้างอิงตามข้อมูลจากการรายงานของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกานี้ ทั้งผลกระทบของมลภาวะทางเสียง เสนอว่าไม่ควรมีใครต้องสูญเสียการได้ยินก่อนอายุ 40 ปี และปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตรายของเสียง เป็นต้น
2. The League for the Hard of Hearing (LHH) เป็นรายงานเกี่ยวกับระดับเสียงมาตรฐานในการได้ยินและมีการสำรวจระดับเสียงจากอุปกรณ์และกิจกรรมในการประกอบกิจกรรมในสถานที่ต่างๆ ไว้ดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 การสำรวจระดับเสียงในการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

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

3. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการดูแลความปลอดภัยและอนามัยของผู้ใช้แรงงานในสหรัฐอเมริกา ตัวอย่างเช่น กิจกรรมด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และการกำหนดกฎหมาย ซึ่งมีการกำหนดกฎหมายเรื่องเกี่ยวกับเสียง ในปี ค.ศ. 1981 ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานการอนุรักษ์การได้ยิน เนื้อหาบางส่วนเกี่ยวกับเรื่องความดังเสียงและระยะเวลาในการสัมผัสเสียง ยิ่งเสียงดังขึ้น ระยะเวลาที่รับฟังได้โดยปลอดภัยยิ่งลดลง เสียงที่ดังขึ้น 5 เดซิเบล (เอ) จะมีระยะเวลาที่รับฟังได้ลดลงมาก

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดังเสียงและระยะเวลาในการสัมผัสเสียง

ระดับเสียง	ระยะเวลา (ไม่เกิน)	ระดับเสียง	ระยะเวลา (ไม่เกิน)
70 dBA (เครื่องซักผ้า)	24 ชั่วโมง	95 dBA (จักรยานยนต์)	4 ชั่วโมง
85 dBA (ร้านอาหารที่จอแจ)	8 ชั่วโมง	100 dBA (ดิสโก้เธค)	2 ชั่วโมง
90 dBA (เสียงตะโกนคุยกัน)	6 ชั่วโมง	110 dBA (ศูนย์เกมส์ตู้ที่จอแจ)	30 นาที

4. องค์การอนามัยโลก (World Health Organization :WHO) เป็นองค์กรที่มีบทบาทสูงสุดในการเตือนและนำมาประยุกต์ใช้มากทีสุดเรื่องสุขอนามัยของทุกประเทศ รวมทั้งองค์กรที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็ได้นำข้อมูลจากองค์การอนามัยโลกไปใช้ควบคู่กัน องค์การอนามัยโลกเป็นองค์กรในสังกัดสหประชาชาติ สำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ (วิกิพิเดีย,2558) ซึ่งเป็นองค์กรที่คอยส่งเสริม ช่วยเหลือ และให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกันสาธารณะสุข เพื่อเตือนภัยให้กับทุกประเทศ ทั้งประเทศที่เป็นสมาชิกและไม่เป็นสมาชิก มีการรายงานสถานการณ์เกี่ยวกับมลภาวะของเมืองทั่วโลกในด้านต่างๆ เพื่อให้ตระหนัก เข้าใจ และร่วมกันหาทางแก้ไข

มีการรายงานสถานการณ์มลภาวะทางเสียงจากองค์การอนามัยโลก ว่าเสียงรบกวนได้กลายเป็นสิ่งที่ก่อความรำคาญที่สุดในสิ่งแวดล้อมเมืองของสหภาพยุโรป มีการร้องเรียนของประชาชนเกี่ยวกับเสียงที่ดังเพิ่มมากขึ้น แนวทางการแก้ปัญหาเสียงรบกวนจากชุมชนครั้งแรกขององค์การอนามัยโลก ในปี ค.ศ. 1999 และเมื่อยังมีมลภาวะทางเสียงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงที่เกี่ยวกับสุขภาพและสภาพแวดล้อมของยุโรป จึงสร้างค่ามาตรฐานในการควบคุมที่แน่นอนขึ้นใหม่ในปี ค.ศ.2010 เพื่อลดการสัมผัสผลกระทบในระยะยาว และมีการรายงานอีกว่าประมาณ 40% ของประชากรในประเทศในสหภาพยุโรป มีการสัมผัสกับเสียงจากการจราจรทางถนนในระดับเกิน 55 เดซิเบล (เอ) 20% มีการสัมผัสกับระดับเกิน 65 เดซิเบล (เอ) ในช่วงกลางวัน และมากกว่า 30% มีการสัมผัสกับระดับเกิน 55 เดซิเบล (เอ) ในเวลากลางคืน การรายงานนี้ตีพิมพ์เมื่อปี ค.ศ.2011 ซึ่งปัจจุบันองค์กรอนามัยโลกมีการเสนอแนะแนวทางการควบคุมว่าเสียงสำหรับชุมชนในแต่ละพื้นที่เมืองต่างๆ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงระดับความดังและผลกระทบต่อสุขภาพ

สถานที่	**ความดังที่กำหนด (เดซิเบล)**	**ผลกระทบต่อสุขภาพ**
เสียงในห้องนอน	30	รบกวนการนอน
ห้องพักผู้ป่วยในโรงพยาบาล	30	รบกวนการพักผ่อนและนอนหลับ
สวนสาธารณะ	ไม่ควรเกิน 50	(ประเทศไทย 75-82 เดซิเบล (เอ) และมากกว่านี้เวลามีกิจกรรมเต้นแอโรบิก)
ย่านที่อยู่อาศัย	50	สร้างความรำคาญ
สนามเด็กเล่นนอกอาคาร	55	สร้างความรำคาญ
ถนนเส้นทางจราจร	ไม่ควรเกิน70	สูญเสียการได้ยินใน 24 ชั่วโมง ในกรุงเทพ ถนนเกือบทุกสาย เสียงดังเกิน 70 และย่านจอแจเสียงดังถึง 85
ฟังดนตรีโดยหูฟัง	85	สูญเสียการได้ยินในหนึ่งชั่วโมง
การปราศรัย จัดนิทรรศการ เทศกาลต่างๆ	85	สูญเสียการได้ยินในหนึ่งชั่วโมง
โรงหนัง	88-95	สูญเสียการได้ยินในหนึ่งชั่วโมง
เสียงกระแทก เสียงพลุ เครื่องเล่นเด็ก สัญญาณเตือนภัย เครื่องบิน ดิสโก้เทค เสียงปืน	120-140	สูญเสียการได้ยิน

นอกจากนั้น องค์กรอื่นๆที่ได้นำข้อมูลจากองค์การอนามัยโลกมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ เพื่อควบคุมมลภาวะทางเสียง ในแต่ละพื้นที่ เช่น ธนาคารโลก (The World Bank) ได้เสนอโครงการความช่วยเหลือด้านสิ่งแวดล้อมในลักษณะที่เป็นเงินกู้และเงินสนับสนุน และประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงที่ไม่รบกวน (ในทุกขณะเวลาที่ตรวจวัด) ต่อกิจกรรมประเภทต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 5 การควบคุมมลภาวะทางเสียงในแต่ละพื้นที่เมืองของหน่วยงานต่างๆ

กิจกรรม	**หน่วยงาน**			
	WHO	The world bank	USEPA	Japan
1. การพักอาศัย (ภายนอกอาคาร)				
-กลางวัน	55 dBA	55 dBA	55 dBA	50 dBA
-กลางคืน	45 dBA	45 dBA	55 dBA	40 dBA
2. การพักอาศัย (ภายในอาคาร)				
-กลางวัน	45 dBA	-	45 dBA	-
-กลางคืน	35 dBA	-	45 dBA	-
3. การค้า (พาณิชยกรรม)				
-กลางวัน	70 dBA	65 dBA	-	60 dBA
-กลางคืน	70 dBA	55 dBA	-	50 dBA
4. การเรียน(อนุบาล)/ความเงียบสงบ				
-ระหว่างเวลาที่มีการเรียนการสอน	35 dBA	-	-	-
-ระหว่างกิจกรรมในสนามเด็กเล่น	55 dBA	-	-	-
-กลางวัน	-	-	-	45 dBA
-กลางคืน	-	-	-	35 dBA

2.4.3. สรุปการตรวจวัดระดับเสียงทั่วโลก

การตรวจวัดระดับเสียงเริ่มมาจาก การพบปัญหาเสียงดัง ที่เกิดขึ้นในชุมชนจากการจราจร จนเป็นปัญหาต่อการรับรู้การได้ยิน ดังนั้น เสียงดังจากการจราจรจึงถือเป็นเสียงดังหลักของเสียงในสภาพแวดล้อม ในแต่ละประเทศจึงมีการควบคุมเสียงดังจากการจราจร ที่ส่งเสียงรบกวนในแต่ละพื้นที่เมืองในย่านต่างๆ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ไวต่อการสัมผัสเสียง เช่น ที่อยู่อาศัย สถานศึกษา และพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือพื้นที่ที่อยู่ริมถนน แต่ละประเทศได้นำของมูลจากการศึกษาขององค์การณ์อนามัยโลกมาใช้เป็นพื้นฐานในการตรวจวัด และได้นำมาสรุปเป็นข้อมูลมาตรฐานการควบคุมตามวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงาน ข้อมูลในการควบคุมส่วนมากจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงยึดข้อมูลตามข้อมูลขององค์การณ์อนามัยโลกในการควบคุมพื้นที่ริมถนนว่า ไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (เอ) จะเกิดการสูญเสียการได้ยินใน 24 ชั่วโมง

2.5. สถานการณ์มลภาวะทางเสียงในกรุงเทพมหานคร

2.5.1. ที่มาของการศึกษามลภาวะทางเสียงในกรุงเทพมหานคร

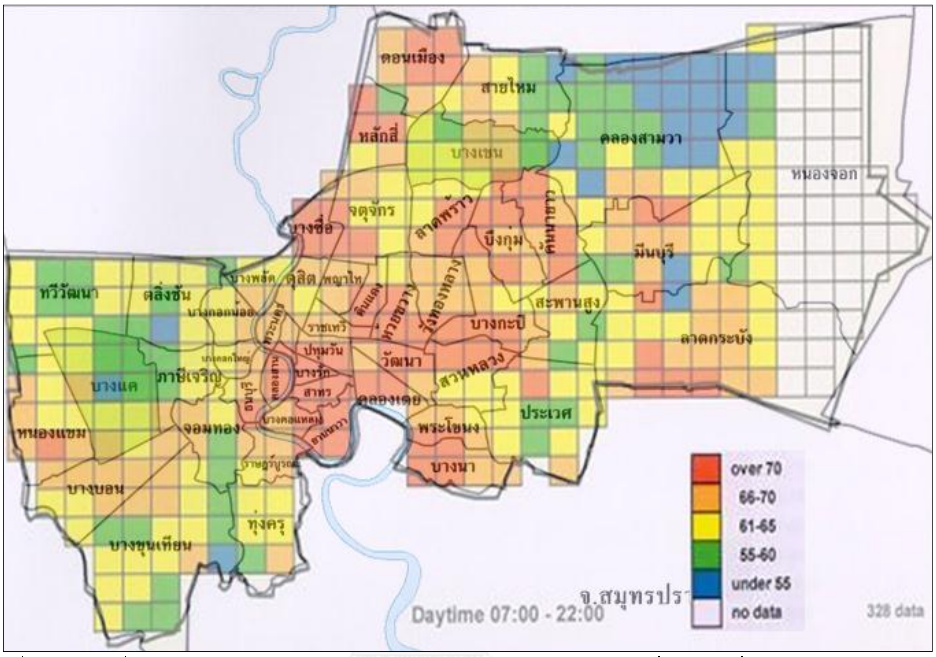
ในประเทศไทยได้มีการควบคุมมลภาวะทางเสียง ในเชิงกฎหมายและค่ามาตรฐานระดับเสียง เพื่อความปลอดภัย โดยเน้นมลภาวะทางเสียงที่เกิดจากการจราจร เริ่มจากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่องกำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป ออกมาตรมาตรา 32(5) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดมาตรฐานเสียงโดยทั่งไป ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 70 เดซิเบล (เอ) ระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล (เอ)

ต่อมาได้มีการกำหนดค่าเสียงรบกวน (เสียงที่ดังกว่าความต้องการการได้ยิน) โดยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 29 (พ.ศ.2550) เรื่องระดับเสียงรบกวน ออกตามมาตรา 34 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดการหาค่าเสียงรบกวนว่า ระดับเสียงขณะที่มีการรบกวน (เสียงที่วัดได้) หักออกจากระดับเสียงพื้นฐาน (เสียงที่ใช้ในการสื่อสาร) ถ้ามีค่ามากกว่า 10 เดซิเบล (เอ) ถือว่าเป็นเสียงรบกวน

นอกจากนั้น ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานเสียงอื่นๆ แยกประเภทอีกมากมาย เช่น มาตรฐานเสียงรถยนต์ มาตรฐานเสียงรถจักรยานยนต์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ มาตรฐานเสียงของเรือกล เป็นต้น ซึ่งค่ามาตรฐานของเสียงแต่ละประเภท ที่ได้กำหนดค่าควบคุมนั้น เป็นการควบคุมแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสิ้น ส่วนเรื่องการลงโทษไม่ได้กำหนดไว้แน่ชัด เพียงระบุว่า การกระทำให้เกิดเสียงดังอันก่อความเดือดร้อนโดยให้ได้รับโทษทางกฎหมาย อันกระทำให้เกิดความรำคาญต่อผู้ที่อยู่โดยรอบ เช่น พระราชบัญญัติให้ใช้ประมวลกฎหมายอาญา พ.ศ. 2499 มาตรา 370 ผู้ใดส่งเสียงหรือทำให้เกิดเสียงหรือกระทำความอื้ออึงโดยไม่มีเหตุอันควรจนทำให้ประชาชนตกใจหรือเดือดร้อน ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 100 บาท เป็นต้น การได้รับโทษอื่นๆ ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพิจารณาเป็นกรณี ซึ่งไม่ได้มีข้อกำหนดชัดเจนว่าการควบคุมที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนต้องระดับกี่เดซิเบล

ในปี พ.ศ. 2544 มีการจัดทำแผนที่ระดับเสียงในกรุงเทพมหานคร โดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมตรวจวัดระดับเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ใจกลางเมืองส่วนใหญ่เกินค่ามาตรฐาน คือ 70 เดซิเบล (เอ) รวมทั้งพื้นที่ศูนย์กลางอื่นๆ จากผลการตรวจวัดนี้ เสียงดังที่เกิดขึ้นสามารถส่งผลต่อผู้อยู่อาศัยในพื้นที่เมือง ทั้งผลเสียที่ส่งผลต่อระดับการได้ยิน ผลเสียงที่ส่งผลต่อร่างกายและจิตใจ ซึ่งก่อนปีที่มีการจัดทำแผนที่นี้ในปี พ.ศ.2541 ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของมลภาวะทางเสียงของพื้นที่ริมถนนของ ศ.เกียรติคุณ พญ. สุจิตรา ประสานสุข ในพื้นที่ริมถนนย่านเยาวราชและย่านสะพานควาย พบว่าแทบจะทุกคนที่เข้ารับการตรวจวัดความผิดปกติของร่างกายมีลักษณะการสูญเสียการได้ยินแบบรับเสียงดังมากเกินไปเป็นระยะเวลานาน ถึงร้อยละ 21.2 และ 19.2 ตามลำดับ โดยอายุเฉลี่ยของผู้ที่สูญเสียการได้ยินมีเพียง 33 ปี เมื่อเทียบกับมาตรฐานของสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (USEPA) เสนอว่าไม่ควรมีใครต้องสูญเสียการได้ยินก่อนอายุ 40 ปี การศึกษานี้ ได้รายงานว่า ผู้ทีได้รับเสียงดังเกินมาตรฐานต่อเนื่องเกิน 5 ปีมีโอกาสสูญเสียการได้ยินมากกว่าผู้ที่สัมผัสเสียงดังต่อเนื่องน้อยกว่า 5 ปี ถึง 4.41 เท่า จากข้อมูลข้างต้นพบว่ามีการแก้ปัญหาโดยควบคุมเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง แต่มลภาวะทางเสียง

ยังคงส่งผลรุนแรงเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการใช้รถยนต์มากขึ้นในพื้นที่ถนน โดยมีปัจจัยที่เอื้อต่อการใช้รถยนต์ เช่น นโยบายในการกระตุ้นเศรษฐกิจที่ให้ลดภาษีรถยนต์ในปี พ.ศ. 2534 ทำให้มีอัตราเพิ่มของรถยนต์ถึง 150,000 คันต่อปี คิดเป็นร้อยละ 14 และรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น 160,000 คันต่อปี คิดเป็นร้อยละ 18 เฉลี่ยแล้วเพิ่มวันละ 410 คันและ 440 คัน ตามลำดับ (สารคดี,มิถุนายน 2537)

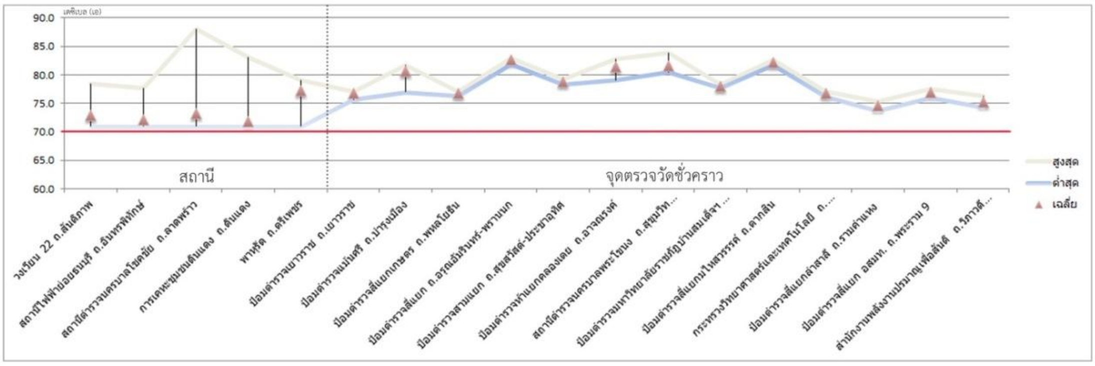


รูปที่ 17 แผนที่ระดับเสียงในกรุงเทพมหานคร ตรวจวัดระดับเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2544
ที่มา : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรมควบคุมมลพิษเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการตรวจวัด รายงานผล และแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร ที่เน้นเกี่ยวกับการควบคุมการปล่อยมลภาวะทางเสียงของยานพาหนะจากการจราจร โดยมีการศึกษาและตรวจวัดระดับเสียงของเครื่องยนต์ ที่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน ทั้งรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2548-2549 จากผลการรายงาน พบว่า เครื่องยนต์เบนซินมีระดับเสียงเกินมาตรฐานเพิ่มขึ้น จำพวกรถที่มีขนาดเล็ก เช่น รถสามล้อเครื่อง รถยนต์สี่ล้อเล็ก และรถจักรยานยนต์ ส่วนเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ ยกเว้น รถโดยสารประจำทางที่สามารถควบคุมให้มีระดับเสียงเกินค่ามาตรฐานลดลง

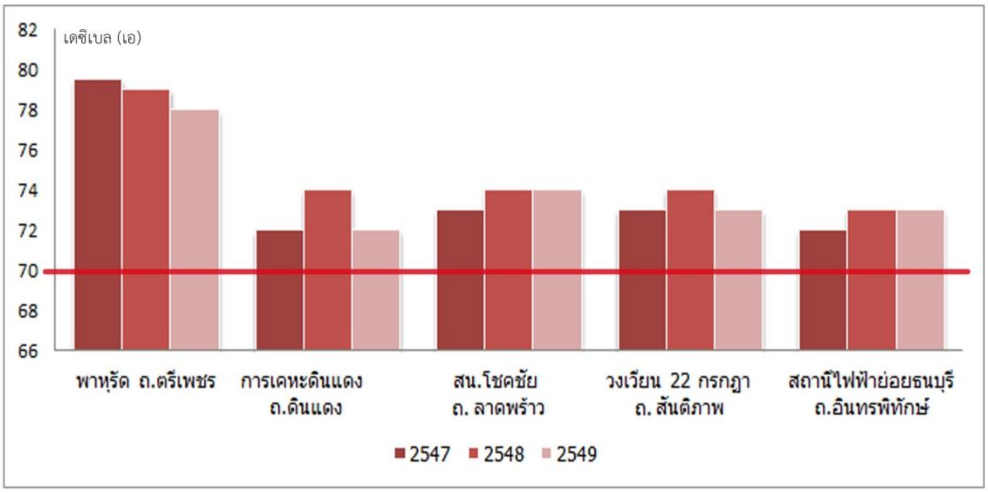
ในปี พ.ศ. 2549 มีจุดตรวจวัดทั้งหมดของพื้นที่ริมถนน 23 แห่ง สถานีตรวจวัด 8 แห่งและจุดตรวจวัดชั่วคราวอีก 15 จุด พบว่าระดับเสียงเกินค่ามาตรฐานร้อยละ 99 ของจำนวนข้อมูลที่ตรวจวัดทั้งหมด



รูปที่ 18 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ริมถนนในเขตกรุงเทพมหานครปี 2549

ที่มา : อ้างอิงข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

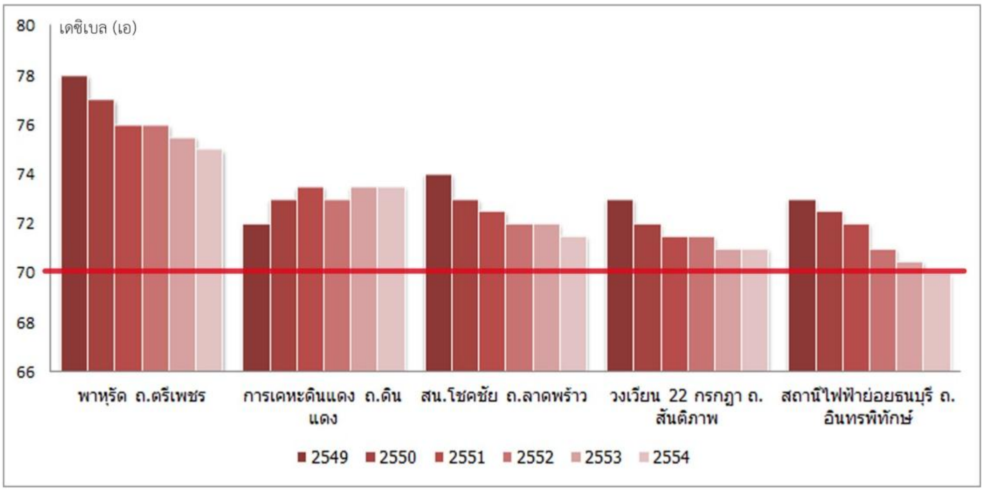
จากการเปรียบเทียบการตรวจวัดระดับเสียง ในปี พ.ศ.2547-2549 ทั้งก่อนและหลัง ที่มีการควบคุมเสียงของเครื่องยนต์อย่างจริงจัง พบว่า ไม่สามารถลดมลภาวะของเสียงบริเวณริมถนนได้เท่าที่ควร อันเนื่องมาจากการใช้รถอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 19 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในเขตกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2547-2549

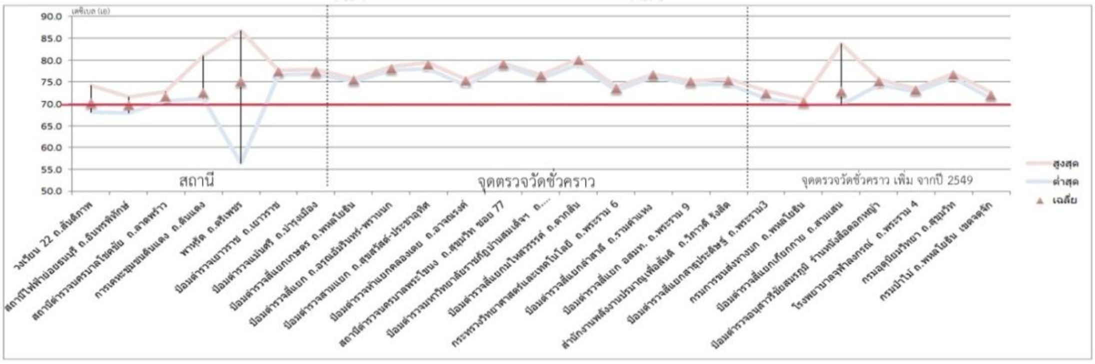
ที่มา : อ้างอิงกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

จากการเปรียบเทียบการตรวจวัดระดับเสียง ในปี พ.ศ.2549-2554 ที่สถานีตรวจวัด พบว่า จุดตรวจวัดระดับเสียงจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นพื้นที่ตรวจวัดการเคหะ ถนนดินแดง



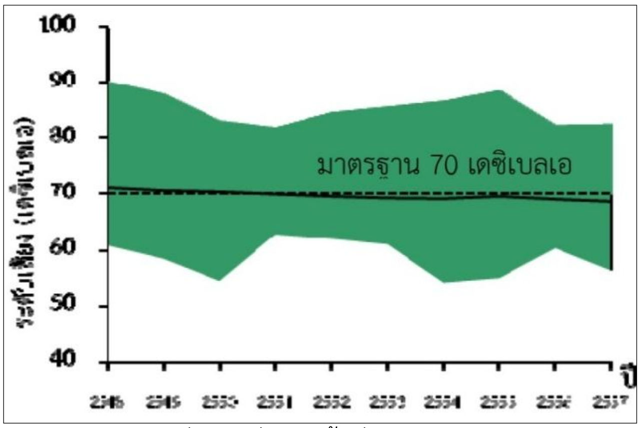
รูปที่ 20 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่งโมง ในเขตกรุงเทพมหานคร
เปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2554
ที่มา : อ้างอิงกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

จากสถานีตรวจวัด พบว่า เสียงลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ในจุดตรวจวัดชั่วคราว ยังคงเกินค่ามาตรฐานอยู่ในระดับที่สามารถส่งผลอันตรายต่อสุขภาพได้ อ้างอิงข้อมูลจาก Occupational Safety and Health Administration – OSHA ในการเพิ่มขึ้นของเสียงทุก 5 เดซิเบล (เอ) ความปลอดภัยต่อการได้ยินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ ระยะเวลาที่สามารถรับเสียงต่อเนื่องลดลงอย่างมาก



รูปที่ 21 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณจุดตรวจวัดชั่วคราว ในกรุงเทพมหานคร
เปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2549

นอกจากนั้น การรายงานมลภาวะทางเสียงของกรมควบคุมมลพิษปี พ.ศ. 2557 มีระดับเสียงต่างจากปีที่ผ่านมาไม่มากนัก มีระดับเสียงลดลงบางช่วงที่มีเหตุการณ์อื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น เหตุการณ์ทางการเมือง แต่เมื่อนำระดับเสียงทั้งหมดมาเปรียบเทียบจากปี พ.ศ. 2548 -2557 ก็จะพบว่าระดับเสียงยังเกินค่ามาตรฐานและยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อผู้รับเสียงได้



รูปที่ 22 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พื้นที่ริมถนนกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2548-2557
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)(กรมควบคุมมลพิษ 2556)(กรมควบคุมมลพิษ 2556)

2.5.2 สรุปแนวทางการแก้ปัญหา

จากข้อมูลการแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงในกรุงเทพมหานคร พบว่า ยังไม่สามารถควบคุมให้มลภาวะทางเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ปลอดภัยได้ เป็นที่มาของการศึกษาวิธีลดเสียงดัง ที่นอกเหนือจากการควบคุมเรื่องแหล่งกำเนิดเสียง เช่น ระยะและอุปสรรคในการกีดกันเสียง โดยใช้องค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน ที่ส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของเสียง ทั้ง มวลอาคาร การเรียงตัวของแนวอาคาร ระยะ สัดสวนของที่ว่าง รวมถึงองค์ประกอบทางเดินเท้า เป็นต้น เพื่อสร้างเงือนไขการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรที่จะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 องค์ประกอบทางกายภาพเมือง (Element of urban design)

2.6.1. แนวคิดเรื่ององค์ประกอบทางกายภาพเมือง

ปัจจัยแรกของการกำหนดองค์ประกอบกายภาพเมือง คือ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เนื่องจากการสร้างเมืองเริ่มแรกเกิดจากการนำสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติมาสร้างเป็นเมือง เพื่อป้องกันอันตราย ต่อมาเกิดการขยายตัวของเมืองจากหมู่บ้านขนาดเล็กกลายเป็นเมืองขนาดใหญ่ สภาพแวดล้อมของเมือง จึงถูกกำหนดโดยการสร้างสรรค์ของมนุษย์ ที่เข้ากับสภาพความเป็นอยู่ของแต่ละพื้นที่ และทำให้มีเกิดความแตกต่างภูมิทัศน์ของแต่ละเมือง เมืองทุกเมืองจะมีองค์ประกอบทางกายภาพร่วมกัน เพื่อให้เกิดเมืองที่ดีและเอื้อต่อการอยู่อาศัยของคนในเมือง จาก Center for design excellence :UrbanDesign.org ได้กำหนดองค์ประกอบของเมือง ดังนี้

1. กลุ่มอาคารและส่วนประกอบของอาคาร (Buildings) ถือเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดที่สุดของเมือง ทำให้เกิดรูปร่างของเมืองและพื้นที่ว่างโดยการสร้างกำแพงถนน (การเรียงตัวของกลุ่มอาคารในระยะที่เท่าๆกันจากถนนทางเดิน) และกลุ่มของอาคารยังสามารถทำให้เกิดการสร้างสรรค์พื้นที่เพื่อการจำได้ของเมือง (sense of place)

2. พื้นที่สาธารณะ (Public space) เป็นพื้นที่ที่ทุกคนสามารถเข้าใช้ประโยชน์ได้ พื้นที่สาธารณะสามารถเพิ่มคุณภาพชีวิตของการอยู่อาศัย ระดับการใช้งานของพื้นที่ธารณะเริ่มตั้งแต่ พลาซ่าระดับเมือง ลานกิจกรรมของย่าน ลานกิจกรรมของชุมชน ลงมาจนถึงพื้นที่สาธารณะของละแวกบ้าน

3. ถนนและทางเดิน (Streets) เป็นสิ่งที่เชื่อมระหว่างพื้นที่ว่างและสถานที่ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกิจกรรม ถนนและทางเดินจะกำหนดลักษณะทางกายภาพอันเป็น อัตลักษณ์ของพื้นที่ โดยจะเกิดขึ้นจาก ขนาดสัดส่วน และลักษณะของอาคารโดยรอบตลอดความยาวของโครงข่ายถนน จนเกิดเป็นความซ้ำกันของย่าน ลำดับของถนนทางเดินเริ่มตั้งแต่ อเวนิว (Avenues) เช่น The Champs-Elysees in Paris ไปถึงถนนคนเดินขนาดเล็ก

4. ระบบขนส่ง (Transport) เป็นระบบที่ช่วยในเรื่องของการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างเมืองและภายในเมือง เป็นระบบที่รวมทั้งอยู่บนพื้นดินและระบบลอยฟ้า เช่น ระบบรถไฟฟ้า ระบบถนน ระบบรถประจำทาง ระบบจักรยาน โครงข่ายทางเดินเท้า รวมทั้งหมดที่ถือเป็นการเคลื่อนที่ของเมือง ระบบขนส่งมวลชนเป็นตัวกำหนดคุณภาพและลักษณะของเมืองและของคนที่อยู่อาศัยในเมือง เมืองที่ดีต้องสนับสนุนให้คนเดินเท้าและลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว

5. ระบบพื้นที่สีเขียว (landscape) จะร่วมทั้งหมดของพื้นที่สีเขียวทั่งเมือง อยู่ในรูปแบบส่วนของเมือง ต้นไม้ริมถนน พืชต่างๆ พื้นที่สีเขียวช่วยสร้างความสวยงาม สร้างพื้นที่ที่มีความร่มรื่น สวยงามในการมอง (soft cape) และทำให้เมืองมีลักษณะแตกต่าง (contrast) กับพื้นที่และองค์ประกอบของเมืองอื่นๆ ระบบพื้นที่สีเขียวมีตั้งแต่ สวนสาธารณะระดับเมือง เช่น เซ็นทรัลปาร์ค (Central Park in New York City) ไปจนถึงสวนขนาดเล็กและพื้นที่สีเขียวตามอาคาร เช่น หลังคาเขียว (green roof) ,สวนทางตั้ง (vertical garden) เป็นต้น

จากองค์ประกอบทางกายภาพเมืองข้างต้น เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับการเกิดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ต้องคำนึงถึงพื้นที่ริมถนน ทั้ง ทางเดินเท้า อาคารริมถนน พื้นที่ว่างและพื้นที่สีเขียวริมถนน ที่ส่งผลต่อเสียงดัง เพื่อสามารออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพ แก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรของเมืองได้อย่างถูกต้อง

2.6.2 องค์ประกอบทางกายภาพเมืองที่ส่งผลต่อพื้นที่ริมถนน

ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีกฎหมายและมาตรการทางผังเมือง ที่สามารถควบคุมและออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน วัตถุประสงค์เพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร สามารถแบ่งกลุ่มการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. อาคารและองค์ประกอบอาคาร (Buildings)

ก. ประเภทของอาคาร

การแบ่งประเภทของอาคาร ตามกฎกระทรวง และ เทศบัญญัตินครกรุงเทพฯ ได้ให้ความหมายและลักษณะอาคารแต่ละประเภท ดังนี้

(1) บ้านแถว คือ ห้องแถวหรือตึกแถวที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีที่ว่างด้านหน้าและด้านหลังระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคาร แต่ละคูหา

(2) ตึกแถว คือ อาคารที่ก่อสร้างติดต่อกันเป็นแถวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังร่วมแบ่งอาคารเป็นคูหา และประกอบด้วยวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

(3) บ้านแฝด คือ อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยก่อสร้างติดต่อกันสองบ้าน มี ผนังร่วมแบ่งอาคารเป็นบ้าน มีที่ว่างระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับอาคารด้านหน้าด้านหลังและด้านข้างของแต่ละบ้าน และมีทางเข้าออกของแต่ละบ้านแยกจากกันเป็นสัดส่วน

(4) อาคารขนาดใหญ่ คือ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้พื้นที่อาคารหรือส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่ อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภท โดยมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไปและมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร

(5) อาคารขนาดใหญ่พิเศษ คือ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้พื้นที่อาคาร หรือส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัย หรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภทโดยมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป

(6) อาคารพิเศษ คือ อาคารที่ต้องการมาตรฐานความมั่งคงแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นพิเศษ เช่น อาคารดังต่อไปนี้

(7) โรงมหรสพ อัฒจันทร์ หอประชุม หอสมุด หอศิลป์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติหรือศาสนสถาน

Chulalongkorn University

(8) อาคารสรรพสินค้า คือ อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่มีพื้นที่สำหรับแสดงหรือขายสินค้าต่าง ๆ และมีพื้นที่ตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป โดยมีการแบ่งส่วนของอาคารตามประเภทของสินค้าหรือตามเจ้าของพื้นที่ ไม่ว่าการแบ่งส่วนนั้นจะทำในลักษณะของการกั้นเป็นห้องหรือไม่ก็ตาม โดยให้หมายความรวมถึงอาคารแสดงสินค้าด้วย

(9) อาคารชุด คือ คอนโด ส่วน อาคารอยู่อาศัยรวม คือ อพาร์ทเม้นท์ หรือหอพัก อาคารชุดอาจจะปรับเปลี่ยนเป็นอาคารอยู่อาศัยรวมได้ และอาคารอยู่อาศัยรวมโดยมากแล้วไม่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอาคารชุดเพื่อขายได้

ที่มา: (โกศลกิตย์, 2007)

ข. สรุปประเภทอาคารที่ใช้ศึกษาการลดลงของมลภาวะทางเสียง

จากประเภทของอาคารข้างต้น ได้นำมารวบรวมและจำแนกประเภทใหม่ เพื่อให้สามารถเข้าใจลักษณะทางกายภาพของอาคารและพื้นที่ภายนอกอาคาร ที่มีผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียงภายในเมือง โดยเฉพาะอาคารที่อยู่ในพื้นที่ริมถนน แบ่งแยกลักษณะกลุ่มอาคารได้ดังนี้

(1) อาคารประเภทบ้านเดี่ยว จะเป็นอาคารอยู่อาศัย รวมถึงบ้านแฝด ส่วนใหญ่จะมีการเว้นพื้นที่ด้านหน้าและมีการสร้างรั่วในวัสดุที่แตกต่างกัน รวมถึงระยะของเว้นระหว่างตัวอาคารถึงพื้นที่ถนนที่แตกต่างกัน ทำให้ส่งผลกระทบต่อระดับเสียงริมถนนไม่แน่นอน และถ้ามีบ้านเดียวแทรกตัวอยู่กับอาคารประเภทอื่น โดยเฉพาะอาคารแถวจะทำให้สูญเสียกำแพงถนนอันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการลดลงระดับเสียงเช่นกัน

(2) อาคารประเภทตึกแถว คือ อาคารที่รวมบ้านแถว ตึกแถว ห้องแถว และอาคารชุดประเภทอพาร์ทเม้นท์ อาคารประเภทนี้เป็นอาคารที่จะสร้างกำแพงถนนได้ดีที่สุด ในกรุงเทพมหานครสูง 4-5 ชั้น ไม่เกิน 10 ชั้น เป็นส่วนใหญ่ มีหน้าอาคาร 4 เมตรต่อห้อง และตามกฎหมายสามารถสร้างติดต่อกันได้ไม่เกิน 10 คูหาหรือไม่เกิน 40 เมตร มีความลึกของอาคารไม่น้อยกว่า 4 เมตรแต่ไม่เกิน 24 เมตร พื้นทีกิจกรรมอยู่บริเวณริมถนน อันส่งผลกระทบจากมลภาวะทางเสียงมากสุด สิ่งที่จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะทางเสียง อาจมาจากช่องว่างระหว่างอาคาร หรือแนวของอาคารไม่สม่ำเสมอ

(3) อาคารประเภทอาคารสูง คืออาคารที่รวมอาคารขนาดใหญ่ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารพิเศษ อาคารสรรพสินค้า อาคารชุดประเภทคอนโด ซึ่งอาคารสูงจะสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากที่สุดและไม่สามารถคาดการณ์ได้ เนื่องจากมีหลากหลายองค์ประกอบของอาคารและมีสัดส่วนของที่ว่างหน้าอาคารที่แตกต่างกัน อาคารสูงจะใช้งานในเชิงพาณิชยกรรม ทำให้ตัวอาคารอยู่ริมถนนเพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ง่าย

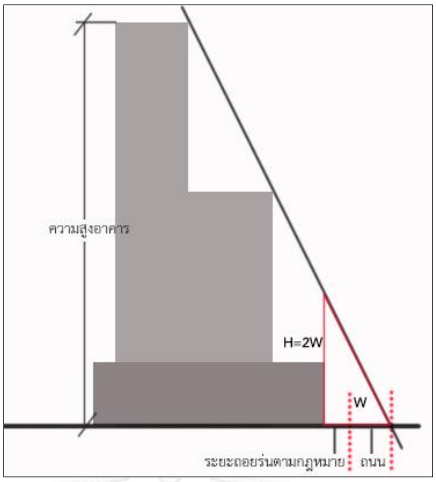
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค. การควบคุมความสูงอาคาร

การควบคุมที่ทำให้เกิดความสูงอาคาร จะมีความสอดคล้องกับ ระยะร่นอาคารและความหนาแน่นอาคาร กฎหมายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ประกอบด้วย กฎหมายความสูงอาคาร (H=2W) กฎหมายระยะถอยร่นและกฎหมายควบคุมความหนาแน่น ที่ใช้สัดส่วนการใช้ประโยชน์อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor area ratio : FAR) โดยมีความสัมพันธ์ ดังนี้ เมื่อต้องการสร้างอาคารสูง ให้เต็มศักยภาพการพัฒนา ตรวจสอบกฎหมายควบคุมความหนาแน่นที่ใช้สัดส่วนการใช้ประโยชน์อาคารต่อพื้นที่ดิน (FAR) ว่าสามารถสร้างอาคารสูงได้กี่ชั้น ถ้าสามารถสร้างอาคารได้สูงกว่ากฎหมายควบคุมความสูงกำหนด ต้องมีการถอยร่นอาคาร เพื่อให้สามารถสร้างอาคารสูงได้ตามต้องการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

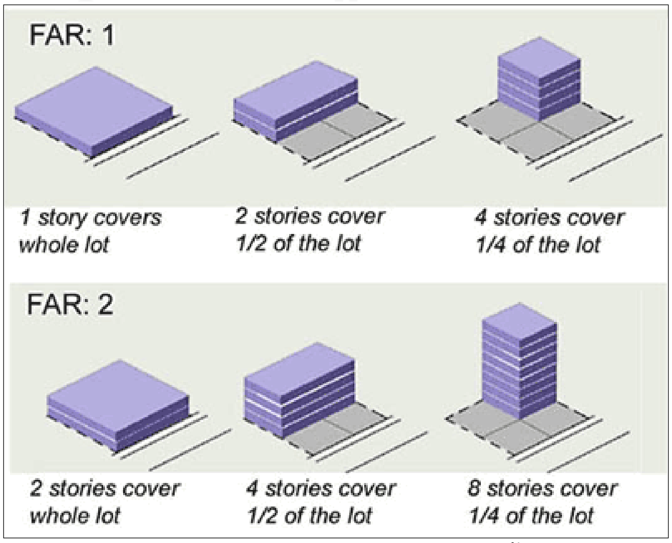
(1) กฎหมายความสูงอาคาร (H=2W) ตามกฎกระทรวง ฉบับที 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 หมวด 4 ข้อ 44 ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึ่งจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบ วัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนว เขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด ความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่งจากระดับ

ถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด



รูปที่ 23 กฎหมายควบคุมความสูงอาคาร

(2) สัดส่วนการใช้ประโยชน์อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor area ratio : FAR) หมายถึงอัตราส่วนของพื้นที่ใช้สอยอาคารสูงสุดทีได้รับอนุญาตให้ก่อสร้าง ต่อขนาดของแปลงที่ดินนั้น เช่น FAR 2 ต่อ 1 คือแปลงที่ดินขนาด 100 ตารางเมตร สามารถสร้างพื้นที่อาคารได้ 200 ตารางเมตร



รูปที่ 24 สัดส่วนการใช้ประโยชน์อาคารต่อพื้นที่ดิน

ที่มา : (Meriam, 2004)

ในผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครฉบับ พ.ศ.2556 กำหนดให้ย่านพาณิชยกรรมกลางเมือง มีสัดส่วนการใช้พื้นที่อาคารสูงสุด FAR 10:1 ควบคู่กับการกำหนดสัดส่วนพื้นที่โล่ง (Open Space Ratio : OSR) เมื่อพิจารณาถึงบริบทในปัจจุบัน พบว่ามีการพัฒนาไม่เต็มศักยภาพ อันส่งผลให้เกิดการผสมการใช้งานของพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ริมถนนหลัก เช่น อาคารประเภทบ้านเดี่ยวอยู่รวมกับอาคารสูง อาคารประเภทตึกแถวมีในทุกพื้นที่ริมถนน เป็นต้น ซึ่งทำให้ลักษณะขององค์ประกอบประเภทอาคาร ไม่สามารถแบ่งประเภทตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากมีความคล้ายกันในทุกพื้นที่ ถ้ามีการพัฒนาตามศักยภาพในอนาคต มีความจำเป็นในการศึกษาเรื่ององค์ประกอบประเภทอาคาร ที่มีผลโดยตรงต่อเสียงในพื้นที่ริมถนน เพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรได้อย่างยั่งยืน

(3) กฎหมายระยะถอยร่นอาคาร ตามข้อบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 เรื่องการร่นแนวอาคารตามกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) และกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) โดยมีการบังคับระยะถอยร่น จากทางสาธารณะ ที่ว่างด้านหน้าอาคาร ด้านหลังอาคาร และระยะห่างจากเขตที่ดินข้างเคียง มีรายละเอียดดังนี้

กรณี ที่ 1 อาคารพักอาศัย (สูงไม่เกิน 3 ชั้นหรือสูงไม่เกิน10 เมตร) พื้นที่รวมไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร หรืออาคารอยู่อาศัยรวม (สูงไม่เกิน 2 ชั้นหรือสูงไม่เกิน 8 เมตร และมิใช่อาคารขนาดใหญ่) ถ้าถนนสาธารณะกว้างน้อยกว่า 6.00 เมตร ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 3.00 เมตร และถ้าถนนสาธารณะกว้างมากกว่าง 6 เมตร ร่นแนวอาคารห่างจากถนนสาธารณะ อย่างน้อย 0.5 เมตร และอย่างน้อย 1.00 เมตร ตามสัดส่วนความสูงและขนาดอาคาร

กรณีที่ 2 อาคารพาณิชย์ อาคารอยู่อาศัยรวม ห้องแถวตึกแถวและอาคารอื่นๆ ที่มิใช่ตามกรณีที่ 1 ถ้าถนนสาธารณะกว้างน้อยกว่า 10.00 เมตร ร่นแนวอาคารจากกึ่งกลางถนนสาธารณะ6.00 เมตร ถ้าถนนสาธารณะกว้างมากกว่า 10.00 เมตร ร่นแนวอาคารจากเขตถนนอย่างน้อย 10% ของความกว้างถนน และถ้าถนนสาธารณะกว้างมากกว่า 20.00 เมตร ร่นแนวอาคารจากเขตถนนอย่างน้อย 2.00 เมตร

กรณีที่ 3 อาคารประเภทตึกแถวสูงไม่เกิน 3 ชั้น ไม่อยู่ริมทางสาธารณะต้องมีพื้นว่างด้านหน้าอาคารอย่างน้อย 6.00 เมตร และอาคารประเภทตึกแถวสูงเกิน 3 ชั้น ไม่อยู่อยู่ริมทางสาธารณะ ต้องมีที่ว่างด้านหน้าอาคารอย่างน้อย 12.00 ม. (ตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป) อาคารพาณิชย์สูงไม่เกิน 3 ชั้น ไม่อยู่ริมทางสาธารณะ ต้องมีที่ว่างหน้าอาคาร อย่างน้อย 6.00 เมตร และสูงเกิน 3 ชั้น ไม่อยู่ริมทางสาธารณะ ต้องมีที่ว่างหน้าอาคารอย่างน้อย 12.00 เมตร

ที่มา: http://www.nrv.co.th

จากกฎหมายระยะถอยร่นอาคาร ส่งผลให้เกิดระยะถอยร่นอาคารไม่มากนัก ในบริบทปัจจุบันมีระยะถอยร่นอยู่ในระยะ 5 เมตร เป็นส่วนใหญ่ รวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นหน้าอาคาร ทำให้มลภาวะทางเสียงจากจากจราจรส่งผลโดยตรงต่อผู้รับเสียง องค์ประกอบประเภทระยะถอยร่นอาคารจึงมีความสำคัญในการศึกษา เพื่อใช้ในการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพประเภทอื่น ในการลดการสะท้อนจากอาคาร

2. พื้นที่สาธารณะ (Public space)

พื้นที่สาธารณะปรากฏครั้งแรกในผลงานของอิมมานุเอล คานท์ (Immanuel Kant, 1724-1804) นักปรัชญาสมัยใหม่ชาวเยอรมัน และถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวางเมื่อนักวิชาการชาวเยอรมันชื่อ เจอร์เกน ฮาเบอร์มาส (Jurgan Habermas) ได้นำมาเสนอในผลงานชื่อ การเปลี่ยนรูปเชิงโครงสร้างของพื้นที่สาธารณะ (The Structural Transformation of the Public Sphere : an Inquiry into a Category of Bourgeois Society) ในผลงานชิ้นนี้ได้นิยามพื้นที่สาธารณะว่าเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนรวม (Sense of public) เช่น พื้นที่ในร้านการกาแฟ ร้านน้ำชา รู้จักกันในนามสภากาแฟ เป็นต้น พื้นที่สาธารณะในเมือง เป็นพื้นที่ที่มนุษย์สามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชนเมือง เกิดกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจ เช่น ลานสาธารณะ สวนสาธารณะ รวมไปถึงพื้นที่ร้านค้าริมถนน ทางเดินหน้าอาคาร แหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งศาลาประชาคม หอประชุมเมือง ห้องสมุด ที่ทำการไปรษณีย์ เป็นต้น

จากข้อมูลเรื่องพื้นที่สาธารณะข้างต้น เมื่อนำมาพิจารณากับพื้นที่ริมถนน พบว่า พื้นที่สาธารณะคือพื้นที่ในระยะถอยร่นหน้าอาคารและช่องว่างระหว่างอาคารในลักษณะต่างๆ ที่ทำให้เกิดกิจกรรมและประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อันส่งผลต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร เช่น โต๊ะ เก้าอี้ กระถางต้นไม้ กันสาด ร่ม ผ้าใบโครงขึงร้านค้าแผงลอย เป็นต้น

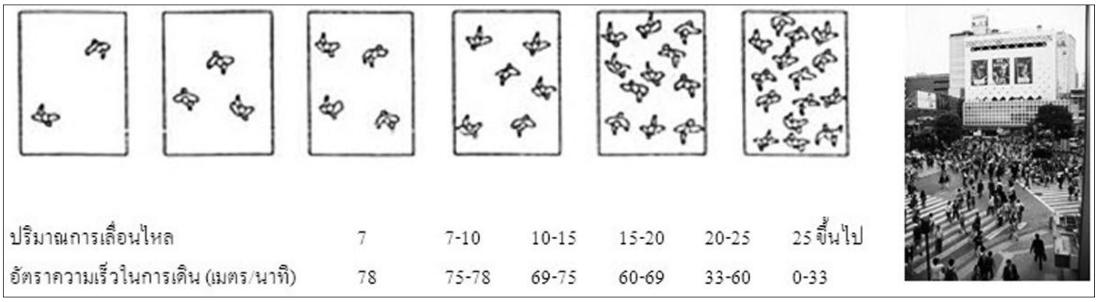
3. ถนนและทางเดิน (Streets) ครอบคลุมพื้นที่ว่างริมถนนทั้งหมด ทั้งพื้นที่สาธารณะและพื้นที่ส่วนบุคคล ซึ่งจะประกอบไปด้วยด้านหน้าอาคาร อุปกรณ์ประกอบถนนต่างๆ ที่ให้เกิดกิจกรรม การใช้งานด้านสังคม และกระตุ้นเศรษฐกิจให้กับพื้นที่ ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบพื้นที่ทางเดินให้ใช้พื้นที่ได้คุ้มค่าที่สุด ปัจจัยที่ใช้พิจารณาการออกแบบ ได้แก่

ก. ขนาดทางเท้า (sidewalk zones and dimensions) มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ส่วนพื้นที่หน้าอาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง (building zone) พื้นที่ทางเดินเท้า (pedestrian zone) และขอบคันถนน (curb zone) การออกแบบทางเท้าที่ดี ควรกำหนดแนวทางสัญจรที่อยู่ตรงกลางพื้นที่ทางเท้าและไม่มีสิ่งกีดขวางบนเส้นทางเดิน และอุปกรณ์ถนน เช่น พืชพรรณ ที่นั่ง เสาไฟ ร้านค้าหน้าอาคาร เป็นต้น ควรมีการจัดวางอย่างเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม (สังข์ทอง, 2549)

ข. มาตรฐานความกว้างของช่องทางเดิน จากมาตรฐานของสัดส่วนมนุษย์ 1 คน ใช้ทางเดินเท้า 0.60 เมตร ดั้งนั้นทางเดินเท้าควรมีการเว้นอย่างน้อยที่สุด 1.2 เมตร ในกรณีเดินสวนกัน ซึ่งขนาดของทางเดินเท้าต้องขึ้นอยู่กับปริมาณผู้ใช้ด้วย มาตรฐานสากลจึงระบุว่า ทางเดินเท้าในบริเวณย่านการค้า ย่านธุรกิจ และย่านอุตสาหกรรมควร กว้างเป็นอย่างน้อย 2.50 - 3.00 เมตร และย่านพักอาศัยทั่วไปใช้ ขนาด 1.20 - 2.00 เมตร ซึ่งขนาดมาตรฐานนี้เป็นค่าทั่วไปเพื่อการสัญจรและรวมองค์ประกอบถนนที่อำนวยความสะดวกอื่นๆ เช่น ถังขยะ ตู้โทรศัพท์ ยกเว้นการออกแบบพื้นที่รอรถโดยสารประจำทาง ซึ่งมีการออกแบบเฉพาะเจาะจงตามการใช้งาน รวมถึงมาตรฐานนี้อาจไม่เหมาะสมกับบางย่านที่ต้องการมีการออกแบบเป็นพิเศษ เช่น ย่านการค้าสำคัญที่มีปริมาณคนใช้พื้นที่จำนวนมาก ต้องมีทางเท้าที่กว้างขึ้น ดังนั้นจึงมีการศึกษาขนาดทางเท้าที่มีความเหมาะสมกับปริมาณการใช้งานของคน โดยสรุปเป็นสูตรดังนี้

ความกว้างทางเท้า = (ปริมาณคน x ระยะห่างด้านหน้า) / อัตราความเร็วของการเดิน

(ปริมาณคน คือ จำนวนคนผ่านหน้าตัดทางเท้ามีหน่วยเป็นคนต่อ 1 นาที ระยะห่างด้านหน้า คือ ระยะที่มนุษย์พึงใจในการเว้นระยะห่างจากคนข้างหน้า ตามสถานการณ์ต่างๆ (ที่สาธารณะ 1.80 เมตร เดินดูสินค้า 2.80 - 3.60 เมตร เดินทั่วไป 4.60 -5.50 เมตร และเดินพักผ่อนมากกว่า 10.50 เมตร) และอัตราความเร็วของการเดิน โดยปกติมนุษย์จะเดินที่ความเร็วเฉลี่ย 72 เมตร/นาที แต่ในกรณีมีความหนาแน่นมาก อัตราความเร็วจะลดลง)



รูปที่ 25 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการเลื่อนไหลทางเท้ากับอัตราความเร็วในการเดิน

ที่มา : (ปัญญาทรง, 2552)

ค. พื้นที่ทางจักรยาน (bikeway) ทางเลือกในการเดินทางที่น่าสนใจคือการใช้จักรยาน เนื่องจากทำให้ลดการใช้รถยนต์ และส่งเสริมสิ่งแวดล้อมที่ดี ดังนั้นทางจักรยานควรมีขนาดความกว้างที่สามารถให้จักรยานสองคันสวนทางกัน มาตรฐานอย่างน้อยต้อง 1.5-1.8 เมตร นอกเหนือจากนั้นการออกแบบทางจักรยานที่ดีต้องมีองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น มีป้ายบอกระยะทางชัดเจน มีที่จอด โครงจอดเสียบในทุกๆระยะทาง เป็นต้น (ตีวกุล, 2546)

ง. ส่วนประกอบของภูมิทัศน์ถนน (streetscape elements)

(1) พื้นผิวทางเท้า (pavement) มีหลายรูปแบบทั้งการเทพื้นด้วยคอนกรีต หรือการใช้วัสดุปูพื้นแบบเป็นหน่วยย่อย (unit paving) รวมถึงขอบคันถนน (curb zone) เป็นสิ่งที่แบ่งถนนกับทางเท้า

(2) วัสดุพืชพรรณ (landscape Planting) ต้นไม้เป็นสิ่งที่ช่วยสร้างบรรยากาศให้พื้นที่ริมถนนน่าเดิน ทั้งการให้ร่มเงา การเป็นแนวทางเดินถนน ซึ่งการเลือกใช้ต้นไม้ปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ต้นไม้ที่เหมาะกับภาพลักษณ์ถนน สภาพอากาศ การดูแลรักษา ความกว้างของรากเมื่อต้นไม้โต และ ขนาดของทรงพุ่ม

(3) ระบบแสงสว่างบนถนนและทางเท้า (street lighting) ควรคำนึงถึงความสว่างเพียงพอเพื่อให้ความปลอดภัยกับการเดินทางเท้าและถนนในเวลากลางคืน ซึ่งรูปแบบของการติดตั้งเสาไฟฟ้าส่องสว่างและระยะห่างของเสาไฟฟ้าในปัจจุบันประมาณ 30 เมตร (S=30เมตร)

จ. อุปกรณ์ประกอบถนน (street furniture) เป็นอุปกรณ์สาธารณะที่อำนวยความสะดวกของคนที่ใช้งานในพื้นที่นั้น มักประกอบด้วย ที่นั่ง ตู้ไปรษณีย์ ตู้โทรศัพท์ ก๊อกน้ำดื่ม ถังขยะ ซุ้มบริการสาธารณะ จุดจอดรถประจำทาง ป้ายสัญลักษณ์ต่างๆ

ฉ. สาธารณูปโภค (public facilities) ได้แก่ สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อประปา ท่อระบายน้ำ การวางระบบสาธารณูปโภค ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้พื้นที่ ต้องมีการเช็คสภาพของอุปกรณ์ ดังนั้นการติดตั้งต้องสะดวกต่อการเข้าไปบำรุงรักษา มีทั้งติดตั้งเสาบนดินและฝังใต้ดิน

4. ระบบพื้นที่สีเขียว (landscape) หมายถึงพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินตามธรรมชาติหรือมนุษย์ได้มีการเพาะปลูกพืชในบริเวณอาคารหรือบริเวณพื้นที่ที่วางแผนไว้ (Wu,1999) มีการจัดทำคู่มือการพัฒนาพื้นที่สีเขียวตามสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (พ.ศ. 2548) โดยแบ่งประเภทพื้นที่ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สีเขียวเพื่อนันทนาการความงามทางภูมิทัศน์ พื้นที่สีเขียวเพื่ออรรถประโยชน์ เช่น พื้นที่สีเขียวตามสาธารณูปการ สถาบัน โบราณสถาน เป็นต้น พื้นที่สีเขียวเพื่อการอนุรักษ์ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ป่า เป็นต้น พื้นที่สีเขียวที่เป็นริ้วยาว เช่น พื้นที่สีเขียวตามถนน ทางเดิน แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น พื้นที่สีเขียวอื่น เช่น พื้นที่รกร้าง เป็นต้น และพื้นที่สีเขียวพิเศษ เช่น แหล่งเรียนรู้ต่างๆ เป็นต้น พื้นที่สีเขียวสามารถลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรได้ โดยเฉพาะไม้พุ่ม ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียง เมื่อเสียงเดินทางผ่านวัสดุที่มีรูพรุน วัสดุนั้นจะสามารถดูดซับเสียงไว้ได้ ซึ่งค่าความสามารถในการดูดซับเสียงของไม้พุ่ม (Noise Reduction Coefficient : NRC) มีค่าเท่ากับ 0.1 คือสามารถดูดซับเสียงได้ร้อยละ 10 ของเสียงที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีความหนาเพิ่มขึ้นก็จะสามารถดูดซับเสียงได้มากขึ้น

มีการศึกษาการนำไม้พุ่มมาใช้ในการลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรมากมาย การลดเสียงที่มีประสิทธิภาพที่สุด ต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การปลูกไม้พุ่มควรปลูกใกล้จุดกำเนิดเสียงมากที่สุด จะสามารถบรรเทามลภาวะทางเสียงได้ (Egan, 1972) ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ(Kotzen, 1999) กล่าวถึงการแก้ปัญหาเสียงจากการจราจร ด้วยการใช้องค์ประกอบในสิ่งแวดล้อม คือ ต้นไม้ ในลักษณะแนวหน้ากระดานที่กั้นระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับเสียง สามารถเป็นกำแพงกั้นเสียงได้ โดยทำให้เสียงลดลง 3 เดซิเบล (เอ) ที่ระยะทาง 30 เมตร หรือ 100 ฟุต จากงานวิจัยของ พงศ์พิทย์ ดิษฐแก้วและคณะ (พงศ์พิทย์ ดิษฐแก้ว, เอื้อมพร วีสมหมาย, & ณัฏฐ พิชกรรม, 2553) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบการวางไม้พุ่ม ในตำแหน่งที่ต่างกัน ว่าลักษณะใดสามารถลดเสียงจากมลภาวะทางเสียงได้ดีที่สุด ที่พบว่า ไม้พุ่มมีความหนา 1.2 เมตร วางเรียงแนวหน้ากระดานตั้งฉากกับแนวแกนแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ที่คลื่นความถี่ต่ำ (125 Hz) ระดับเสียงลดลง 6.3 เดซิเบล (เอ) สามารถลดเสียงได้ดีกว่าการเรียงไม้พุ่มทำมุม 45 องศากับแหล่งกำเนิดเสียง

2.7 แนวทางการออกแบบ (urban design guidelines)

นอกจากมาตรการที่สามารถควบคุมลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพเมืองตามกฎหมายที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการออกแบบและควบคุมลักษณะบางอย่างในพื้นที่เมือง ไม่สามารถทำได้ โดยเฉพาะการออกแบบเพื่อควบคุมความงาม ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันของทั้งย่าน เช่น ควบคุมแนวกำแพงถนน ควบคุมเส้นนำสายตาของแต่ละชั้นอาคาร ควบคุมความสูงรอบสถานที่สำคัญ เป็นต้น ดังนั้น จึงมีการสร้างเครื่องมือทางผังเมือง เพื่อควบคุมรายละเอียดของเมือง ตามวัตถุประสงค์ของแต่ละพื้นที่ โดยใช้กฎหมายท้องถิ่น เช่น เมืองอนุรักษ์ เมืองประหยัดพลังงาน เมืองสำคัญเชิงพาณิชยกรรม เป็นต้น

2.7.1. ลักษณะการใช้แนวทางการออกแบบ

การบริหารส่วนท้องถิ่นกำหนดข้อบังคับต่างๆ เพื่อให้เจ้าของที่ในย่านนั้นปฏิบัติตาม และทำให้ย่านเป็นไปตามวัตถุประสงค์ เช่น ย่านท่องเที่ยว ที่ควบคุมสถาปัตยกรรมและโทนสี เนื่องจากมีประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน เป็นต้น ตัวอย่างลักษณะการควบคุมโดยแนวทางการออกแบบ ดังนี้

1. ควบคุมความสูงอาคาร ควบคุมความสูงรอบสถานที่สำคัญ เช่น วัด โบสถ์ วิหาร มัสยิด เป็นต้น เพื่อเปิดมุมมองให้สามารถมองเห็นสถานที่สำคัญได้อย่างเด่นชัด และไม่ได้เกิดมุมมองที่ไม่เหมาะสม เช่น อาคารสูงรูปร่างทึบตัน อยู่ข้างหลังอาคารสำคัญ เป็นต้น
2. ควบคุมแนวอาคาร (build to line) ทั้งระยะถอยร่นอาคาร ระยะเส้นนำสายตา เช่น ระยะขอบหน้าต่าง ระยะกันสาด ระยะระเบียง ระยะรอยต่อระหว่างชั้น 1 ชั้น 2 เป็นต้น การควบคุมแนวอาคารจะทำให้มีกำแพงถนน อาคารเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีความเหมาะสมกับสัดส่วนมนุษย์
3. ควบคุมรูปแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์ หรือย่านพาณิชยกรรม ที่สำคัญ เช่น รูปแบบสถาปัตยกรรม ระยะ สัดส่วน กิจกรรมที่จะเกิดขึ้น วัสดุ สี ประตูหน้าต่าง แสงไฟ ป้าย เป็นต้น
4. ควบคุมลักษณะถนนทางเดินเท้า ถนนแต่ละเส้นมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน ต้องมีการกำหนดถนนทางเดินเท้า เพื่อให้ตอบรับกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นและเป็นเอกลักษณ์ของย่าน เช่น จัดลำดับการเดิน ระบบของการเดิน กำหนดแนวทางการพัฒนา กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นริมถนน ระยะทางเดินเท้า ระยะของพื้นที่ขายของ ระยะของการปลูกต้นไม้ ลักษณะของต้นไม้ วัสดุปูพื้น ระยะของรั้ว ระยะป้าย อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ เป็นต้น
5. ควบคุมเพื่อตอบต่อสนองวิสัยทัศน์ของพื้นที่ เช่น การควบคุมพื้นที่สีเขียว บนอาคารและนอกอาคาร เป็นต้น
6. ควบคุมเพื่อแก้ปัญหาต่างๆที่เป็นลักษณะกายภาพ และกิจกรรมของพื้นที่ เช่น มลภาวะ ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาภัยแล้ง ลมพัดแรง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

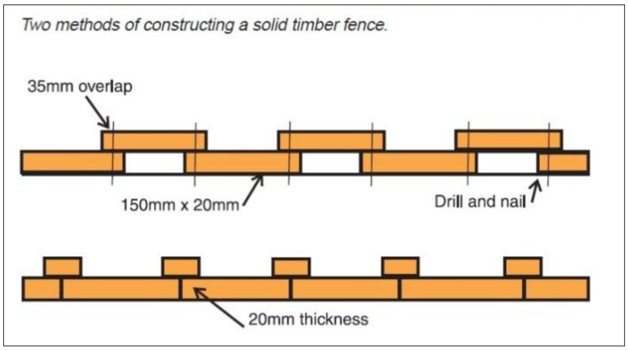
2.7.2. ตัวอย่างการใช้แนวทางการออกแบบเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร

จากการควบคุมโดยใช้แนวทางการออกแบบ (urban design guidelines) ในเรื่องการแก้ปัญหามลภาวะต่างๆของพื้นที่ เช่น มลภาวะทางฝุ่น น้ำเสีย ขยะ และมลภาวะทางเสียง เป็นต้น ตัวอย่างแนวทางการออกแบบ เพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ได้แก่

1. องค์กร vicroads ได้กำหนดแนวทางการออกแบบเพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ปี ค.ศ. 2003 (A Guide to the Reduction of Traffic Noise For use by Builders ,Designers & Residents) มีรายละเอียดดังนี้

การกำหนดลักษณะการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง โดยใช้การกีดกันการเดินทางของเสียงระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับเสียง ดังนี้

ก. โครงสร้างกำแพงหรือรั้วในการกันเสียง มีสองลักษณะที่ควรทำ เพื่อให้เกิดความพรุนของวัสดุในการดูดซับเสียง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กับกำแพงไม้

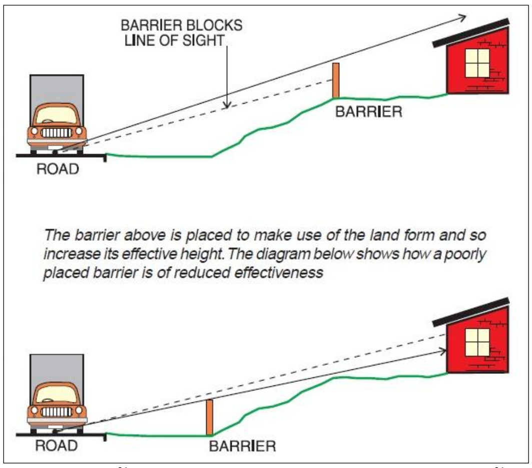


รูปที่ 26 ลักษณะกำแพงที่สามารถลดเสียงรบกวน

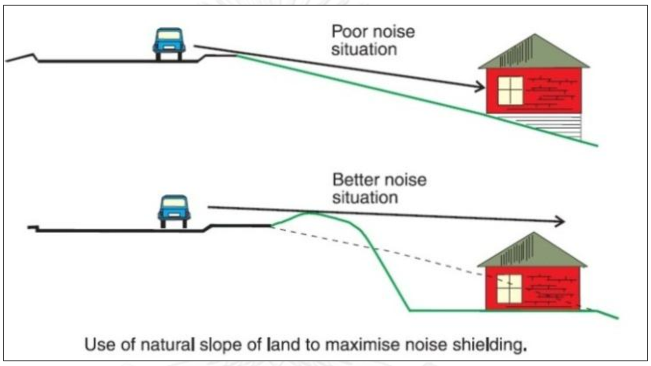
รูปที่ 27 ลักษณะกำแพงที่สามารถลดเสียงรบกวน

ประตู รั้วไม้ สามารถออกแบบให้กันเสียง ต้องมีลักษณะการซ้อนทับกันของแผ่นไม้ เพื่อให้เกิดการสะท้อนภายในช่อง เสมือนการดูดซับเสียงของวัสดุที่มีรูพรุน

ข. การใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันในการออกแบบ กำแพงกันเสียงให้กับกิจกรรมด้านใน โดยการกำหนดตำแหน่งการวางกำแพงเสียงให้สามารถกันเสียงดังเข้าสู่ตัวบ้าน

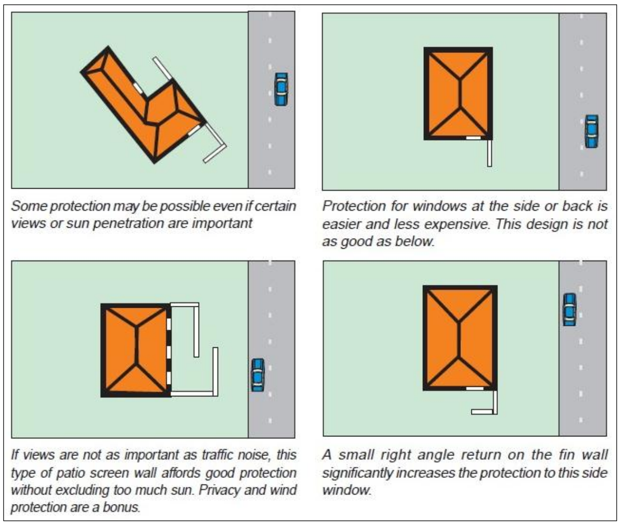


รูปที่ 28 การสร้างกำแพงเพื่อกั้นเสียงที่เกิดจากการจราจรในลักษณะพื้นที่มีความลาดชันขึ้น

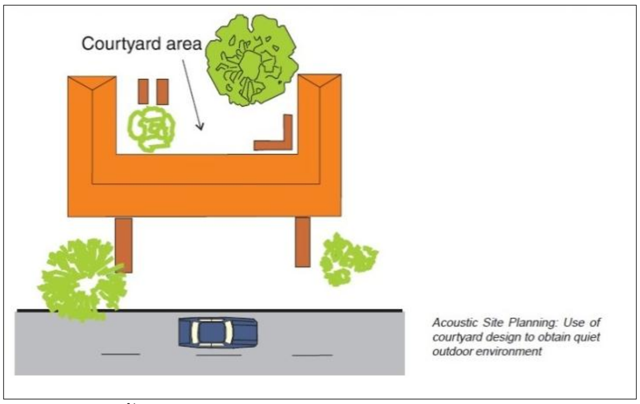


รูปที่ 29 การสร้างกำแพงเพื่อกั้นเสียงที่เกิดจากการจราจรในลักษณะพื้นที่มีความลาดชันลง

ค. การใช้ผนังอาคารในการกันเสียง (screen walls) โดยออกแบบการวางตำแหน่งอาคารและพื้นที่กิจกรรมนอกอาคาร ให้ผนังอาคารและรั้ว ช่วยในการกั้นเสียงจากการจราจร



รูปที่ 30 ลักษณะการวางอาคารและพื้นที่นอกอาคารให้สามารถใช้งานโดยไม่ได้รับเสียงรบกวนจากการจราจร



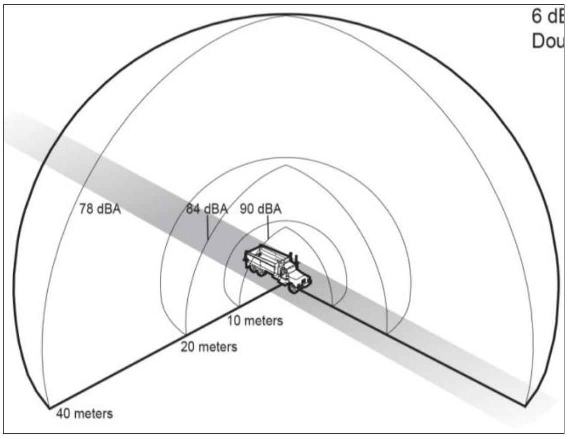
รูปที่ 31 การวางพื้นที่ภายนอกอาคาร ให้ไม่ได้รับเสียงรบกวนจากการจราจร

ง. ใช้พืชพรรณช่วยกรองเสียงและเพื่อสุนทรีภาพ โดยเฉพาะไม้เลื้อยที่ทำให้เกิดความสวยงามของพื้นที่ และความพลุนของพืชพรรณจะสามารถลดการสะท้อนของเสียงต่อผู้ที่เดินอยู่ด้านหน้าผนังกำแพง

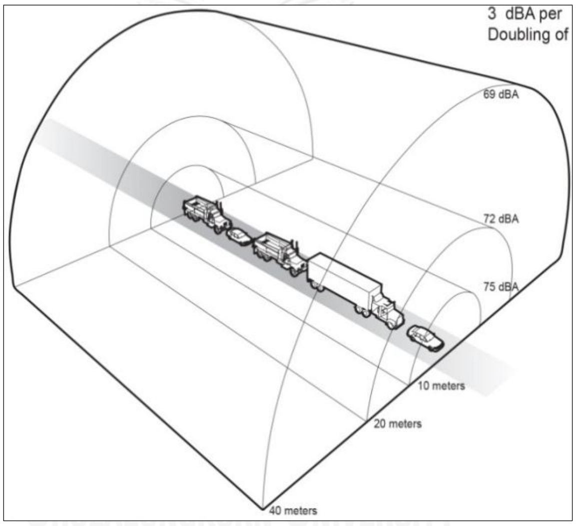
รูปที่ 32 ลักษณะของการใช้พืชพรรณในการช่วยดูดซับเสียงในพำแพงเสียง

2. ในแวนคูเวอร์ รัฐบริติชโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา กำหนดการควบคุมเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นในพื้นที่เมืองด้วยคู่มือการควบคุมเพื่อลดมลภาวะทางเสียง (noise control manual) โดยมีเนื้อหาการควบคุมในพื้นที่เมืองดังนี้

ก. การศึกษาลักษณะของแหล่งกำเนิดเสียงในพื้นที่เมือง ที่เกิดจากการจราจร และการเดินทางของเสียงจะลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น

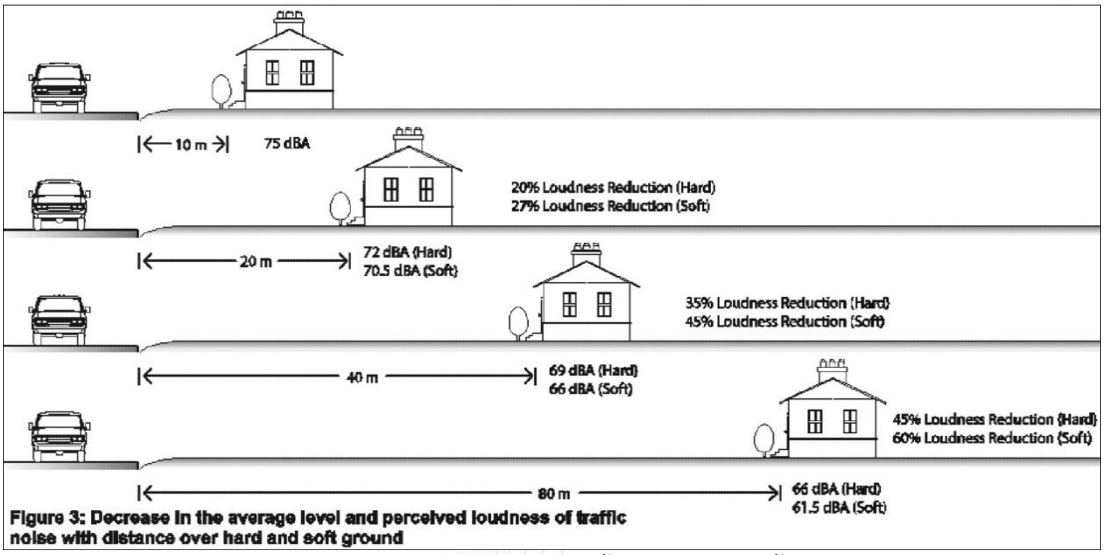


รูปที่ 33 แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด เมื่อรถจอดอยู่กับที่
และการลดลงของระดับเสียง เมื่อระยะทางการเดินทางของเสียงเพิ่มขึ้น



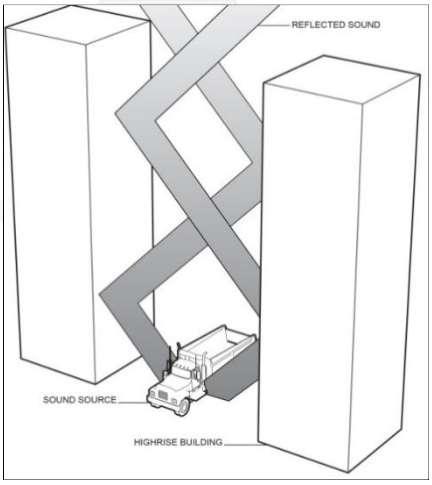
รูปที่ 34 แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น เมื่อรถเคลื่อนที่
และการลดลงของระดับเสียง เมื่อระยะทางการเดินทางของเสียงเพิ่มขึ้น

ข. การศึกษาการลดลงของเสียง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น จากแหล่งกำเนิดเสียง (ถนน) ถึงบริเวณที่พักอาศัย โดยมีปัจจัยของพื้นที่ดาษแข็งและพื้นที่ที่มีพืชพรรณ ทำให้การลดลงของเสียงรบกวนต่างกัน

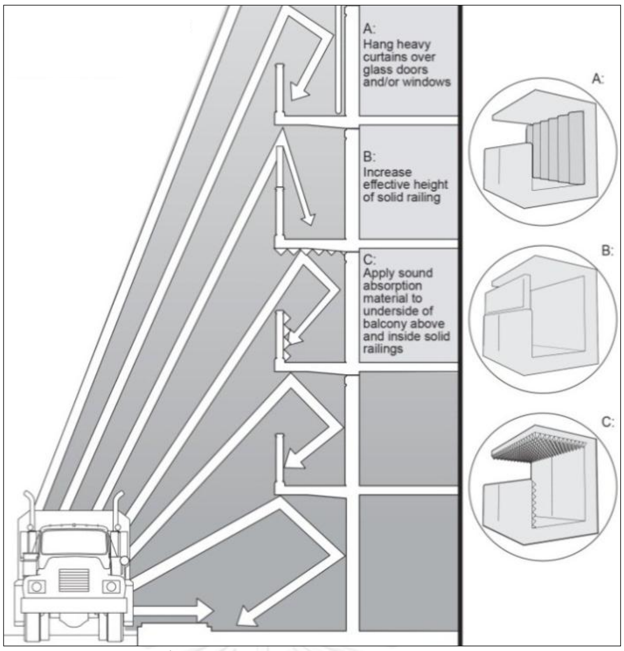


รูปที่ 35 การลดลงของเสียงเมื่อเดินทางผ่านพื้นที่ดาษแข็งและพื้นที่ที่มีพืชพรรณ

ค. การศึกษาเสียงดัง ในพื้นที่ ที่มีความหนาแน่น จากลักษณะอาคารสูงริมถนน ทำให้เกิดการสะท้อนเสียงจากการจราจร ระหว่างอาคารทั้งสองข้าง อันส่งผลให้ผู้ที่อยู่บนอาคารสูงได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางเสียง ดังนั้นจึงมีการสร้างแนวทางการควบคุมพื้นที่ช่องเปิดอาคารให้สามารถลดมลภาวะทางเวียงที่เกิดกับคนที่อยู่ภายในอาคารได้

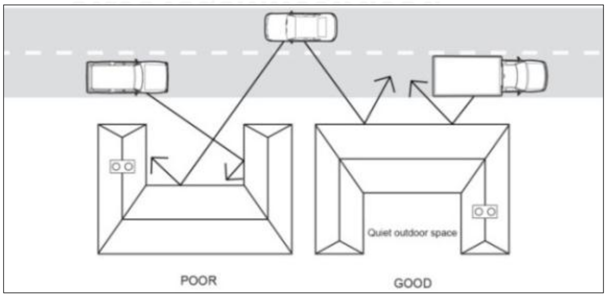


รูปที่ 36 การสะท้อนของเสียงจากการจราจรในพื้นที่เมืองที่มีอาคารสูงหนาแน่น

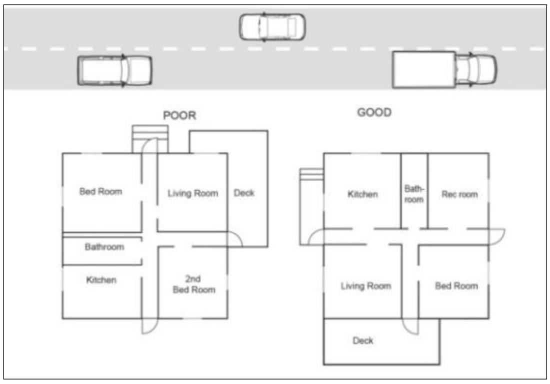


รูปที่ 37 แนวทางการออกแบบพื้นที่ช่องเปิด หรือระเบียงในการลดเสียงรบกวนจากการจราจร ที่มีผลต่อคนที่อยู่บนอาคาร

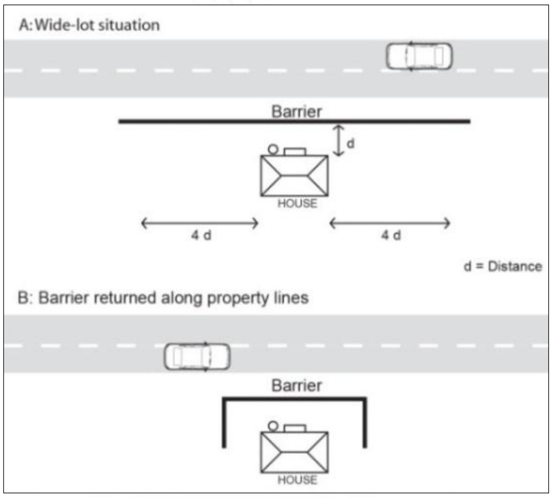
ง. แนวทางการออกแบบเพื่อควบคุมเสียงจากการจราจร ได้กำหนดในลักษณะ ควรทำและไม่ควรทำ เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบพื้นที่สาธารณะที่สามารถลดผลกระทบของเสียงดัง ทั้งการวางอาคารเพื่อสร้างพื้นที่ปิดล้อมสาธารณะในพื้นที่ริมถนน การกำหนดช่องเปิดหน้าอาคาร การกำหนดทางเข้าอาคาร การสร้างรั้วกั้นระหว่างอาคารกับพื้นที่ริมถนน



รูปที่ 38 แนวทางการสร้างพื้นที่ทำกิจกรรมภายนอกอาคารที่ควรทำและไม่ควรทำ เพื่อลดผลกระทบมลภาวะทางเสียงจากการจราจร



รูปที่ 39 แนวทางการสร้างพื้นช่องเปิดด้านหน้าอาคาร ที่ควรทำและไม่ควรทำ
เพื่อลดผลกระทบมลภาวะทางเสียงจากการจราจร



รูปที่ 40 แนวทางการสร้างและสัดส่วนของรั้วกั้นระหว่างถนนและพื้นที่อาคาร
เพื่อลดผลกระทบมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

บทนี้กล่าวถึง เนื้อหาและทฤษฎีของการศึกษา ทั้งลักษณะของมลภาวะทางเสียง มลภาวะทางเสียในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การแก้ปัญหาในรูปแบบที่ผ่านมา และแนวทางการแก้ปัญหาในอนาคต โดยเฉพาะการศึกษาทฤษฎีการเดินทางของเสียง ให้สามารถออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่ริมถนน เพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยใช้มาตรการทางผังเมืองในการควบคุม และออกแบบเรื่องระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบ

บทที่ 3
การดำเนินการศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพเมือง และมลภาวะทางเสียงจากการจราจร เพื่อใช้มาตรการทางผังเมืองในการแก้ปัญหา การดำเนินการศึกษา โดยวิธีการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียงในพื้นที่ริมถนนสายหลัก ที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรเกินค่ามาตรฐาน โดยใช้คุณสมบัติการเดินทางของเสียง เมื่อตกกระทบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง และนำข้อมูลมาใช้เป็นเงื่อนไขการออกแบบ ให้สามารถตอบรับกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

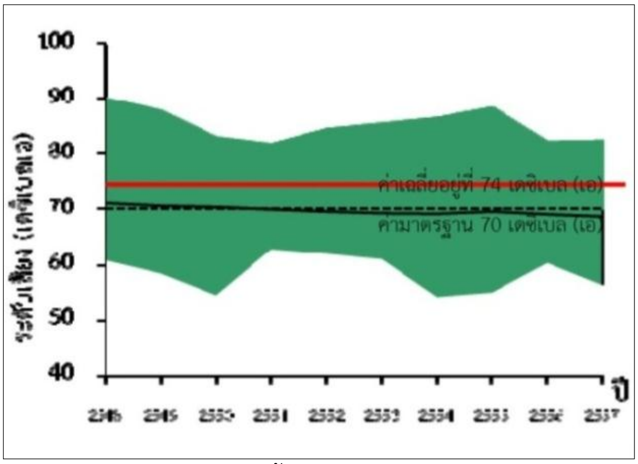
3.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

3.1.1 จุดตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ

การกำหนดพื้นที่ศึกษา อ้างอิงพื้นที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียงเกินค่ามาตรฐาน ริมถนนสายหลักในกรุงเทพมหานคร จากการรายงานผลการตรวจวัดระดับเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ของกรมควบคุมมลพิษ

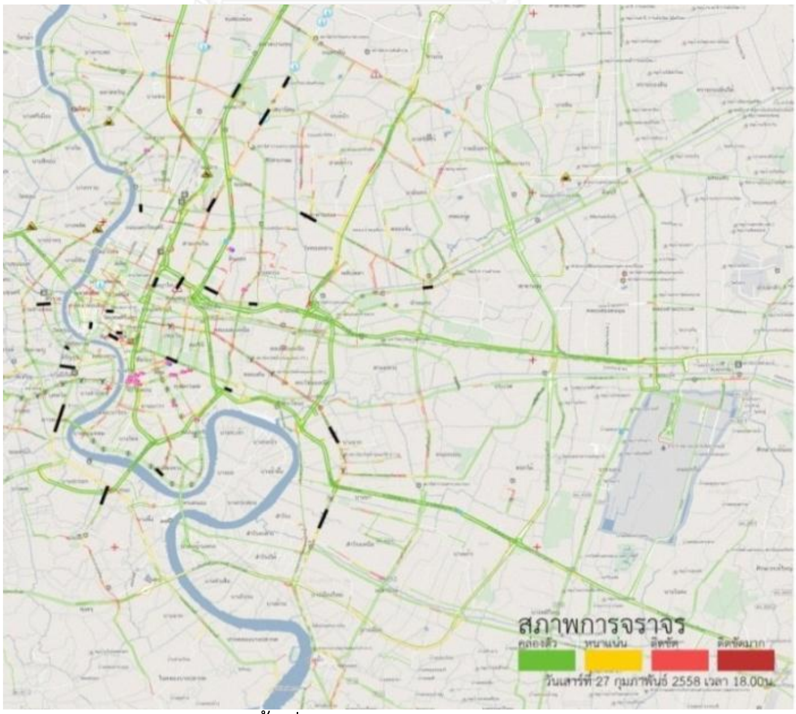
ภาพรวมของระดับเสียงในพื้นที่ริมถนนของกรุงเทพมหานคร จากผลเปรียบเทียบการตรวจวัดระดับเสียงระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ.2557 พบข้อสรุปดังนี้

จากแผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2553 มีค่าระดับเสียงที่ลดลง เนื่องจากมีมาตรการควบคุมระดับเสียงที่เครื่องยนต์ จากนั้นในช่วง ปี พ.ศ. 2554 - 2555 มีค่าระดับดังเสียงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากนโยบายรถคันแรก อันส่งผลให้เพิ่มปริมาณรถในท้องถนนเพิ่มขึ้น และต่อมาพบว่าเสียงที่ลดลงในช่วงปี พ.ศ.2556-2557 เนื่องจากเกิดเหตุการณ์สำคัญ คือเกิดการชุมนุมและการปิดถนนหลายสายทั่วกรุงเทพ ทำให้การปริมาณการจราจรลดลง ถึงแม้ว่ากราฟการรายงานผลการตรวจวัดระดับเสียง มีช่วงระดับเสียงที่ลดลง แต่พบว่าค่าเฉลี่ยรวมของระดับเสียงเกินจากค่ามาตรฐานประมาณ 4-5 เดซิเบล (เอ) ซึ่งในการเพิ่มขึ้นของเสียงทุก 5 เดซิเบล (เอ) ความปลอดภัยต่อการได้ยินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ ระยะเวลาที่สามารถรับเสียงต่อเนื่องลดลงอย่างมาก (Occupational Safety and Health Administration – OSHA)

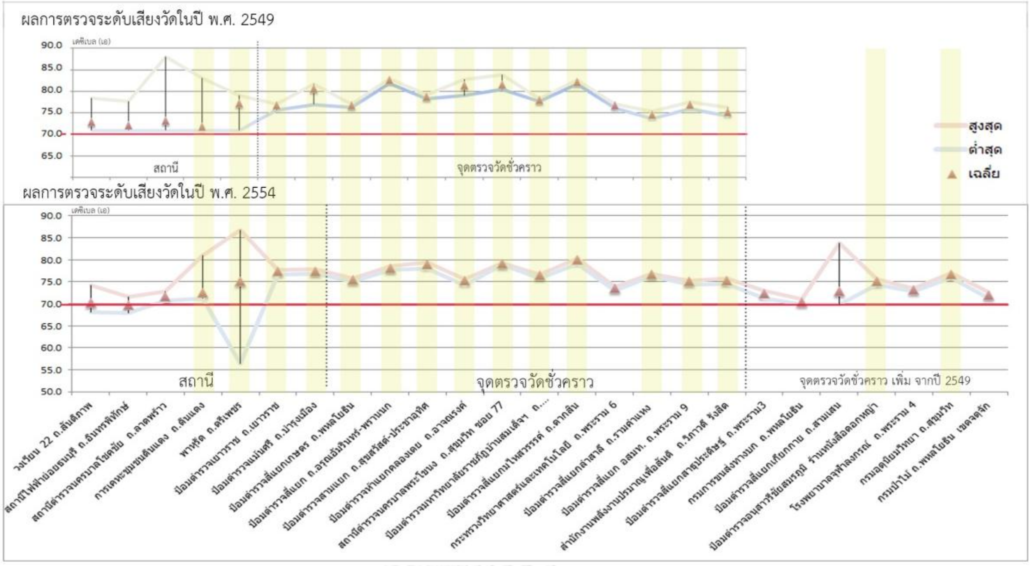


รูปที่ 41 แผนภูมิแสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง พื้นที่ริมถนนกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2548-2557
ที่มา : อ้างอิงข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ

เมื่อพิจารณาแต่ละจุดตรวจวัดระดับเสียงพื้นที่ริมถนน ของกรมควบคุมมลพิษ เปรียบเทียบกันระหว่าง ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2549 ที่มีทั้งหมด 25 จุดตรวจวัด พบว่าค่าตรวจวัดระดับเสียงส่วนใหญ่ลดลง แต่ยังคงมีบางจุดตรวจวัดที่มีระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดลงในหลายจุดตรวจวัด ยังคงเกินค่ามาตรฐานที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากการพิจารณา จุดตรวจวัดระดับเสียง ที่มีระดับเสียงเพิ่มขึ้นหรือมีระดับเสียงคงที่ หมายถึงยังเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียง ร่วมถึงการพิจารณาระดับเสียงที่ลดลงแต่ยังคงเกินค่ามาตรฐานอยู่ประมาณ 4-5 เดซิเบล (เอ) นี้ ส่งผลให้สามารถคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจาก 25 จุดตรวจวัด ออกมาเป็น 16 จุดตรวจวัด



รูปที่ 42 จุดตรวจวัดระดับเสียงพื้นที่ริมถนน อ้างอิงข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2554
ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 43 ผลการตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ เปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2549 และ ปี พ.ศ. 2554

ที่มา : อ้างอิงข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ

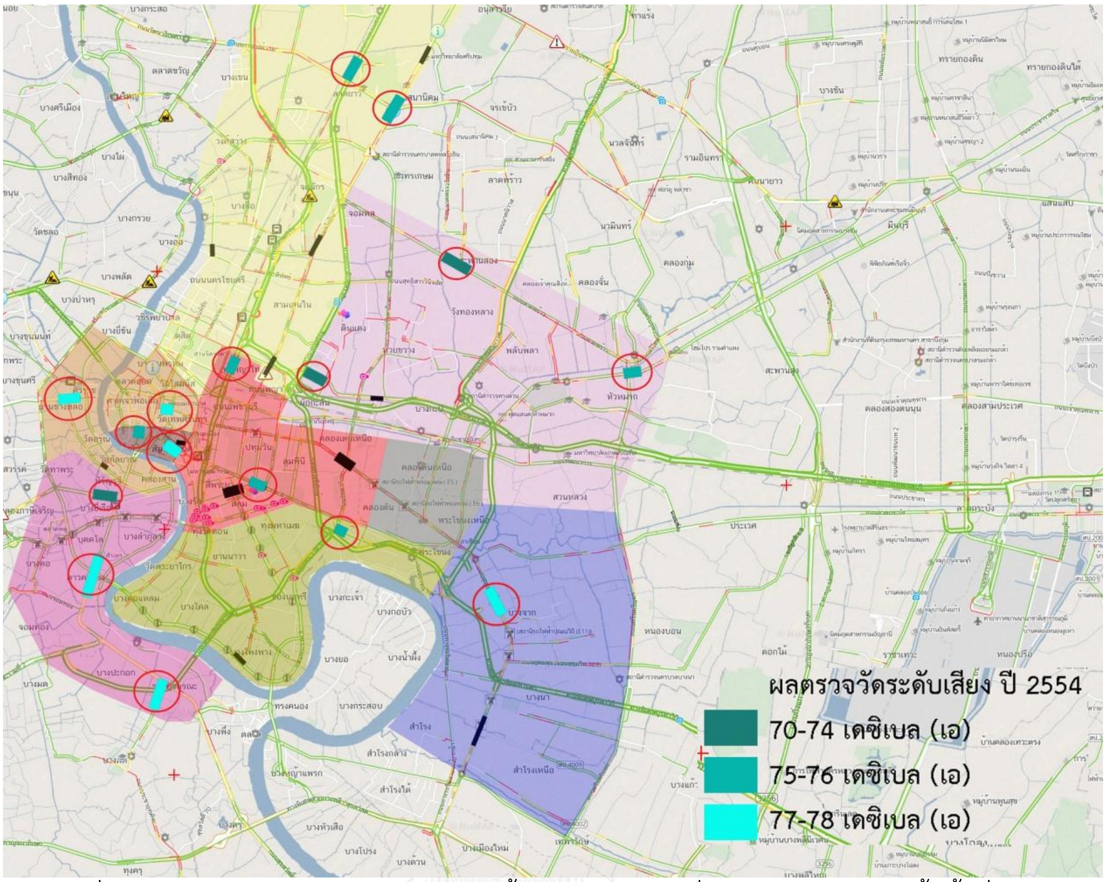
3.1.2 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงดังและลักษณะพื้นที่ศึกษา

เมื่อนำทั้ง 16 จุดตรวจวัดระดับเสียงมาพิจารณาร่วมกับค่าการตรวจวัดระดับเสียง สามารถสรุปลักษณะของย่านที่มีผลต่อมลภาวะทางเสียงดังนี้

1. พื้นที่ชาญเมือง ฝั่งทิศตะวันตกเฉียงใต้ของกรุงเทพฯ มีมลภาวะทางเสียงที่มากกว่าย่านอื่น เนื่องจากมีการกระจุกตัวของการอยู่อาศัยในพื้นที่ริมถนน อันส่งผลให้การใช้รถที่หนาแน่นตามไปด้วย ซึ่งต่างจากพื้นที่ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพฯ ที่มีลักษณะการกระจุกตัวไม่มากนักในพื้นที่ริมถนน และมีการแก้ปัญหาในถนนเส้นหลัก โดยการใช้กำแพงกั้นเสียง โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เมื่อพิจารณาระหว่างพื้นที่ชาญเมืองและพื้นที่กลางเมือง พบว่าพื้นที่ชาญเมืองมีระดับเสียงที่ดังกว่าพื้นที่กลางเมือง จากการลงพื้นที่ศึกษา พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลให้พื้นที่มีระดับเสียงดัง ได้แก่ ถนนที่รถสามารถวิ่งเร็วจะทำให้ระดับเสียงที่ดังกว่าถนนที่รถหนาแน่นหรือการจราจรติดขัด และในพื้นที่ชาญเมืองคุณภาพของรถที่ใช้ เก่ากว่าพื้นที่กลางเมือง ทำให้เกิดเสียงดังที่มากกว่า เฉพาะรถส่งของต่างๆ ทั้งจักรยานยนต์ และรถยนต์

3. ประการสุดทายคือ ในพื้นที่กลางเมืองบางพื้นที่จะมีระดับเสียงที่สูง จากการลงพื้นที่ศึกษา พบว่าพื้นที่ที่มีความถี่ของจุดตัดถนน จะส่งผลให้พื้นที่มีระดับเสียงดัง เนื่องจากเสียงดังที่เกิดขึ้น เป็นผลมาจากลักษณะการออกตัวของรถเมื่ออยู่บริเวณแยกต่างๆ เช่น ถนนเยาวราช ถนนตรีเพชร เป็นต้น



รูปที่ 44 แสดงระดับเสียงในแต่ละจุดตรวจวัด ทั้ง 16 จุดตรวจวัด ที่ได้ทำการคัดเลือกเป็นพื้นพื้นที่ศึกษา

ที่มา : อ้างอิงข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

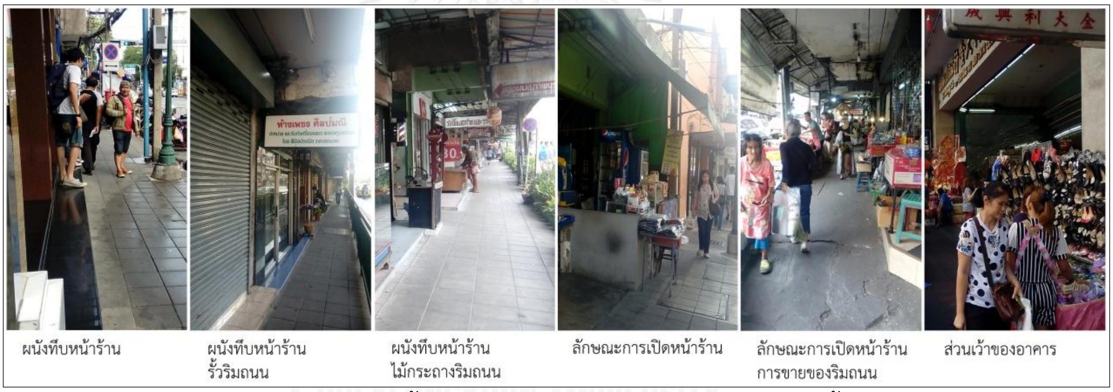
จากการพิจารณาลักษณะย่านในพื้นที่รอบจุดตรวจวัดริมถนนสายหลัก ทั้ง 16 จุดตรวจวัด พบว่าลักษณะของย่านมีความคล้ายคลึงกัน จากการใช้ประโยชน์อาคารที่ซ้ำกัน คือการผสมระหว่างที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรมในอาคารประเภทตึกแถว โดยเฉพาะย่านชาญเมือง เนื่องจากสภาพปัจจุบันของกรุงเทพมหานคร มีการพัฒนาไม่เต็มศักยภาพตามผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงไม่สามารถแบ่งลักษณะย่านตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ เช่น ย่านพาณิชยกรรม ย่านที่อยู่อาศัย เป็นต้น โดยมีการแบ่งลักษณะพื้นที่ริมถนนออกได้ดังนี้

1. อาคารประเภทตึกแถว

ก. ที่อยู่อาศัยระยะถอยร่น 1-3 เมตร

รูปที่ 45 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

ข. พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่น 1-3 เมตร



รูปที่ 46 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

ค. ที่อยู่อาศัยระยะถอยร่น 4-5 เมตร

รูปที่ 47 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

ง. พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่น 4-5 เมตร

รูปที่ 48 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารประเภทตึกแถว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

2. อาคารขนาดใหญ่

ก. พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่นหน้าอาคาร 8 เมตร ขึ้นไป

รูปที่ 49 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารขนาดใหญ่ จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

3. ลักษณะอาคารที่มีรั้ว

ก. ที่อยู่อาศัย ระยะถอยร่น 3-5 เมตร

รูปที่ 50 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารที่มีรั้ว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

ข. พื้นที่อาคารขนาดใหญ่ เช่น สำนักงาน โรงพยาบาล คอนโด ระยะถอยร่น 6 เมตรขึ้นไป

รูปที่ 51 แสดงลักษณะพื้นที่ อาคารที่มีรั้ว จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา

3.1.3 สรุปเงื่อนไขการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

การกำหนดพื้นที่ศึกษาด้วยเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

1. การคัดเลือกพื้นที่ ที่ยังคงมีปัญหามลภาวะทางเสียงรุนแรงต่อสุขภาพ จากการเปรียบเทียบผลตรวจวัดระดับเสียง ของกรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2554
2. การคัดเลือกพื้นที่ โดยการแบ่งตามลักษณะย่านทั่วกรุงเทพมหานคร เพื่อดูความแตกต่างขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง
3. จากจุดตรวจวัดทั้งหมดของกรมควบคุมมลพิษ ยังขาดองค์ประกอบทางกายภาพประเภทอาคารสูง โดยสามารถควบคุมได้ด้วยมาตรการทางผังเมือง เช่น กฎหมายความสูงอาคาร (H=2W) การควบคุมความหนาแน่นอาคาร (FAR,OSR) เป็นต้น ทำให้ต้องมีการเลือกพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม เพื่อศึกษาบริบทของอาคารสูงที่ส่งผลต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

3.1.4 พื้นที่ศึกษา

จากเงื่อนไขการเลือกพื้นที่ สามารถกำหนดพื้นที่ศึกษางานวิจัยออกมาได้ทั้งหมด 18 พื้นที่ศึกษา โดยแบ่งได้ดังนี้

1. ย่านกลางเมือง
   ก. ย่านศูนย์กลางเมือง ได้แก่ ป้อมตำรวจอนุสาวรีชัยสมรภูมิ และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถนนพระราม 4
   ข. ย่านเมืองเก่า ได้แก่ ฝั่งพระนคร ป้อมตำรวจแม้นศรี ถนนบำรุงเมือง และ ฝั่งธนบุรี ป้อมตำรวจสี่แยก ถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก
   ค. ย่านการค้าเก่า ได้แก่ ป้อมตำรวจเยาวราช ถนนเยาวราช และพาหุรัด ถนนตรีเพชร

ง. ย่านที่อยู่อาศัย ได้แก่ ป้อมตำรวจห้าแยกคลองเตย ถนนอาจณรงค์

2. ย่านชาญเมือง แบ่งตามถนนหลักเชื่อมพื้นที่เมืองอื่น

   ก. เชื่อมนนทบุรี ปทุมธานี ได้แก่ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนน วิภาวดี-รังสิต และป้อมตำรวจสี่แยกเกษตร ถนนพหลโยธิน

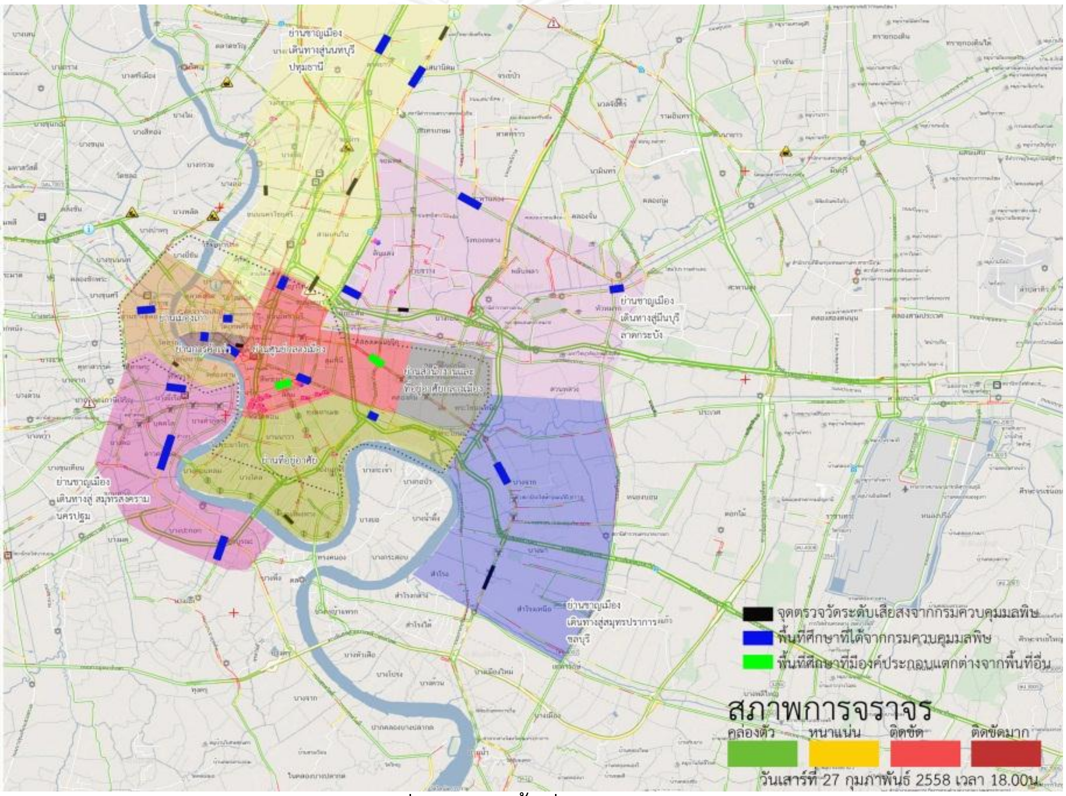
   ข. เชื่อมมีนบุรี ลาดกระบัง ได้แก่ ป้อมตำรวจสี่แยกลำสาลี ถนนรามคำแหง การเคหะชุมชนดินแดง ถนนดินแดง และสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ถนนลาดพร้าว

   ค. เชื่อมสมุทรปราการ ชลบุรี ได้แก่ สถานีตำรวจนครบาลพระโขนง ถนนสุขุมวิท ซอย 77

   ง. เชื่อมสมุทรสงคราม นครปฐม ได้แก่ ป้อมตำรวจสามแยก ถนนสุขสวัสดิ์-ประชาอุทิศ ป้อมตำรวจสี่แยกมไหศวรรย์ ถนนตากสิน และวงเวียน 22 ถนนสันติภาพ

3. ย่านอื่นๆ (ย่านอาคารสูง)

   ก. ถนนสีลมและถนนอโศกมนตรี



รูปที่ 52 แสดงพื้นที่ศึกษางานวิจัย

ที่มา ผู้วิจัย

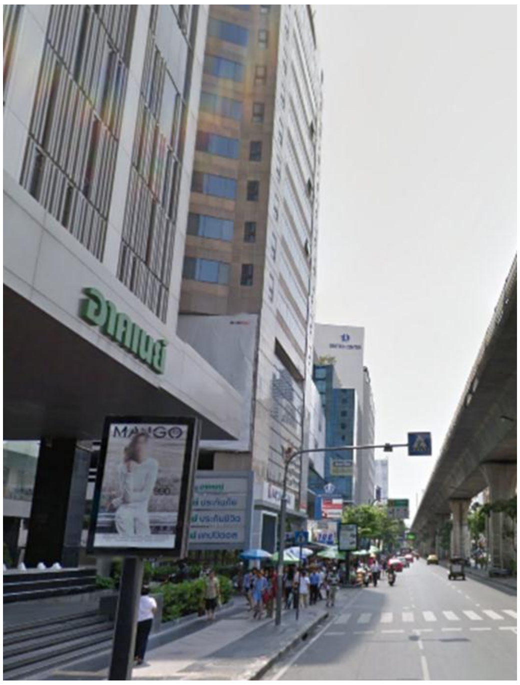
3.2 การกำหนดเกณฑ์ในการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพเมือง

การกำหนดเกณฑ์ในการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงไปสู่ผู้รับเสียง และสามารถออกแบบให้แก้ปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจร มีเงื่อนไขการคัดเลือกเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน ดังนี้

1. คัดเลือกจากการตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น จากพื้นที่ตรวจวัดระดับเสียง ที่อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษทั้งหมด 18 พื้นที่ศึกษา และทำการตรวจวัดทั้งหมด 137 พื้นที่ตรวจวัด สามารถสรุปองค์ประกอบทางกายภาพที่มีผลต่อระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นและลดลง ได้ดังนี้
   - ก. ผนังอาคาร หรือผนังกำแพงที่มีความทึบ
   - ข. ส่วนยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร เช่น กันสาด ชายคา
   - ค. ส่วนเว้าของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร
   - ง. ลักษณะการเปิดหน้าร้าน
   - จ. ไม้พุ่ม
   - ฉ. อุปกรณ์ประกอบถนน
   - ช. ช่องว่างระหว่างอาคาร
2. จากผลการตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น นำมาพิจารณาร่วมกับการทบทวนทฤษฎีและมาตรการทางผังเมือง ได้แก่
   - ก. องค์ประกอบทางกายภาพเมือง
   - ข. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง (ควบคุมความสูงอาคาร,ควบคุมความหนาแน่น,ควบคุมระยะถอยร่นอาคาร)

จากเงื่อนไขการเลือกเกณฑ์ขององค์ประกอบทายกายภาพเมืองที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่ริมถนน ที่ใช้ในการศึกษา แบ่งได้ดังนี้

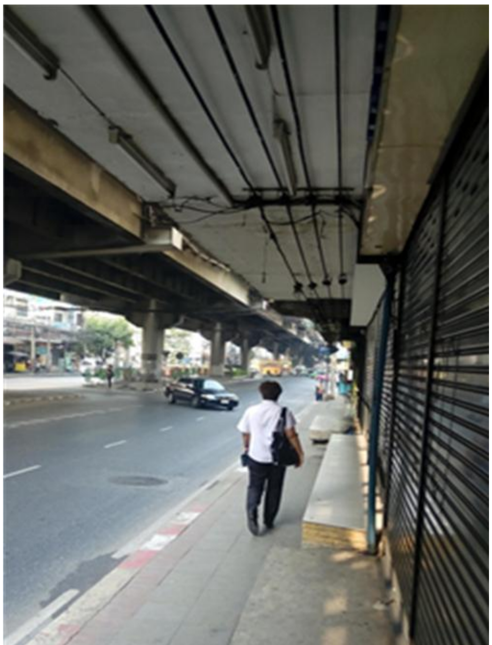
ประเภทขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง	
1.มวลอาคาร	ความสูงอาคารและความกว้างถนน (กฎหมายความสูงอาคาร (H=2W+FAR))
2.ลักษณะช่องเปิดของอาคาร	ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร
	ลักษณะการเปิดหน้าร้าน
3.พื้นที่ว่าง	ช่องว่างระหว่างอาคาร
	ระยะถอยร่นอาคาร (กฎหมายระยะถอยร่นอาคาร)
4.อุปกรณ์ประกอบถนน ถาวร	ไม้พุ่ม
	อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ เช่น ตู้โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น



รูปที่ 53 รูปที่ 54 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ความสูงอาคารและความกว้างถนน
ถนนบำรุงเมือง และถนนสีลม

รูปที่ 55 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ส่วนเว้าของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร
การเคหะชุมชนดินแดง ถนนดินแดง

รูปที่ 56 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ส่วนเว้าของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร ถนนเยาวราช



รูปที่ 57 รูปที่ 58 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร พาหุรัด ถนนตรีเพชร และ แยกลำสาลี ถนนรามคำแหง

รูปที่ 59 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร ถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก

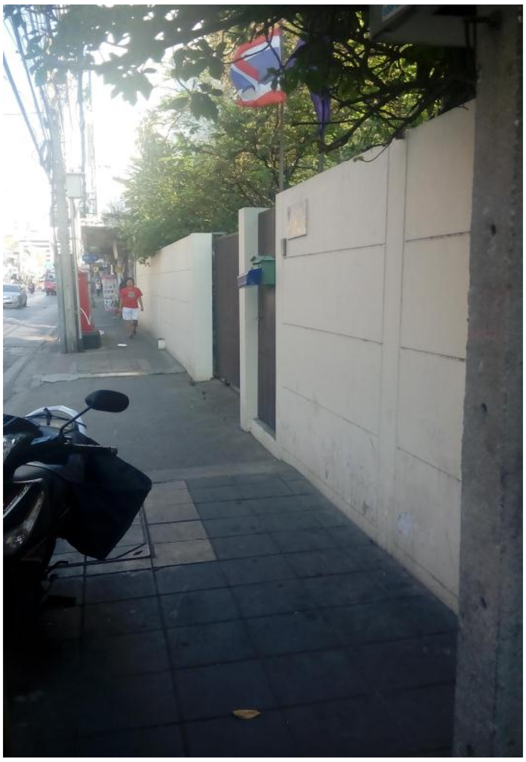
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 60 รูปที่ 61 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ช่องว่างระหว่างอาคาร
ถนนวงเวียน 22 ถนนสันติภาพ และถนนบำรุงเมือง

รูปที่ 62 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ช่องว่างระหว่างอาคาร
ถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก

รูปที่ 63 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ระยะถอยร่น

ถนนสุขุมวิท ซอย 77



รูปที่ 64 รูปที่ 65 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ระยะถอยร่น

แยกลำสาลี ถนนรามคำแหง และ ถนนอรุณอัมรินทร์-พรานนก

รูปที่ 66 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะริมถนน
ถนน พาหุรัด

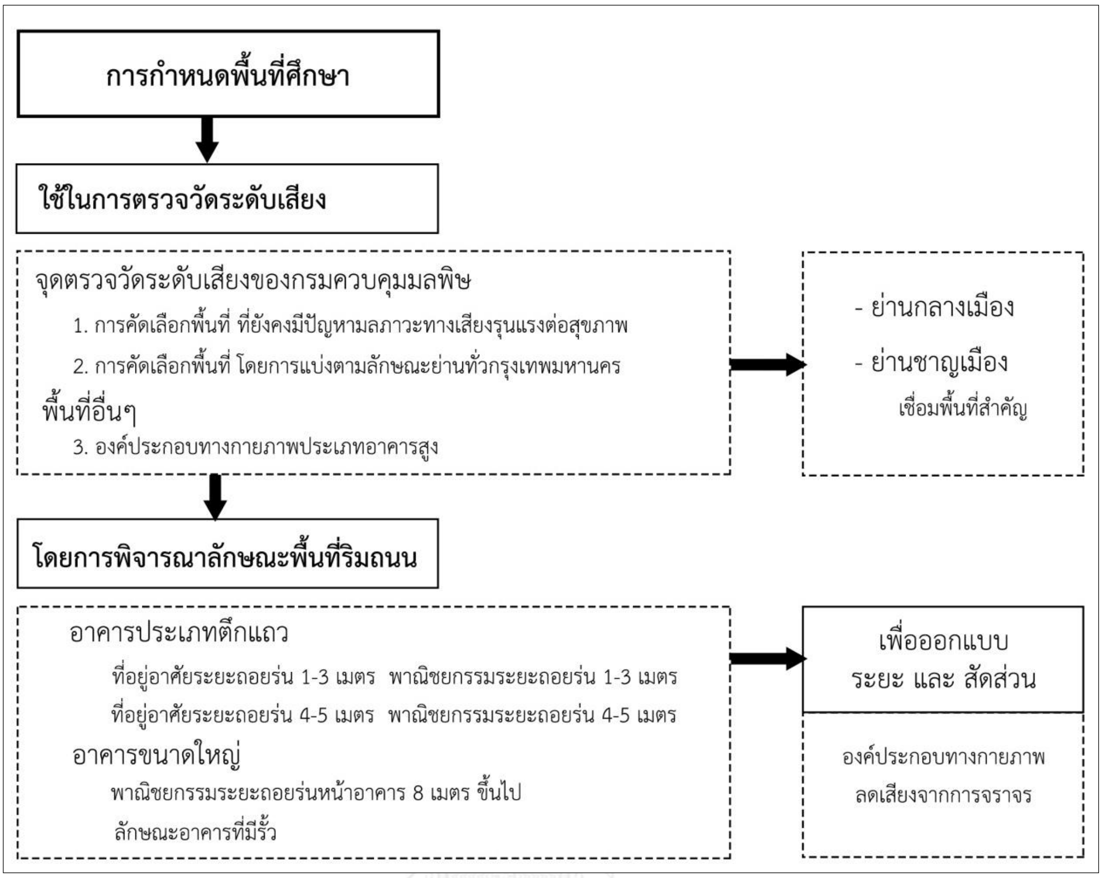
รูปที่ 67 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะริมถนน
พาหุรัด ถนนตรีเพชร

รูปที่ 68 รูปที่ 69 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท ไม้พุ่ม ระยะหน้าอาคาร
การเคหะชุมชนดินแดง ถนนดินแดง และ ถนนสุขุมวิท ซอย 77

รูปที่ 70 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ป้ายรถเมล์
ถนนพระราม 4

รูปที่ 71 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ตู้โทรศัพท์

รูปที่ 72 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท อุปกรณ์ประกอบถนน ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค ถนนพระราม 4



รูปที่ 73 สรุปการกำหนดพื้นที่ศึกษา เพื่อออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมือง พื้นที่ริมถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 เครื่องมือวิจัย

จากกรอบการวิจัย ต้องการทราบระดับความดังของเสียงในพื้นที่ริมถนน ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางกายภาพเมือง จึงเลือกใช้การตรวจวัดระดับเสียง โดยเครื่องตรวจวัดเสียง (Sound Level Meter) มาตรฐาน IEC 60651 Type 2 (International Electrotechnical Commission 651 Type 2) ช่วงการวัดระดับเสียง 30 ถึง 130 เดซิเบล (เอ) ความแม่นยำ±1.5dB การถ่วงน้ำหนักความถี่ A และ C อุปกรณ์เสริม คือ ฟองน้ำกันลม และขาตั้ง

วิธีการใช้เครื่องมือ ขั้นแรก การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนออกภาคสนามตั้งค่าการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องตรวจวัดเสียง เลือกใช้ วงจรถ่วงน้ำหนัก “A” (Weighting Network “A”) ลักษณะความไวตอบรับเสียง “Fast” (Dynamic Characteristic “Fast”) ข้อมูลที่ได้จะเป็นค่า LA90 และ L Aeq ในช่วงเวลาต่างๆ และสามารถปรับรายละเอียดอื่นๆ ตามคู่มือ ก่อนใช้งานเครื่องมือควรปรับเทียบการอ่านค่าระดับเสียงของเครื่องวัดระดับเสียงตามวิธีที่กำหนดในคู่มือการใช้งานของเครื่องวัดระดับเสียงนั้น ๆ โดยใช้อคูสติคคาลิเบรเตอร์ หรือที่เรียกว่า External calibration และตรวจสอบวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องวัดระดับเสียง หรือที่เรียกว่า Internal calibration

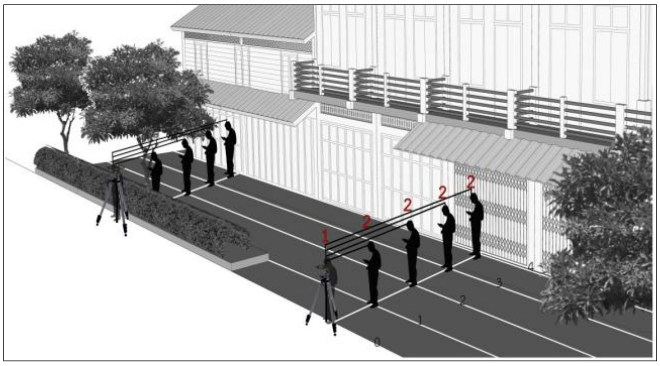
ขั้นที่ 2 การตั้งเครื่องตรวจวัดเสียงภายนอกอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร วัดโดยได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง รัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดกีดขวางอยู่ (กรมควบคุมมลพิษ,2550).

3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาวิจัย จากจุดตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ เพื่ออ้างอิงพื้นที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร ทั้งหมด 16 พื้นที่ และพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมเรื่องประเภทอาคารสูงอีก 2 พื้นที่ รวมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 18 พื้นที่ โดยใช้วิธีการตรวจวัดระดับเสียงริมถนน ทำการตรวจวัดทั้งหมด 2 ครั้ง

ครั้งแรก ตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น เพื่อสร้างเกณฑ์การศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพพื้นที่ริมถนน โดยการตรวจวัดระดับเสียงในทุกองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ว่าลักษณะใด ที่ส่งผล ทั้งลดลงและเพิ่มขึ้น ต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยตรวจวัดรอบจุดตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา ตามถนนสายหลัก วิธีการเก็บข้อมูล คือ ใช้เครื่องตรวจวัดเสียง 2 เครื่อง เลือกองค์ประกอบที่มีความแตกต่างกัน และทำการวัดค่าในเวลาเดียวกัน เพื่อให้ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกัน อันส่งผลให้สามารถนำค่าการตรวจวัดที่ได้มาเปรียบเทียบค่ามากและน้อยของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้นนำผลที่ได้มาพิจารณาร่วมกับการทบทวนทฤษฎีและมาตรการทางผังเมือง เพื่อสร้างเกณฑ์ในการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพในเชิงผังเมือง ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง ออกได้ 4 ประเภทหลัก คือ มวลอาคาร ลักษณะช่องเปิดของอาคาร พื้นที่ว่าง และ อุปกรณ์ประกอบถนนถาวร และแยกย่อยออกได้ 7 ประเภท ดังนี้ (1) ความสูงอาคารและความกว้างถนน (2) ส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร (3) ลักษณะการเปิดหน้าร้าน (4) ช่องว่างระหว่างอาคาร (5) ระยะถอยร่นอาคาร (6) ไม้พุ่ม (7) อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ

ครั้งที่ 2 การสำรวจพื้นที่และตรวจวัดระดับเสียงจริง เป็นการตรวจวัดระดับเสียง ตามเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง 7 ประเภทย่อย เพื่อหาลักษณะการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบแต่ละประเภท อันดับแรก ค้นหาองค์ประกอบตามเกณฑ์ในพื้นที่ศึกษา โดยสร้างเป้าหมายของการเก็บข้อมูล ดังนี้ การค้นหาพื้นที่ ใน 1 องค์ประกอบต้องได้อย่างน้อย 3 พื้นที่ และทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ละ 3 เวลา โดยมีเงื่อนไข คือ วันเดียวกันแต่ต่างเวลา และเวลาเดียวกันแต่ต่างวัน สรุปการเก็บข้อมูล ดังนี้ เก็บวันธรรมดา เช้า 9.00 - 11.00 นาฬิกา บ่าย 16.00 – 18.00 นาฬิกา และวันหยุด เช้า 9.00 - 11.00 นาฬิกา วิธีการเก็บข้อมูล คือ ใช้เครื่องวัดเสียง 2 เครื่อง เครื่องแรก ใช้เป็นจุดอ้างอิง ตรวจวัดบริเวณริมถนน และเครื่องที่ 2 ใช้ตรวจวัดระดับเสียงห่างจากบริเวณริมถนนเข้าไปทุกๆ 1 เมตร ทั้งเครื่องแรกและเครื่องที่ 2 ต้องทำการจับค่าการตรวจวัดพร้อมกัน เพื่อให้ได้แหล่งกำเนิดเสียงเดียวกัน



รูปที่ 74 แสดงวิธีตรวจวัดระดับเสียงเพื่อค้นหา เส้นทางเดินเสียงในแต่ละองค์ประกอบทางกายภาพ

ที่มา : ผู้วิจัย

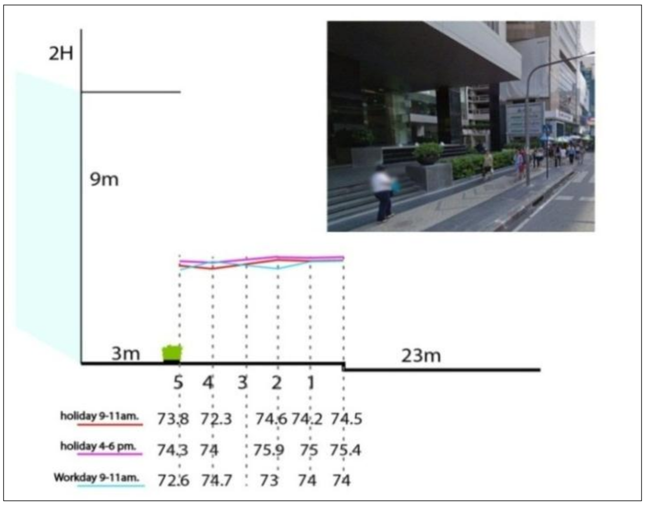
จากการตรวจวัดระดับเสียง ใน 1 พื้นที่ตรวจวัด จะได้ชุดข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าตรวจวัด จากเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 ที่วัดในเวลาเดียวกัน เป็นคู่จากพื้นที่ริมถนน เข้าไปที่ละ 1 เมตร ถึงหน้าอาคาร จากนั้นนำค่าที่ได้จากเครื่องที่ 1 มาหาค่ากลางและปรับให้ระยะการตรวจวัดอื่นๆ มีค่าเท่ากัน เพื่อหาสัดส่วนค่าตรวจวัดของเครื่องที่ 2 และนำค่าที่ได้มาเขียน “แบบจำลองการเดินทางของเสียง” จากพื้นที่ริมถนนถึงหน้าอาคาร

ระยะถอยร่น จากริมถนน	เครื่องวัดเสียง 1	กราฟ	เครื่องวัดเสียง 2	เครื่องวัดเสียง 1	กราฟ	เครื่องวัดเสียง 2	เครื่องวัดเสียง 1	กราฟ	เครื่องวัดเสียง 2
	ค่ากลาง 79.2			ค่ากลาง 80.2			ค่ากลาง 77.7		
0	83.3	74.5	78.6	80.2	75.4	75.4	88.8	74	85.1
1	79.2	74.2	74.2	81.4	75	76.2	78.7	74	75
2	82.6	74.6	78	80.9	75.9	76.6	77.7	73	73
4	83.9	72.3	77	83.6	74	77.4	87.4	74.7	84.4
5	81.9	73.8	76.5	84.3	74.3	78.4	88.5	72.6	83.4

รูปที่ 75 แสดงวิธีการคิดคำนวณ การปรับค่าการตรวจวัด เพื่อใช้เป็นค่าในการเขียนกราฟการเดินทางของเสียง

ที่มา : ผู้วิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 76 แสดงลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงจากการตรวจวัดระดับเสียง

ที่มา : ผู้วิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องด้วยงานวิจัยอ้างอิงพื้นที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียงจากผลตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ ดังนั้นจึง “ต้องการทราบเพียงระดับความดังเสียงในพื้นที่ริมถนน ที่เพิ่มขึ้นและลดลง เมื่อตกกระทบกับองค์ประกอบทางกายภาพเมืองแต่ละชนิดเท่านั้น” ไม่ได้ต้องการทราบค่าการตรวจวัดเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของพื้นที่ ดังนั้นใน 1 เกณฑ์ขององค์ประกอบ ต้องใช้ค่าการตรวจวัดชุดเดียวกัน จากเครื่องมือชุดเดียวกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ และสามารถตัดปัจจัยการเก็บข้อมูลการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง รวมถึงปัจจัยอื่นในสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ทิศทางลม เป็นต้น เนื่องจากการตรวจวัดในพื้นที่เดียวกันและเวลาเดียวกัน เช่น การตรวจวัดด้วยเกณฑ์องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม ทำการตรวจวัดการเดินทางของเสียงในพื้นที่ก่อนและหลังไม้พุ่ม และนำชุดข้อมูลมาเปรียบเทียบว่าไม้พุ่มสามารถลดหรือเพิ่มระดับเสียงมากน้อยเพียงใด และนำไปเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ที่องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่มเหมือนกัน เพื่อสรุปความซ้ำของผลที่ได้

3.5.1 การสร้างเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพ

จากการตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น ตรวจวัดทั้งหมด 137 คู่ตรวจวัด ใน 18 พื้นที่ศึกษา เช่น องค์ประกอบที่มีผนังกำแพงคู่กับช่องว่างระหว่างอาคาร หรือองค์ประกอบที่มีไม้พุ่มคู่กับองค์ประกอบที่ไม่มีไม้พุ่ม เป็นต้น จากนั้นนำผลการตรวจวัดทั้งหมดมาจัดหมวดหมู่ให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน เพื่อหาข้อสรุปของผลที่มีความซ้ำกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ผนังกำแพงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับเสียงบริเวณหน้าอาคาร หรือ ไม้พุ่มมีผลต่อการลดลงของระดับเสียง เป็นต้น เมื่อได้ข้อสรุปจากการตรวจวัดเบื้องต้นทั้งหมดแล้ว นำมาพิจารณาร่วมกับการทบทวนทฤษฎีและมาตรการทางผังเมือง เพื่อสร้างเกณฑ์ขององค์ประกอบทางกายภาพในการศึกษา

3.5.2 การทดสอบสมมุติฐาน

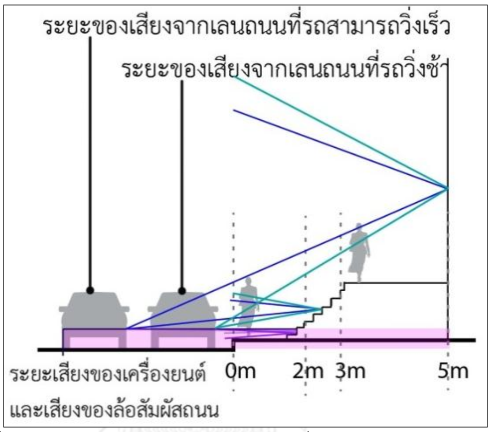
3.5.2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองการเดินทางของเสียงที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง

ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง มีผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

โดยการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบทางกายภาพเมือง 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีการดูดซับเสียงและทฤษฎีการสะท้อนเสียง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ทฤษฎีการดูดซับเสียง คือ เมื่อเสียงเดินทางผ่านวัสดุดูดซับ จะทำให้เสียงลดลง เช่น องค์ประกอบประเภทไม้พุ่ม เป็นต้น ทฤษฎีการสะท้อนเสียง คือ เมื่อเสียงเดิน

ผ่านวัสดุเนื้อแข็ง เช่น ผนังอาคาร รั้ว เป็นต้น เสียงจะสะท้อนกลับ โดยทำมุมจากการสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ และเสียงจากการสะท้อนจะเท่ากับเสียงที่ตกกระทบ

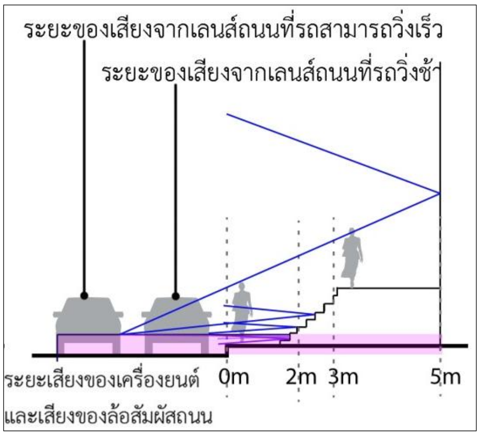
ในทฤษฏีการสะท้อนเสียง ลักษณะของการสะท้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ปัจจัย ที่ส่งผลให้เกิดการสะท้อนที่แตกต่างกัน ปัจจัยแรก คือ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงพื้นผิวการสะท้อน ส่งผลให้มุมระหว่างการตกกระทบและการสะท้อนแคบลงเมื่อระยะห่างมากขึ้น แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจรสามารถแบ่งระยะออกได้ 2 ลักษณะ คือ ระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งเร็ว และระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งช้า พบว่ามุมจากระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งช้ากว้างกว่ามุมจากระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งเร็ว ในงานวิจัยจะทำการพิสูจน์ทั้งสองระยะเนื่องจากในการตรวจวัดระดับเสียงไม่สามารถแยกเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงได้



รูปที่ 77 แสดงปัจจัยเรื่องระยะของแหล่งกำเนิดเสียง ที่ทำให้เกิดลักษณะมุมจากการสะท้อนเสียง

ที่มา : ผู้วิจัย

ปัจจัยที่สอง คือ ความสูงของแหล่งกำเนิดเสียง ที่เป็นเสียงจากการจราจร มีความสูงจากพื้นถนน 0.7-1 เมตร อันส่งผลให้การสะท้อนขึ้นมีผลต่อการได้ยินมากกว่าการสะท้อนลง (มีผลน้อยมาก) ดังนั้นในงานวิจัยจะใช้การสะท้อนเสียงขึ้นเป็นหลักและตรวจวัดเสียงในระดับชั้น 1 ของอาคาร



รูปที่ 78 แสดงปัจจัยเรื่องความสูงของแหล่งกำเนิดเสียง ที่ทำให้เกิดลักษณะมุมจากการสะท้อนเสียง

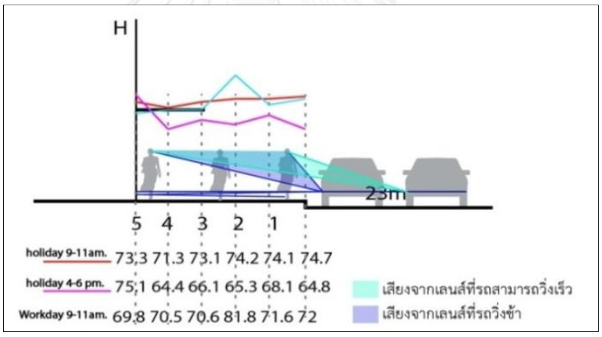
ที่มา : ผู้วิจัย

3.5.2.2 วิธีการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง

จากลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง นำมาวิเคราะห์เพื่อให้สามารถอธิบายลักษณะการเกิดของกราฟหรือแบบจำลอง โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

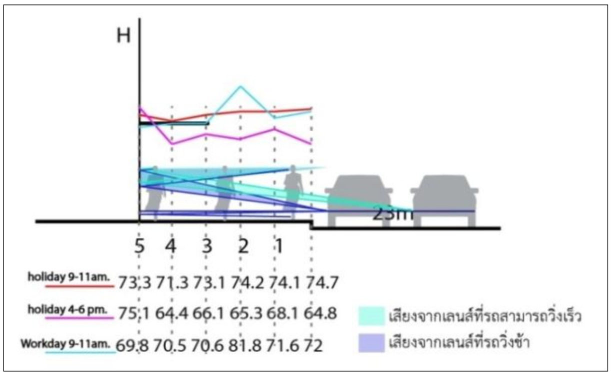
1. พื้นที่ตรวจวัดระดับเสียงส่วนใหญ่จะประกอบด้วยผนังอาคารเป็นหลัก ดังนั้นเสียงที่ได้รับจากตำแหล่งตรวจวัด 1 ตำแหน่ง จะเกิดจากเสียงรวม ทั้งจากแหล่งกำเนิดเสียงและจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงสร้าง “แบบจำลองการได้รับเสียง” จากการจราจร ของผู้รับเสียงทั้งหมด คือ (1) จากแหล่งกำเสียงโดยตรง (2) จากการสะท้อน จากผนังกำแพงด้านข้าง และ (3) จากการสะท้อนจากผนังกำแพงด้านบน

เงื่อนไขการสร้างแบบจำลองการได้รับเสียง เนื่องจากแบบจำลองการได้รับเสียงนี้ นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับแบบจำลองการเดินทางของเสียง “ในการสร้างลักษณะแบบจำลองการได้รับเสียงใช้การได้รับเสียงในความสูงเท่ากับการตรวจวัดเสียง คือความสูงเท่ากับตำแหน่งของหูมนุษย์” อยู่ในระดับประมาณ 160 เมตร จึงทำให้เกิดลักษณะแบบจำลองเป็นเส้นที่พุ่งจากแหล่งกำเนิดเสียงเข้าสู่ผู้รับเสียง



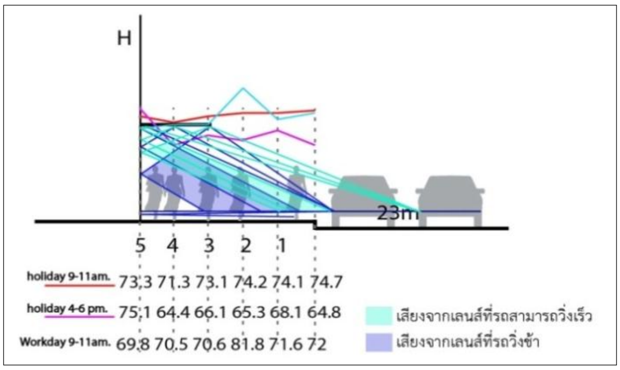
รูปที่ 79 แสดงตัวอย่างผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียง ได้รับเสียงโดยตรงจากแหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร

ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 80 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียงได้รับเสียงจากการสะท้อนกลับของงค์ประกอบทางกายภาพ จากด้านข้าง

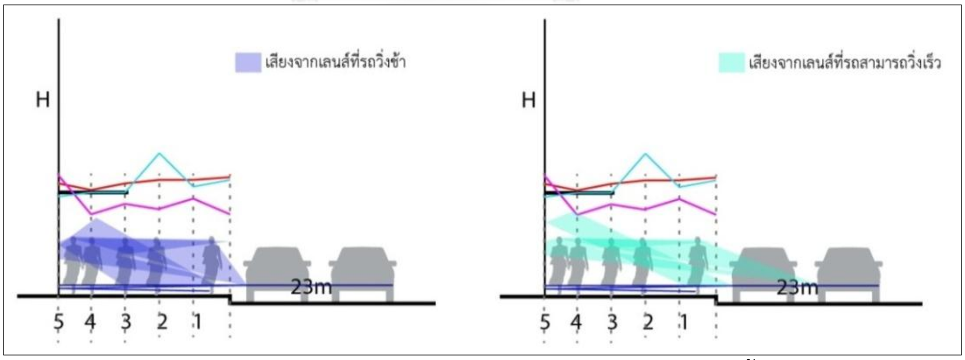
ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 81 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียงได้รับเสียงจากการสะท้อนกลับของององค์ประกอบทางกายภาพ จากด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

2. จากการสร้างแบบจำลองการได้รับเสียงข้างต้น ทั้งระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งช้าและระยะของเสียงจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งเร็ว นำกราฟการได้รับเสียงทั้งหมดมาซ้อนทับกัน พบว่าพื้นที่ของการซ้อนทับกันมากที่สุด คือพื้นที่ที่ได้รับเสียงมากที่สุด ในการวิเคราะห์ คือพื้นที่สีเข้ม นำมาพิจารณาร่วมกับแบบจำลองการเดินทางของเสียง พบว่ามีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 81 เนื่องจากในการตรวจวัดไม่สามารถแยกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง ดังนั้นการพิจารณาต้องมีการพิจารณาระยะของแหล่งกำเนิดเสียง ทั้ง 2 ระยะ เพื่อให้ได้เสียงทั้งหมด ที่ผู้รับเสียงจะได้รับในพื้นที่ริมถนน ซึ่งในส่วนใหญ่จะพบว่าระยะจากเลนถนนที่รถสามารถวิ่งเร็วจะส่งผลให้เกิดเสียงดังมากกว่าระยะของเลนถนนที่รถสามารถวิ่งช้า



รูปที่ 82 แสดงตัวอย่างการพิสูจน์ผลการตรวจวัด ที่ผู้รับเสียง ได้รับเสียงรวมทั้งหมดจากการจราจรมีความสอดคล้องกับแบบจำลองการเดินทางของเสียง

ที่มา : ผู้วิจัย

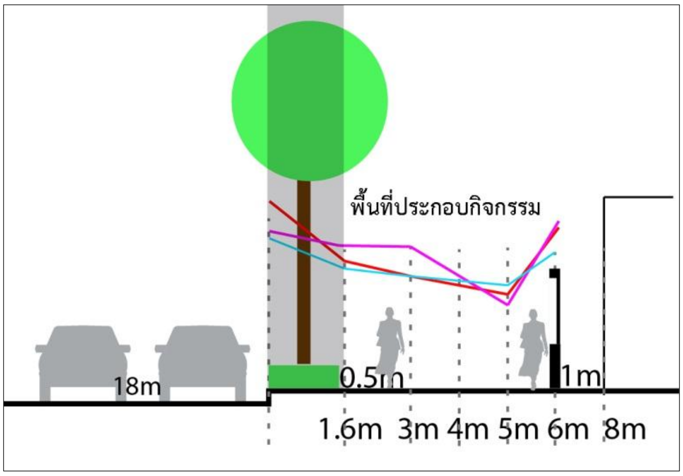
3. วิธีการสรุป จากความสอดคล้องกันของแบบจำลองการเดินทางของเสียง และแบบจำลองการได้รับเสียง พบว่า ตำแหน่งของกราฟการตรวจวัดระดับเสียง ที่มีค่าการตรวจวัดระดับเสียงดัง สอดคล้องกับพื้นที่ที่มีสีเข้ม ของแบบจำลองการได้รับเสียง มากถึง 57 กรณี จากทั้งหมด 66 กรณี ซึ่งสามารถสรุปว่ามีแนวโน้มของแบบจำลอง ที่มีความสอดคล้องกันมากถึง 86 เปอร์เซ็นต์

4. นอกจากนี้ ยังมีแบบจำลองการเดินทางของเสียงอื่นๆ เช่น องค์ประกอบประเภทความสูงอาคาร ระยะถอยร่นอาคาร ช่องว่างระหว่างอาคาร ลักษณะการเปิดหน้าร้าน เป็นต้น ที่สามารถใช้ความสอดคล้องกันของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ทั้ง 3 เวลา ใน 1 องค์ประกอบ ซึ่งค่าการตรวจวัดสามารถสรุปได้ดังนี้ องค์ประกอบของการตรวจวัดระดับเสียง ในการพิสูจน์ลักษณะนี้ มีทั้งหมด 19 องค์ประกอบ พบว่าแบบจำลองการเดินทางของเสียง มีลักษณะที่เหมือนกันหรือสอดคล้องกันทั้ง 3 กรณี หรือ 3 เวลา 16 องค์ประกอบ และมีความสอดคล้องกัน 2 กรณี หรือ 2 เวลา ใน 3 องค์ประกอบ

จากการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนนและระดับเสียงจากการจราจร ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ว่า ระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง มีผลต่อการลดลงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

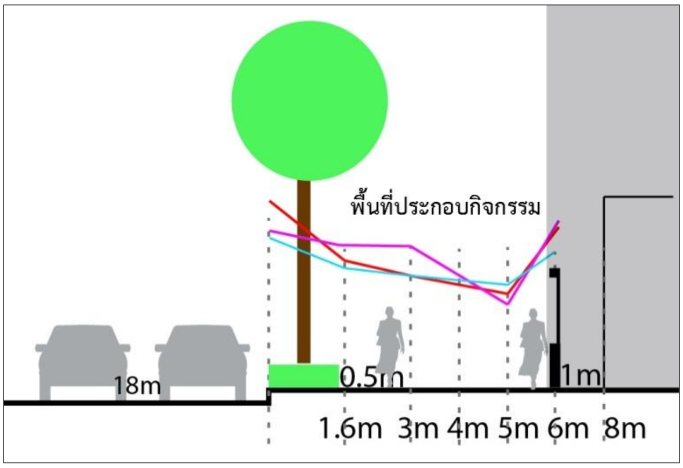
3.5.3 การสร้างเงื่อนไขการออกแบบ

จากการพิสูจน์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบทางกายภาพ นำมาสู่การออกแบบเรื่องระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบ เพื่อให้สามารถลดเสียงจาก 2 ลักษณะ คือ ระยะริมถนน ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง และระยะหน้าอาคาร ลดเสียงจากการสะท้อนกลับขององค์ประกอบทางกายภาพ



รูปที่ 83 แสดงระยะริมถนน ที่สามารถออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง ให้ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง

ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 84 แสดงระยะหน้าอาคาร ที่สามารถออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง ให้ลดเสียงเสียงจากการสะท้อนกลับ

ที่มา : ผู้วิจัย

ในบทนี้ ได้กล่าวถึงการดำเนินการศึกษา เรื่องการเก็บข้อมูลและพิสูจน์ที่มาของผลที่ได้จากการเก็บข้อมูล ให้เอื้อต่อความเข้าใจในการวิเคราะห์ผลการวิจัยนำไปสู่การออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรที่เกินค่ามาตรฐานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจะทำการพิสูจน์ ลักษณะการเดินทางของเสียงที่ตกกระทบองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่ริมถนน ให้สามารถออกแบบระยะของตำแหน่งที่ตั้งและสัดส่วนองค์ประกอบทางกายภาพ เพื่อลดเสียงดังจากการจราจรในพื้นที่ริมถนนได้

4.1 ผลการตรวจสอบข้อมูล

4.1.1 **การบันทึกข้อมูล**

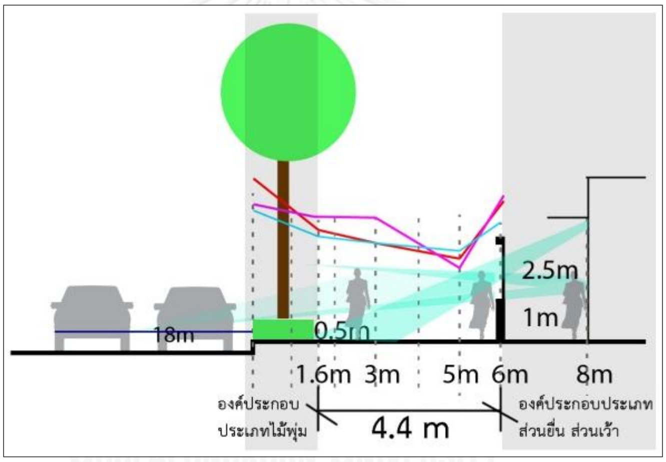
จากการเลือกพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 18 พื้นที่ อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ ได้ทำการค้นหาองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ในพื้นที่ทั้งหมด 43 พื้นที่ตรวจวัด รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6 แสดง ค่าการเก็บข้อมูลทั้งหมด

พื้นที่ตรวจวัด	องค์ประกอบทางกายภาพเมือง	จำนวนพื้นที่ตรวจวัด	จำนวนจุดตรวจวัด	จำนวนกราฟ
1. ไม้พุ่ม	ไม้พุ่ม	1	1	3
2. ไม้พุ่ม+ระยะถอยร่น	ไม้พุ่ม	2	2	6
	ระยะถอยร่นมากกว่า 9 เมตรขึ้นไป		2	6
3. ไม้พุ่ม+ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร	ไม้พุ่ม	3	3	9
	ส่วนส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร ระยะถอยร่นมากกว่า 5 เมตร		3	9
4. ไม้พุ่ม+ไม้พุ่มหน้าอาคาร	ไม้พุ่ม	1	1	3
	ไม้พุ่มหน้าอาคาร		1	3
5. ไม้พุ่มหน้าอาคาร	ไม้พุ่มหน้าอาคาร	1	1	3
6. ไม้พุ่มหน้าอาคาร+ส่วนยื่นของอาคาร	ไม้พุ่มหน้าอาคาร	1	1	3
	ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร ระยะถอยร่นมากกว่า 5 เมตร		1	3
7. ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร	ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร ระยะถอยร่น 1-5 เมตร	6	6	18
8. ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร	ส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร ระยะ	8	8	24

	ถอยร่นมากกว่า 5 เมตร			
9. ระยะถอยร่น	ระยะถอยร่น	8	8	24
10. อุปกรณ์ประกอบถนน	อุปกรณ์ประกอบถนน	6	6	18
11. ลักษณะการเปิดหน้าร้าน	ลักษณะการเปิดหน้าร้าน	3	3	9
12. ช่องว่างระหว่างอาคาร	ช่องว่างระหว่างอาคาร	3	3	9
	รวม	**43**	**50**	**150**

จากตารางพบว่า การเก็บข้อมูลในบริบทเมือง มีหลากหลายองค์ประกอบทางกายภาพอยู่รวมกัน ดังนั้น การตรวจวัดระดับเสียง ใน 1 พื้นที่เมือง จะพบองค์ประกอบทางกายภาพมากกว่า 1 องค์ประกอบ ซึ่งมีเงื่อนไขการตรวจวัดระดับเสียง คือ ต้องมีระยะห่างของแต่ละองค์ประกอบ 3.5 เมตร ตามแนวราบ (กรมควบคุมมลพิษ) เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์แยกแต่ละองค์ประกอบได้ เช่น องค์ประกอบประเภทไม้พุ่ม และองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ซึ่งมีระยะห่างกันมากกว่า 3.5 เมตร



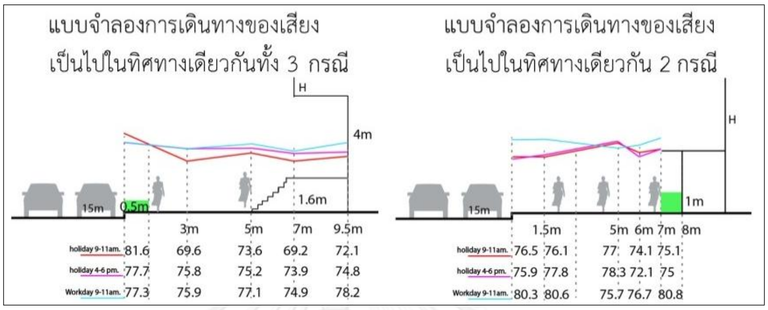
รูปที่ 85 แสดงเงื่อนไขในการวิเคราะห์ ในพื้นที่หลายองค์ประกอบ

ที่มา : ผู้วิจัย

เป้าหมายการเก็บข้อมูล คือ การค้นหาองค์ประกอบทางกายภาพ ใน 1 องค์ประกอบ ต้องได้อย่างน้อย 3 พื้นที่ตรวจวัด และทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ละ 3 เวลา จากตารางผลการเก็บข้อมูล สามารถสรุปได้ว่า การบันทึกข้อมูลครบถ้วนตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ มีรายละเอียดดังนี้ (1.1) องค์ประกอบประเภทไม้พุ่ม มี 7 พื้นที่ (1.2) องค์ประกอบประเภทไม้พุ่มหน้าอาคารมี 3 พื้นที่ (2.1) องค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่มีระยะถอยร่นหน้าอาคาร 1-5 เมตร 6 พื้นที่ (2.2) องค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่มีระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตรขึ้นไป 12 พื้นที่ (3) องค์ประกอบประเภทระยะถอยร่น 10 พื้นที่ (4) องค์ประกอบประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน 6 พื้นที่ (5) องค์ประกอบประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน 3 พื้นที่ (6) องค์ประกอบประเภทช่องว่างระหว่างอาคาร 3 พื้นที่ และองค์ประกอบประเภทสุดท้ายคือความสูงอาคาร สามารถใช้ร่วมกับองค์ประกอบประเภทระยะถอยร่นได้ รวมจำนวนพื้นที่ตรวจวัดระดับเสียงทั้งหมด 50 พื้นที่ตรวจวัด ทำการตรวจวัดพื้นที่ละ 3 เวลา ได้กราฟการเดินทางของเสียงทั้งหมด 150 กราฟ

4.1.2 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

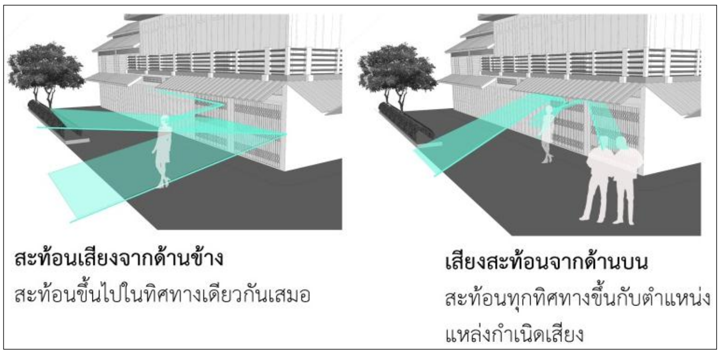
จากองค์ประกอบทางกายภาพ ที่ทำการตรวจวัดทั้งหมด 3 เวลา ผลที่ได้จากแบบจำลองการเดินทางของเสียง ทั้ง 3 กรณี หรือ 3 เวลา เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มากถึง 72 เปอร์เซ็นต์ และผลของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน 28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้ แบบจำลองการเดินทางของเสียง 2 กรณี หรือ 2 เวลา มีความสอดคล้องกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และอีก 1 กรณี ไม่สอดคล้องหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ 2 กรณีนั้น



รูปที่ 86 แสดงลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ได้จากผลการตรวจวัด

ที่มา : ผู้วิจัย

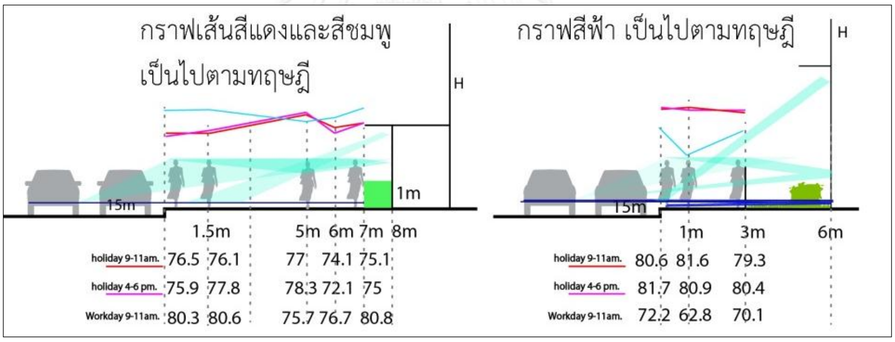
จากการวิเคราะห์ พบว่าแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 28 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากความผิดพลาดระหว่างตรวจวัด ที่แหล่งกำเนิดเสียงอื่นใกล้เครื่องวัดเสียงมากกว่าเสียงจากการจราจร เช่น การพูดคุยใกล้เครื่องวัดเสียง การเปิดเพลงภายในอาคาร ป้ายโฆษณาที่เปิดหน้าอาคาร เป็นต้น และสามารถสังเกตได้ว่าส่วนใหญ่จะมาจากองค์ประกอบประเภท ส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่สะท้อนเสียงจากด้านบนลงมาสู่ผู้รับเสียง ซึ่งตำแหน่งของผู้รับเสียงจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง หรือความดังแต่ละตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงไม่เท่ากัน ทำให้สะท้อนเสียงมายังตำแหน่งที่ต่างกัน แม้ว่าแหล่งกำเนิดเสียงมาจากการจราจรเหมือนกัน เช่น การเดินทางของแหล่งกำเนิดเสียง มีลักษณะตรงกับจุดที่ตกกระทบ และลักษณะเฉียงกับจุดที่ตกกระทบ ก็ส่งผลให้การสะท้อนกลับมาในตำแหน่งที่ต่างกัน หรือความดังเสียงของการสะท้อนกลับไม่เท่ากัน



รูปที่ 87 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียงที่สะท้อนเสียงจากองค์ประกอบทางกายภาพด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

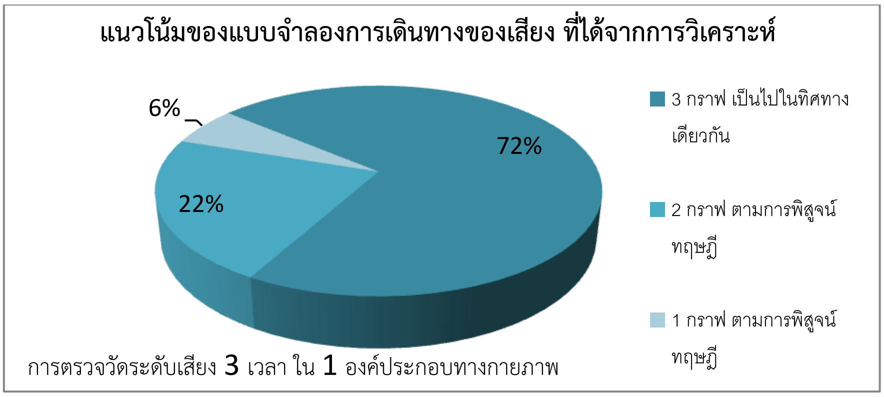
แบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียง ทั้งทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง อันประกอบไปด้วย ลักษณะความสอดคล้องกัน 2 กรณี (จากทั้งหมด 3 กรณี ใน 1 องค์ประกอบ) เป็นไปตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง 22 เปอร์เซ็นต์ และลักษณะที่มี 1 กรณี (จากทั้งหมด 3 กรณี ใน 1 องค์ประกอบ) เป็นไปตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง 6 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 88 แสดงลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ได้จากผลการตรวจวัด ที่ไม่สอดคล้องกัน

ที่มา : ผู้วิจัย

สามารถสรุปว่า เครื่องมือในการวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นที่สามารถยอมรับได้ ดังนี้ แบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 กรณี 72 เปอร์เซ็นต์ แบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่สอดคล้องกัน 2 กรณี เป็นไปตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง 22 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองการเดินทางของเสียง 1 กรณี เป็นไปตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง 6 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 89 แสดงผลการตรวจวัดระดับเสียงและความสอดคล้องของแบบจำลองการเดินทางของเสียง

ที่มา : ผู้วิจัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการตรวจวัดระดับเสียงมีทั้งหมด 50 จุดตรวจวัด ที่มีแบบจำลองการเดินทางของเสียง 150 กราฟ หรือ 150 กรณี (ใน 1 จุดตรวจวัด ทำการเก็บข้อมูล 3 เวลา) สามารถแบ่งได้เป็น ผลการวิเคราะห์ตามการพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ทั้ง 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีการดูดซับเสียงและทฤษฎีการสะท้อนเสียง และผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ตามการพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ทั้ง 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีการดูดซับเสียงและทฤษฎีการสะท้อนเสียง ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพเมืองทั้งหมด 34 จุดตรวจวัด ได้แก่องค์ประกอบประเภท (1) ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร (2) ไม้พุ่ม (3) อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจวัดระดับเสียงที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียง
ที่มา : ผู้วิจัย

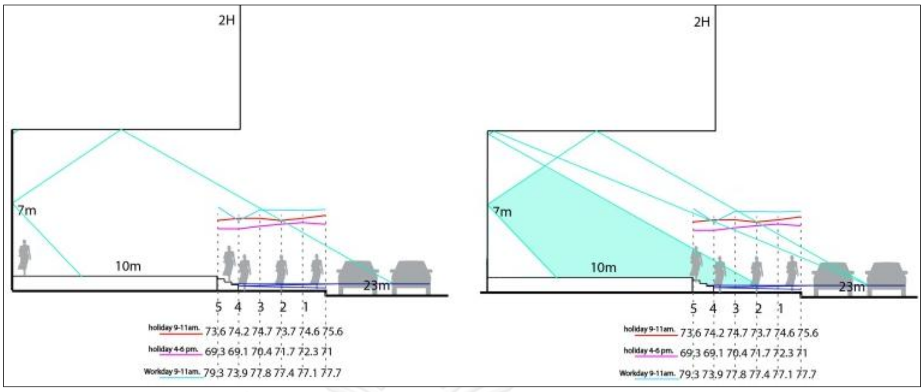
ประเภทขององค์ประกอบ	**ลักษณะ**	**จุดตรวจวัด**	**จำนวนกราฟที่เป็นตามทฤษฎี**	**เปอร์เซ็นต์**
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง				
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร				
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร และ ความสูง เทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร	6	14/18	78.%
ไม้พุ่ม	ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง	7	18/21	86.%
	ลดเสียงจากการสะท้อนกลับของผนังกำแพง	3	7/9	78.%
อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ	มีความต่อเนื่อง น้อยกว่า 2 เมตร	3	9/9	100%
	มีความต่อเนื่อง 2 เมตรขึ้นไป	3	9/9	100%
	รวม	**22**	**57/66**	**86%**
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตร ขึ้นไป				
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 3 ของอาคาร	3	0/9	0%
	ความสูง เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร	3	3/9	33 %
	ความสูง เทียบเท่าชั้น 1ของอาคาร ระยะถอยร่น 6-8 เมตร.	3	8/9	89 %
	ความสูง เทียบเท่าชั้น 1ของอาคาร ระยะถอยร่น 9 เมตร. ขึ้นไป	3	0/9	0%
	รวม	**12**	**11/36**	**31%**

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละประเภทขององค์ประกอบทางกายภาพ

องค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท **(1) ส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร** จากตาราง พบว่าองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในระยะหน้าอาคาร ส่งผลให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน ดังนั้นระยะถอยร่นหน้าอาคารและสัดส่วนความสูงของส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคาร จึงมีผลการสะท้อนเสียง

1 ลักษณะการเดินทางของเสียงผ่านองค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ส่งผลให้เกิดการสะท้อนจากผนังด้านบน คือ เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเดินทางตกกระทบองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า

ส่วนยื่นของอาคาร จากนั้นจะสะท้อนกลับมาสู่ผนังกำแพงด้านข้าง และสะท้อนลงมาสู่ผู้รับเสียง ดังนั้น ความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร และระยะถอยร่นหน้าอาคาร จึงส่งผลให้มีการเพิ่มระยะการเดินทางของเสียง ระยะการเดินทางของเสียงที่มาก ส่งผลให้เกิดการลดลงของเสียงตามไปด้วย



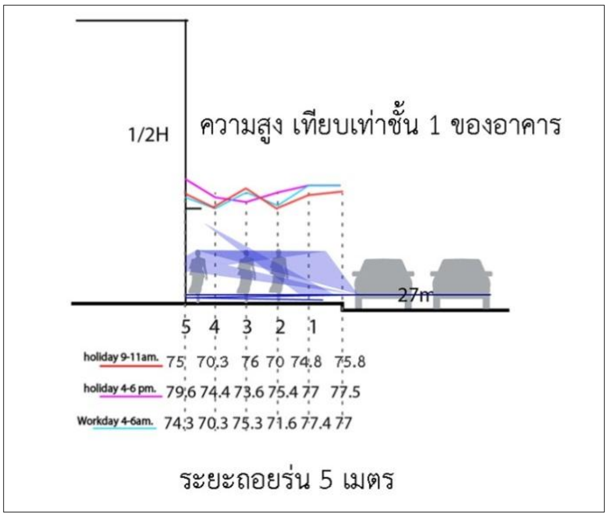
รูปที่ 90 แสดงการเดินทางของเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย

รายละเอียดขององค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ในการตรวจวัดระดับเสียง สามารถแบ่งได้ดังนี้ เรื่องระยะถอยร่นหน้าอาคารแบ่งออกเป็น ระยะถอยร่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร ระยะถอยร่น 6-8 เมตร และระยะถอยร่น 10 เมตรขึ้นไป ส่วนเรื่องความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ แบ่งออกเป็น ความสูงเทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร ความสูงเทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร และความสูงเทียบเท่าชั้น 3 ของอาคาร

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร

จากการพิจารณาผลตรวจวัดระดับเสียงพบว่า **ระยะถอยร่นหน้าอาคารน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร** ในความสูงเทียบเท่าชั้น 1 และชั้น 2 ของอาคาร คนที่อยู่ริมถนนได้รับผลที่เกิดจากการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบนจากแบบจำลองการเดินทางของเสียงและแบบจำลองการได้รับเสียง มีความสอดคล้องกัน 14 กรณี จากการตรวจวัดทั้งหมด 18 กรณี หรือมีแนวโน้มของแบบจำลอง ที่มีความสอดคล้องกัน 78 เปอร์เซ็นต์

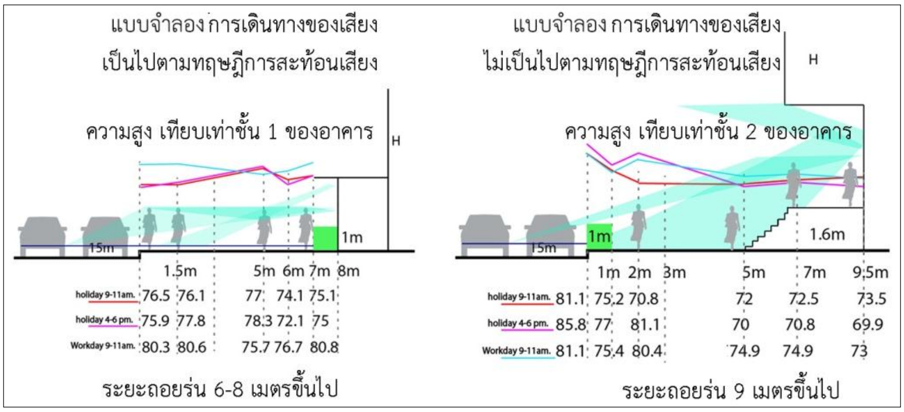


รูปที่ 91 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ในระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย

ระยะถอยร่น 6 เมตรขึ้นไป ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า ในความสูงเทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร คนที่อยู่ริมถนนได้รับผลที่เกิดจากการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน จากแบบจำลองการเดินทางของเสียงและแบบจำลองการได้รับเสียง มีความสอดคล้องกัน 8 กรณี จากการตรวจวัดทั้งหมด 9 กรณี หรือมีแนวโน้มของแบบจำลอง ที่มีความสอดคล้องกัน 89 เปอร์เซ็นต์

ระยะถอยร่น 6 เมตรขึ้นไป ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า ในความสูงเทียบเท่าชั้น 2 ของอาคารขึ้นไป คนที่อยู่ริมถนนจะไม่ได้รับผลที่เกิดจากการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน จากแบบจำลองการได้รับเสียง หรือพื้นที่สีเข้ม มีความสอดคล้องกับแบบจำลองการเดินทางของเสียง เพียง 3 กรณี จากการตรวจวัดทั้งหมด18 กรณี หรือมีแนวโน้มของแบบจำลอง ที่มีความสอดคล้องกัน 16 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับระยะและสัดส่วน



รูปที่ 92 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ ในระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตรขึ้นไป

ที่มา : ผู้วิจัย

ระยะถอยร่น 10 เมตรขึ้นไป ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า คนที่อยู่ริมถนนจะไม่ได้รับผลที่เกิดจากการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน จากแบบจำลองการได้รับเสียง พื้นที่ที่ได้รับเสียงมากหรือพื้นที่สีเข้ม ไม่มีความสอดคล้องกับแบบจำลองการเดินทางของเสียง หรือแนวโน้มของแบบจำลอง ไม่มีความสอดคล้องกัน 100 เปอร์เซ็นต์

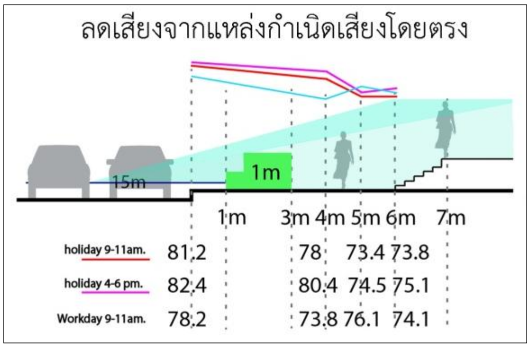
ตารางที่ 8 สรุปรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ส่งผลให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบน

ความสูง	**การส่งผลให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบนของอาคาร**		
	ระยะถอยร่น 1-5 เมตร	ระยะถอยร่น 6-9 เมตร	ระยะถอยร่น 10 เมตรขึ้นไป
เทียบเท่าชั้น 1 อาคาร	✓	✓	✗
เทียบเท่าชั้น 2 อาคาร	✓	✗	✗
เทียบเท่าชั้น 3 อาคาร	✗	✗	✗

(2) ไม้พุ่ม มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียง คือ เมื่อเสียงเดินทางผ่านไม้พุ่ม เสียงจะลดลง ในพื้นที่ริมถนน ตำแหน่งของไม้พุ่ม แบ่งออกได้ 2 ระยะ คือ ระยะริมถนน สามารถลดเสียงโดยตรงจากการจราจร และระยะหน้าอาคาร สามารถลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ความสามารถในการลดเสียงนี้จะขึ้นอยู่กับสัดส่วนความหนาของไม้พุ่ม ทั้งระยะริมถนนและระยะหน้าอาคาร ต้องการความหนาของไม้พุ่ม ให้เพียงพอต่อการลดเสียงไม่เท่ากัน

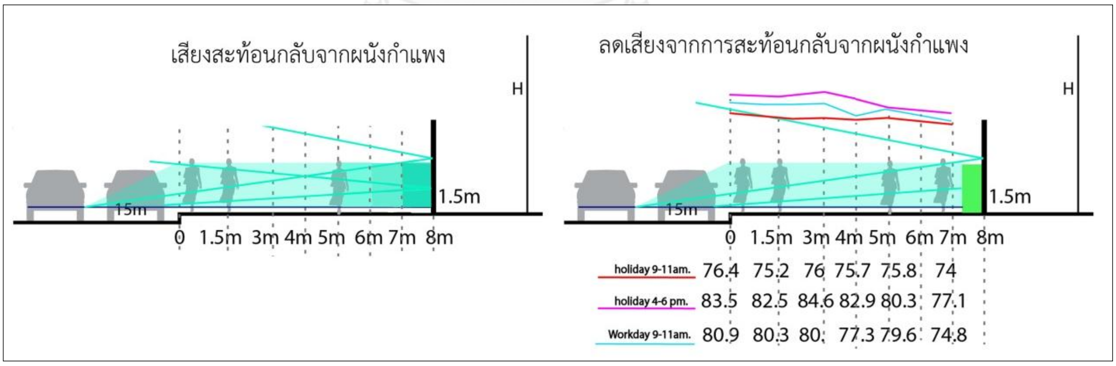
ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม

ไม้พุ่มในระยะริมถนน สามารถลดเสียงโดยตรงจากการจราจร ซึ่งต้องการความหนา ที่สามารถลดเสียงให้ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ยิ่งไม้พุ่มมีความหนามาก ความสามารถในการดูดซับเสียงจะมากตาม อันส่งผลให้ลดเสียงได้มาก จากการตรวจวัดระดับเสียงพบว่าไม้พุ่มที่มีความหนา 1 เมตร สามารถลดเสียงได้ประมาณ 5 เดซิเบล (เอ) ซึ่งถือเป็นการลดเสียงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพในปัจจุบัน ของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า ไม้พุ่มที่มีความหนา 1 เมตรขึ้นไป ในระยะริมถนน สามารถลดเสียงให้กับคนที่อยู่ริมถนน จากแบบจำลองการเดินทางของเสียง เสียงลดลง 18 กรณี จากทั้งหมด 21 กรณี หรือมีความสามารถลดเสียงได้ 89 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 93 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม
ในระยะริมถนน ที่มา : ผู้วิจัย

ไม้พุ่มระยะหน้าอาคาร มีความสามารถในการลดเสียงจากการสะท้อนกลับจากผนังกำแพงเท่านั้น ซึ่งในสภาวะปกติของพื้นที่ที่มีผนังกำแพง จะได้รับเสียงเพิ่มจากการสะท้อน การมีองค์ประกอบประเภทไม้พุ่มในบริเวณหน้าผนังกำแพง ทำให้คนที่อยู่ริมถนน ได้รับเสียงเพียงแค่จากแหล่งกำเนิดเสียง ดังนั้นถ้ามีการใช้องค์ประกอบประเภทไม้พุ่มร่วมกัน ทั้งระยะริมถนนและระยะหน้าอาคาร ส่งผลให้การลดเสียงของไม้พุ่มจากระยะริมถนนสามารถลดเสียงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพที่สามารถลดได้ ซึ่งไม้พุ่มระยะหน้าอาคาร ต้องการความหนาน้อยกว่าระยะริมถนน เนื่องจากสามารถลดเสียง 2 ครั้ง คือ ลดเสียงก่อนการตกกระทบผนังกำแพงและลดเสียงจากการสะท้อน ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า ไม้พุ่มที่มีความหนา 0.6 เมตรขึ้นไป ในระยะหน้าอาคาร สามารถลดเสียงจากการสะท้อนได้ จากแบบจำลองการเดินทางของเสียง ระยะหน้าอาคารที่มีไม้พุ่ม ไม่พบเสียงดังเพิ่มขึ้น 7 กรณีจากทั้งหมด 9 กรณี หรือมีความสามารถลดเสียงจากการสะท้อนได้ 78 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 94 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม
ในระยะหน้าอาคาร ที่มา : ผู้วิจัย

(3) **อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ** เช่น ตู้โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น อุปกรณ์ประกอบถนนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เมืองส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง อันส่งผลให้มีพื้นที่อับเสียง คือ พื้นที่ด้านหลังอุปกรณ์ประกอบถนน เนื่องจากเสียงจากการจราจรมีลักษณะเป็นเส้นตรงตามแนวถนน จากการเคลื่อนที่ของรถ ส่งผลให้เสียงสามารถเดินเข้าสู่พื้นที่อับเสียงบริเวณด้านข้าง ดังนั้นความสามารถของการลดเสียงของอุปกรณ์

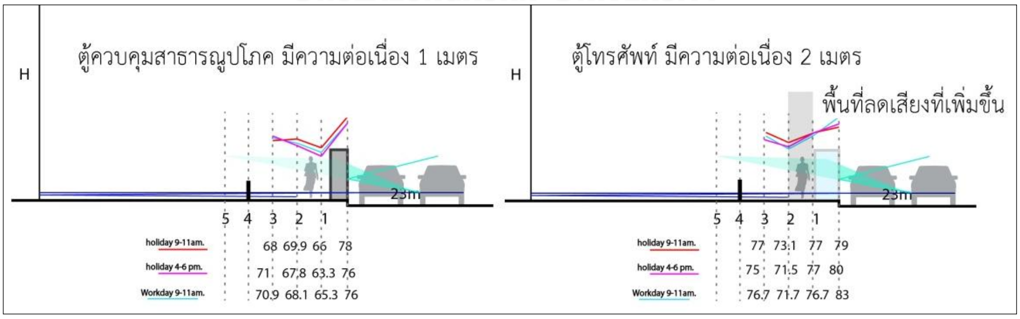
ประกอบถนน จึงมีความสัมพันธ์กับความต่อเนื่อง ยิ่งมีความต่อเนื่องมาก ระยะการเดินทางของเสียงจากด้านข้างมากตามไปด้วย อันส่งผลให้สามารถเพิ่มพื้นที่อับเสียงมากขึ้น

รูปที่ 95 แสดงลักษณะการลดเสียงและการได้รับเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน ในระยะริมถนน ที่มา : ผู้วิจัย

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน

จากการตรวจวัดระดับเสียง พบว่าอุปกรณ์ประกอบถนน ที่มีความต่อเนื่อง 2 เมตรขึ้นไป จะมีพื้นที่ลดเสียง ที่มีระยะห่างจากอุปกรณ์ประกอบถนนเท่ากับระยะทางเดินเท้า เว้นอย่างน้อยที่สุด 1.2 เมตร ในกรณีเดินสวนกัน อุปกรณ์ประกอบถนนควรอยู่ในระยะริมถนน เพื่อให้สามารถลดเสียงให้กับคนที่อยู่ริมถนน จากแบบจำลองการเดินทางของเสียง เสียงลดลง 18 กรณี จากทั้งหมด 18 กรณี หรือมีความสามารถลดเสียงได้ ทั้งหมด

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 96 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง องค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน ที่มา : ผู้วิจัย

ในพื้นที่ริมถนน จะพบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน เช่น โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้พื้นที่สาธารณะ บริบทเมืองในปัจจุบัน พบว่ามีการวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม กีดขวางทางเดินเท้า ดังนั้นจึงทำการศึกษาลักษณะและ

ตำแหน่งที่เหมาะสมในการวางเพื่อช่วยลดเสียงจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร จากการศึกษาพบว่า ความต่อเนื่องของอุปกรณ์ประกอบถนน มีผลต่อพื้นที่ลดเสียง ซึ่งอย่างน้อยที่สุด ที่พื้นที่ทางเดินริมถนนในกรณีเดินสวนกันจะไม่ได้รับเสียง คือมีความต่อเนื่อง 2 เมตรขึ้นไป **จากข้อมูลเบื้องต้น** เสียงที่ดังต่อเนื่องจะทำอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าเสียงที่ดังเป็นระยะ ในระดับเสียงที่เท่ากัน เนื่องจากร่างกายมนุษย์สามารถปรับตัวให้กลับมาสู่สภาวะปกติหลังจากได้รับเสียงดัง โดยมีระยะเวลาหนึ่ง ของการหยุดรับเสียงดัง ดังนั้นการสร้างพื้นที่เมืองให้ไม่ได้รับเสียงที่ต่อเนื่อง หรือมีพื้นที่อับเสียง เพื่อให้ร่างกายสามารถปรับตัวได้นั้น เป็นการลดความรุนแรงของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร จากบริบทเมืองพบว่า มีอุปกรณ์ประกอบถนนประมาณ 2-3 องค์ประกอบที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ถ้ามีการจัดระเบียบให้มีความต่อเนื่องและอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมจะสามารถช่วยแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงได้

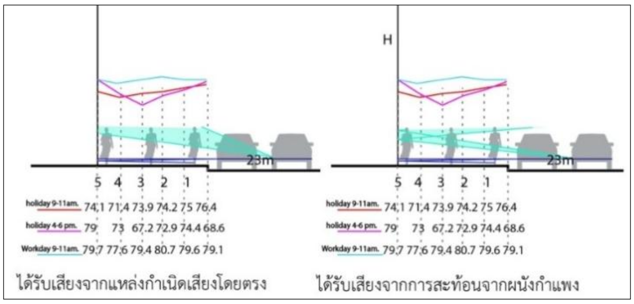
จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง สรุปได้ดังนี้ **องค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ** ส่งผลให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบนของอาคาร ขึ้นอยู่กับระยะถอยร่นหน้าอาคารและความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร **องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่ม** มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียง ส่งผลให้เกิดการลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและลดเสียงจากการสะท้อนเสียงจากผนังกำแพง เพื่อให้สามารถลดเสียงอย่างเต็มประสิทธิภาพที่สุด ควรมีองค์ประกอบประเภทไม้พุ่มในระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร ความสามารถของการลดเสียง ขึ้นอยู่กับความหนาของไม้พุ่ม และ**องค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน** มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง ส่งผลให้เกิดการลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง ดังนั้นควรตั้งอยู่ในระยะริมถนน ความสามารถของการลดเสียง ขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องขององค์ประกอบ

2. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ทั้งหมด 16 จุดตรวจวัด ได้แก่องค์ประกอบประเภท (4) ความสูงอาคาร (5) ระยะถอยร่นอาคาร (6) ช่องว่างระหว่างอาคาร และ (7) ลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง
ที่มา : ผู้วิจัย

ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะกราฟ	จุดตรวจวัด	จำนวนกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกัน	เปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
องค์ประกอบที่ไม่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง					
ความสูงอาคาร (H=1/2W,W,2W)	ไม่มีผลต่อเสียง	3	8/9	89%	ค่าเดียวกันกับระยะถอยร่น 5 เมตร
ระยะถอยร่นอาคาร 1.5-3 เมตร	เสียงสะท้อนจากผนังกำแพง	3	9/9	100%	
ระยะถอยร่นอาคาร 5 เมตร	เสียงสะท้อนจากผนังกำแพง	3	8/9	89%	ค่าเดียวกันกับความสูงอาคาร
ระยะถอยร่นอาคาร 6 เมตร	เสียงสะท้อนจากผนังกำแพง	1	3/3	100%	
ระยะถอยร่นอาคาร 10 เมตรขึ้นไป	ไม่ได้เสียงสะท้อนจากผนังกำแพง	3	9/9	100%	พื้นที่ตรวจวัดรวมอยู่ในองค์ประกอบอื่น
ช่องว่างระหว่างอาคาร	มีผลต่อเสียง	3	9/9	100%	
ลักษณะการเปิดหน้าร้าน	มีผลต่อเสียง	3	8/9	89%	
	รวม	**16**	**45/48**	**96%**	

องค์ประกอบทางกายภาพในการวิเคราะห์ลักษณะนี้ ไม่สามารถใช้วิธีการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียงได้ เนื่องจากผลที่ได้จากวิธีการพิสูจน์ จะมีลักษณะเหมือนกันในทุกองค์ประกอบ คือ ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง และได้รับเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง เมื่อนำมาซ้อนทับกันจะได้ลักษณะของกราฟการได้รับเสียง ที่เหมือนกัน ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ แต่องค์ประกอบลักษณะนี้ มีความสอดคล้องกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันของการตรวจวัดระดับเสียงทั้ง 3 เวลา ใน 1 องค์ประกอบ

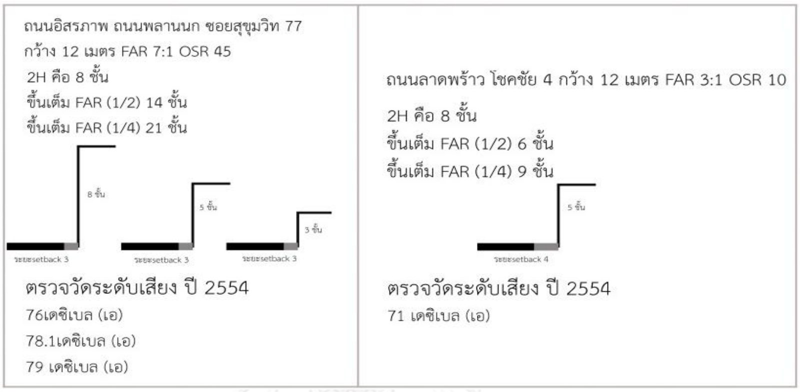


รูปที่ 97 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียง
ที่ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและการสะท้อนจากผนังกำแพง
ที่มา : ผู้วิจัย

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละประเภทขององค์ประกอบทางกายภาพ

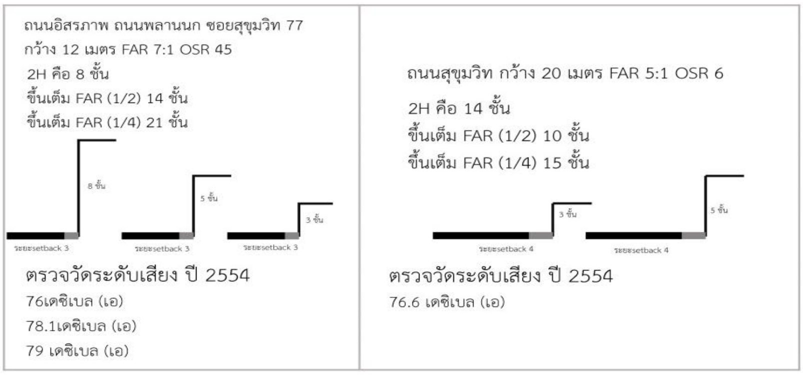
องค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภท **(4) ความสูงอาคาร** จากเกณฑ์การคัดเลือกองค์ประกอบทางกายภาพเมือง ความสูงอาคารจะพิจารณาร่วมกันความกว้างถนน

ข้อสังเกต จากค่าตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ นำมาพิจารณาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสูงอาคารและความกว้างถนน แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ (ก) เมื่อนำผลตรวจวัดระดับเสียงที่มีกายภาพของพื้นที่เหมือนกัน คือ ความสูงของอาคารเท่ากัน ความกว้างถนนเท่ากัน ร่วมถึงระยะถอยร่นหน้าอาคารใกล้เคียงกันมาเปรียบเทียบกัน 2 พื้นที่ พบว่า มีค่าการตรวจวัดระดับเสียงต่างกันมากถึง 5 เดซิเบล (เอ)



รูปที่ 98 แสดงตัวอย่าง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร
และความกว้างถนนในปัจจุบัน
ที่มา : ผู้วิจัย

(ข) เมื่อนำผลตรวจวัดระดับเสียง ที่มีกายภาพของพื้นที่ต่างกันในเรื่องความกว้างถนน แต่ควบคุมกายภาพเรื่องความสูงอาคารให้เท่ากัน ระยะถอยร่นหน้าอาคารใกล้เคียงกัน มาเปรียบเทียบกัน 2 พื้นที่ กลับพบว่า มีค่าการตรวจวัดระดับเสียงใกล้เคียง

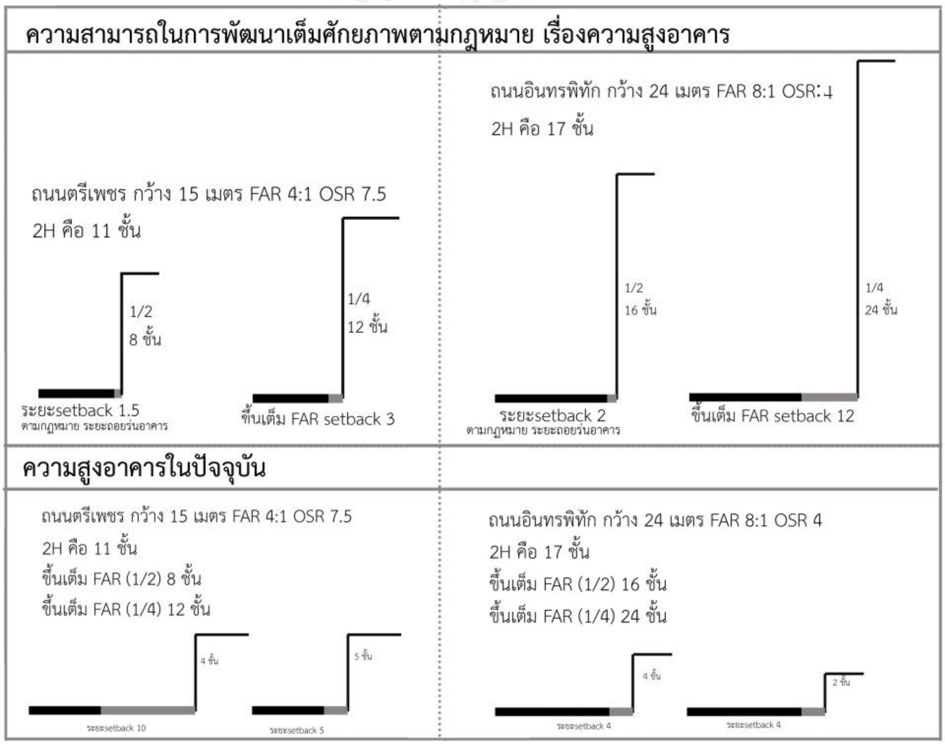


รูปที่ 99 แสดงตัวอย่าง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร
และความกว้างถนน ในปัจจุบัน
ที่มา : ผู้วิจัย

จากการพิจารณาข้างต้น พบว่า พื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน กลับมีค่าการตรวจวัดระดับเสียงต่างกัน แต่พื้นที่ที่มีความกว้างถนนต่างกัน กลับมีค่าการตรวจวัดระดับเสียงเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าความกว้างถนนไม่ได้มีผลต่อความดังของเสียงจากการจราจร แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น เช่น ความสามารถของถนนที่รถสามารถวิ่งเร็วได้ การเร่งเครื่องยนต์ของรถ คุณภาพของรถ เป็นต้น

หลักเกณฑ์ที่เลือกองค์ประกอบประเภทความสูงอาคาร

เนื่องจากความสูงอาคาร สามารถควบคุมได้ด้วยมาตรการทางผังเมืองที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือกฎหมายควบคุมความสูงอาคาร (H=2W) และกฎหมายควบคุมความหนาแน่นอาคาร (FAR) นอกจากนั้น ในอนาคตสามารถพัฒนาเมืองในเชิงการสร้างอาคารสูง ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนลักษณะกายภาพที่ต่างจากปัจจุบัน เนื่องจากความต่างของความสูงอาคารระหว่างสภาพปัจจุบันและความสามารถในการพัฒนาให้เต็มศักยภาพตามกฎหมายกำหนด โดยเฉพาะพื้นที่ริมถนนอาคารประเภทตึกแถว



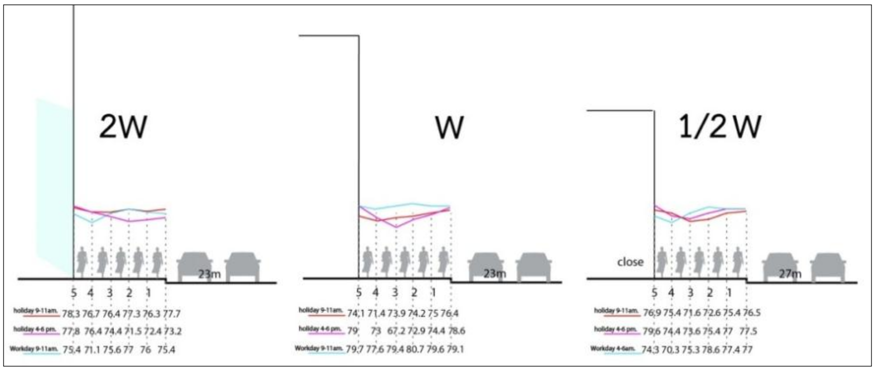
รูปที่ 100 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงอาคารระหว่างสภาพปันจุบันและความสามารถในการพัฒนา

ที่มา : ผู้วิจัย

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบประเภทความสูงอาคาร

ลักษณะอาคารที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้ดังนี้ H=2W , H=W และ H=1/2W (W คือ ระยะจากขอบถนนถึงหน้าอาคารอีกฝั่งหนึ่ง) จากการกำหนดพื้นที่ตรวจวัดระดับเสียง โดยกำหนดความสูงอาคารที่ต่างกัน และควบคุมปัจจัยเรื่องระยะถอยร่นที่เท่ากัน ผลการตรวจวัดระดับเสียง พบว่า แบบจำลองการเดินทางของเสียง มีความสอดคล้อง หรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้ง 3 ลักษณะของความสูงอาคาร หรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน 8

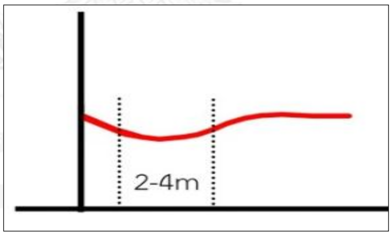
กรณี จากทั้งหมด 9 กรณี ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความสูงอาคารที่ต่างกัน มีผลต่อลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียงที่เหมือนกัน หรือสอดคล้องกันถึง 89 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 101 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย

จากข้อสรุปที่ว่า กราฟการตรวจวัดระดับเสียง มีความสอดคล้อง หรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้ง 3 ลักษณะของความสูงอาคาร คือ ลักษณะของกราฟจะมีระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น เมื่ออยู่บริเวณหน้าอาคาร เนื่องจากได้รับเสียงจากการสะท้อนจากผนังอาคาร ดังนั้นสามารถสรุปว่า “ความสูงอาคารไม่มีผลต่อความดังเสียงจากการจราจร”



รูปที่ 102 แสดงลักษณะการเดินทางของเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทความสูงอาคาร

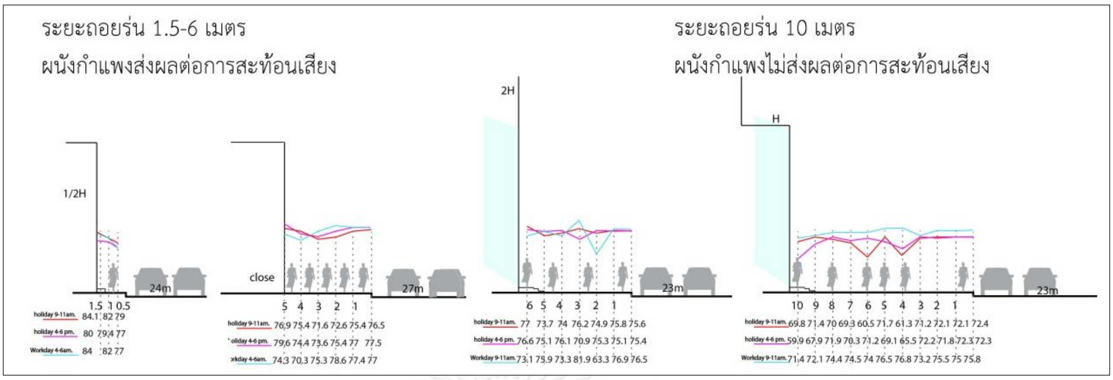
ที่มา : ผู้วิจัย

(5) ระยะถอยร่นอาคาร สามารถแบ่งระยะถอยร่นออกเป็นช่วงตามลักษณะที่พบบ่อยในพื้นที่เมือง ได้แก่ ระยะ 1.5-3 เมตร ระยะ 5 เมตร ระยะ 6 เมตร และระยะ 10 เมตรขึ้นไป จากการตั้งต้นที่ว่า ระยะการเดินทางของเสียงที่ไกลขึ้น จะสามารถทำให้เสียงลดลง

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบประเภทระยะถอยร่นอาคาร

การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระดับเสียง ต้องแยกการวิเคราะห์แต่ละระยะถอยที่กำหนดไว้เบื้องต้น พบว่าทุกระยะถอยร่น มีความสอดคล้องหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ทั้ง 3 เวลา ใน 1 องค์ประกอบ เมื่อนำผลทั้งหมดมาวิเคราะห์ พบว่า ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 1.5–6 เมตร ได้รับผลจากการสะท้อน

เสียงจากผนังกำแพง ระยะ 10 เมตรขึ้นไป ไม่ได้รับผลจากการสะท้อนเสียงจากผนังกำแพง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ระยะถอยร่นอาคารที่ต่างกัน ส่งผลต่อการการสะท้อนเสียงจากผนังกำแพงที่ต่างกัน เมื่อถึงระยะถอยร่นที่มากพอ จะไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง



รูปที่ 103 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทระยะถอยร่น

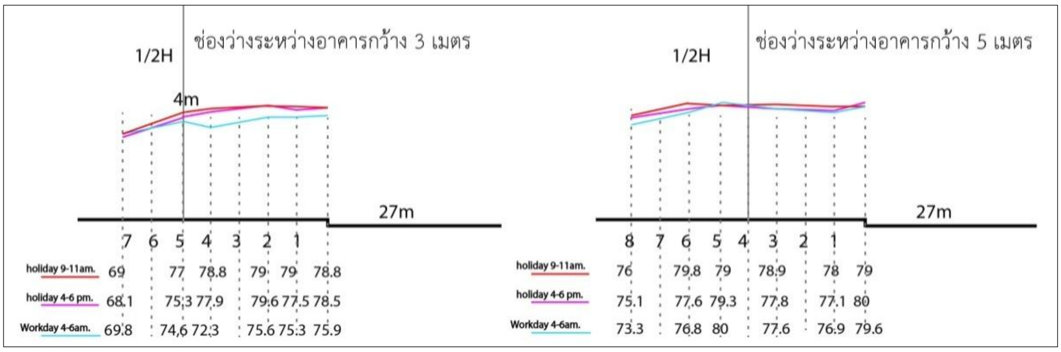
ที่มา : ผู้วิจัย

จากบริบทพื้นที่เมืองส่วนใหญ่ ในกรุงเทพมหานคร ที่มีระยะถอยร่นไม่เกิน 5 เมตร เนื่องจากการควบคุมระยะถอยร่นหน้าอาคารประเภทตึกแถว กรณีของอาคารที่ติดกับถนนสาธารณะจะต้องมีการเว้นพื้นที่อย่างน้อย 2 เมตร ซึ่งถือเป็นระยะถอยร่นที่น้อยมาก อันส่งผลให้พื้นที่ริมถนนได้รับเสียงโดยตรงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง หรือจากหน้าอาคาร ที่ถือเป็นการเพิ่มเสียงในสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ระยะถอยร่นหน้าอาคารจึงมีความสำคัญน้อยกว่าการออกแบบสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพเพื่อแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

(6) ช่องว่างระหว่างอาคาร หรือลักษณะของพื้นที่ที่ไม่มีผนังกำแพง ที่สามารถสะท้อนเสียงได้ อันส่งผลให้มีระยะการเดินทางของเสียงที่สามารถลดเสียงจากการจราจร น้อยกว่าพื้นที่ที่มีผนังกำแพง

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบประเภทช่องว่างระหว่างอาคาร

การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระดับเสียง ที่ทำการตรวจวัดระดับเสียงของช่องว่างระหว่างอาคารที่มีความกว้างของช่องว่างที่ต่างกัน พบว่า แบบจำลองการเดินทางของเสียง มีความสอดคล้องกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ คือ เสียงจะลดลงเมื่อระยะทางห่างจากริมถนนประมาณ 7-8 เมตรขึ้นไป ในทุกความกว้างของช่องว่าง



รูปที่ 104 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทช่องว่างระหว่างอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย

(7) **ลักษณะการเปิดหน้าร้าน** จากบริบทของกรุงเทพมหานคร มีกิจกรรมประเภทพาณิชยกรรมแทรกอยู่ในทุกย่าน โดยเฉพาะอาคารประเภทตึกแถว ที่มีลักษณะการเปิดหน้าร้านสลับกับหน้าอาคารปิดทึบเนื่องจากอาคารถูกใช้เป็นเพียงพื้นที่อยู่อาศัย ซึ่งจากการวิเคราะห์ในทฤษฎีการเดินทางของเสียง ลักษณะการเปิดหน้าร้านควรส่งผลต่อการลดลงของเสียงที่แตกต่างจากผนังกำแพงปิดทึบ เมื่อนำมาพิจารณาลักษณะการเปิดหน้าร้านที่ส่งผลต่อการสะท้อน ทั้งจากด้านข้างและด้านบน พบว่าคนที่อยู่ริมถนนจะไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง เนื่องจากเสียงจะเดินทางเข้าไปภายในอาคารและระยะถอยร่นของผนังกำแพงมีมากพอ ที่จะไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อน ส่วนการสะท้อนจากด้านบน จะมีลักษณะคล้ายองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร โดยจะขึ้นอยู่กับระยะถอยร่นผนังกำแพง อันส่งผลให้คนที่อยู่ริมถนนไม่ได้รับเสียงสะท้อนจากด้านบน

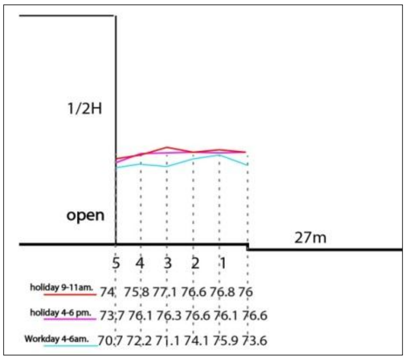
รูปที่ 105 แสดงลักษณะการสะท้อนเสียงภายในอาคาร ขององค์ประกอบประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ที่มา : ผู้วิจัย

ผลการวิเคราะห์จากการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน

การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระดับเสียงหน้าอาคาร ที่มีลักษณะการเปิดหน้าร้าน พบว่าแบบจำลองการเดินทางของเสียง มีความสอดคล้องกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน 8 กรณี จากกราฟการตรวจวัดทั้งหมด 9 กรณี

(ใน 3 พื้นที่ พื้นที่ละ 3 เวลา) ซึ่งสามารถสรุปว่าลักษณะการเปิดหน้าร้าน ส่งผลให้เสียงจากการสะท้อนลดลงหรือไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อน มากถึง 89 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 106 แสดงผลตรวจวัดระดับเสียง ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ที่มา : ผู้วิจัย

ข้อสังเกต ของลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง คือเมื่ออยู่บริเวณหน้าอาคารเสียงจะลดลง เหตุผลหลักมาจากการสะท้อนภายในอาคารตามการวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้ยังมีเหตุผลที่ว่าลักษณะการเปิดหน้าร้านมีองค์ประกอบทางกายภาพในเรื่องสัดส่วน ที่หลากหลาย เช่น ชั้นว่างของ อุปกรณ์ที่ขาย เป็นต้น ทำให้ระนาบทางแนวตั้งของอาคารมีความไม่สม่ำเสมอ เปรียบเสมือนวัสดุที่มีรูพรุน จึงเกิดการสะท้อนไปในทุกทิศทาง หรือการสะท้อนภายในช่องว่างระหว่างองค์ประกอบต่างๆ อันส่งผลให้เกิดการดูดซับเสียงภายในอาคารหรือการสะท้อนกลับเข้าสู่ผู้รับเสียงลดลงด้วย

รูปที่ 107 แสดงลักษณะการสะท้อนเสียง ที่ระนาบทางแนวตั้งของอาคารมีความไม่สม่ำเสมอ

องค์ประกอบทางกายภาพประเภทลักษณะการเปิดหน้าร้าน ที่มา : ผู้วิจัย

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ที่พิสูจน์ด้วยผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง สรุปได้ดังนี้ **ความสูงอาคาร** ไม่มีผลต่อเสียงจากการจราจร เนื่องจากการเดินทางของเสียงจะส่งผลโดยตรงต่อผู้รับเสียง เมื่อเสียงนั้นตกกระทบผนังกำแพงจะทำการสะท้อนขึ้นสูงกว่าระดับที่ผู้รับเสียงจะได้ยิน ดังนั้นผนังกำแพงที่สูงเกินความสูงของคนที่อยู่ริมถนนก็ไม่มีผลต่อการสะท้อน **ระยะถอยร่นอาคาร** มีผลต่อการสะท้อนเสียงจากผนังอาคาร ซึ่งระยะถอยร่นอาคารที่มากพอ (ประมาณ 10 เมตร) จะไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อนจากผนังอาคาร **ช่องว่างระหว่างอาคาร** คือองค์ประกอบที่ไม่ได้รับเสียงจากการสะท้อน การลดลงของเสียงขึ้นอยู่กับระยะการเดินทางของเสียง และ**ลักษณะการเปิดหน้าร้าน** ส่งผลให้บริเวณริมถนนลดเสียงจากการสะท้อนได้

ตารางที่ 10 ตารางสรุปองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่ริมถนนและการลดเสียงจากการจราจร

องค์ประกอบทางกายภาพที่สามารถออกแบบระยะและสัดส่วนให้ลดเสียงจากการจราจร ในพื้นที่ริมถนน		
การลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง (ระยะริมถนน)	**การลดเสียงสะท้อนจากผนังกำแพงด้านข้าง (ระยะหน้าอาคาร)**	**การลดเสียงสะท้อนจากผนังด้านบน (ระยะหน้าอาคาร)**
- ไม้พุ่ม - อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ	- ไม้พุ่ม - ระยะถอยร่นอาคาร - ลักษณะการเปิดหน้าร้าน	- ส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร

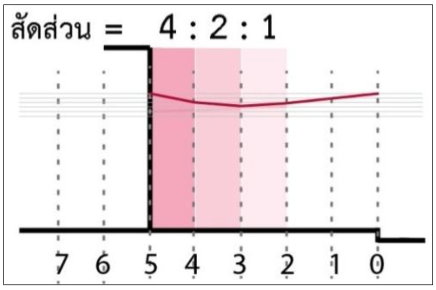
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

จากการศึกษาลักษณะการเดินทางของเสียงและการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระดับเสียงในแต่ละองค์ประกอบ สามารถสร้างเงื่อนไข การศึกษาความสำพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น คือ ระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทายกายภาพเมืองจากเกณฑ์ในการศึกษา และตัวแปรตาม คือ การลดและเพิ่มของมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ซึ่งสามารถสรุปผลวิเคราะห์ในพื้นที่ศึกษา ได้ดังนี้

องค์ประกอบทางกายภาพประเภทพื้นที่ว่าง ที่ประกอบไปด้วย ระยะถอยร่นอาคารและช่องว่างระหว่างอาคาร

1. สัดส่วนของระยะห่างจากผนังกำแพงและเสียงรวมของการสะท้อนจากผนังกำแพง

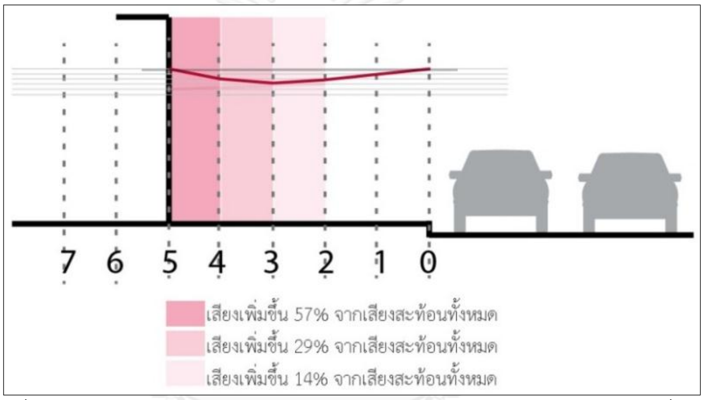
    ก. เสียงสะท้อนจากผนังกำแพง ส่งผลในระยะ 3 เมตรจากผนังกำแพง (ใกล้เคียงกับข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ : การตรวจวัดระดับเสียง โดยได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบ) สัดส่วนระหว่างระยะทางและเสียงรวมของการสะท้อนจากผนังกำแพง คือ 4 : 2 : 1



รูปที่ 108 แสดงสัดส่วนระหว่างระยะทางและเสียงรวมของการสะท้อนจากผนังกำแพง

ที่มา : ผู้วิจัย

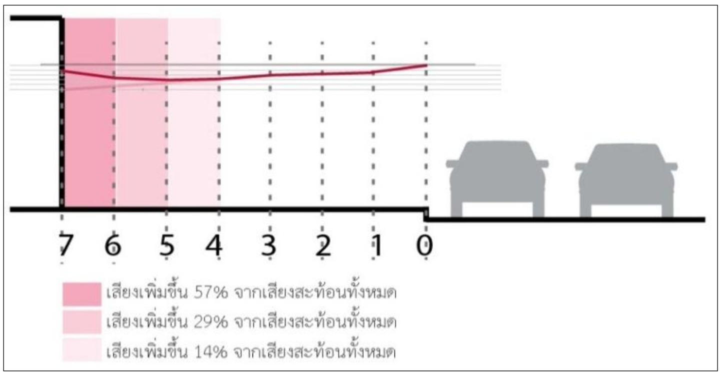
2. ระยะถอยร่นหน้าอาคารประมาณ 5 เมตร ระดับเสียงรวม จากการสะท้อนหน้าอาคาร จะเท่ากับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงจากพื้นที่ริมถนน



รูปที่ 109 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 5 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย

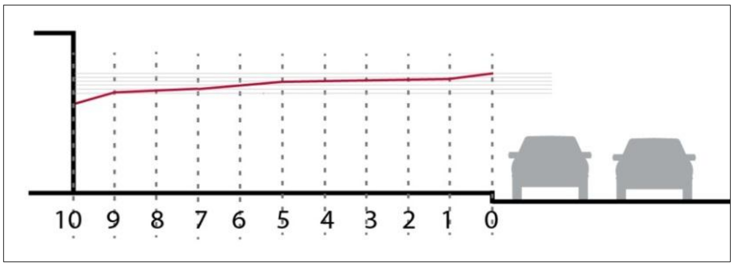
3. ระยะถอยร่นหน้าอาคารประมาณ 6-9 เมตร ระดับเสียงรวม จากการสะท้อนหน้าอาคาร น้อยกว่าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงจากพื้นที่ริมถนน



รูปที่ 110 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 6.9 เมตร

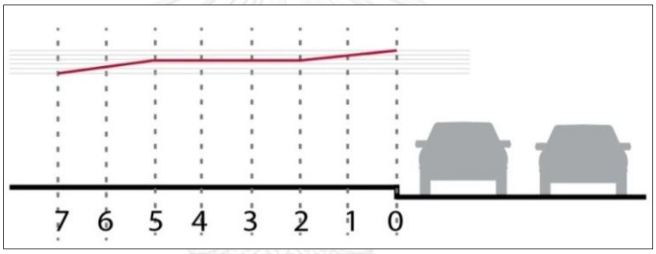
ที่มา : ผู้วิจัย

4. ระยะถอยร่นหน้าอาคารมากกว่า 10 เมตร ไม่มีผลต่อระดับเสียงจากการสะท้อน



รูปที่ 111 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ที่ระยะถอยร่น 10 เมตร
ที่มา : ผู้วิจัย

5. พื้นที่โล่งหรือช่องว่างระหว่างอาคาร (ไม่มีผนังกำแพง) ระดับเสียงจะลดลงประมาณ 4-5 เดซิเบล (เอ) เมื่อระยะการเดินทางของเสียงมากกว่า 7 เมตร



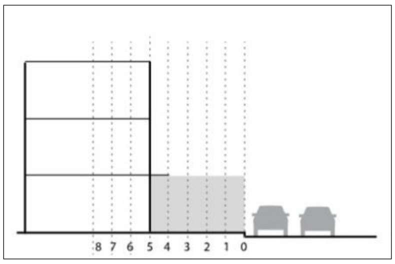
รูปที่ 112 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของช่องว่างระหว่างอาคาร
ที่มา : ผู้วิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบทางกายภาพประเภทลักษณะช่องเปิดของอาคาร ที่ประกอบไปด้วย ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคารการเปิดหน้าอาคาร และ ลักษณะการเปิดหน้าร้าน

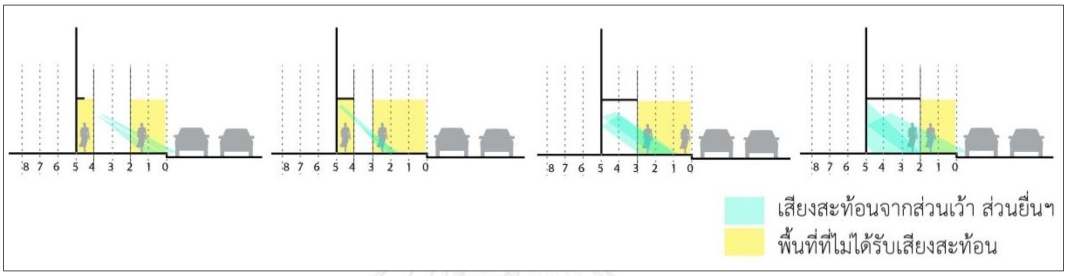
6. ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร สามารถเพิ่มเสียงจากการสะท้อนเสียงจากด้านบนได้ เมื่อมีระยะถอยร่นหน้าอาคารและสัดส่วนของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ดังนี้

ก. ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร และสัดส่วนของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ระหว่างความสูง เทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร และความยาวของระยะเว้าหรือระยะยื่นของอาคาร



รูปที่ 113 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่เพิ่มเสียงจากการสะท้อน

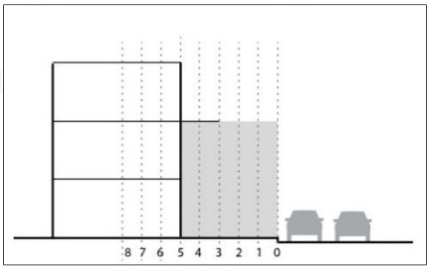
ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 114 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร

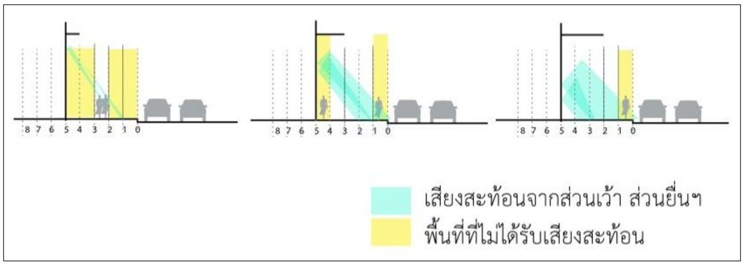
ที่มา : ผู้วิจัย

ข. ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร และสัดส่วนของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ระหว่างความสูง เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร และความยาวของระยะเว้าหรือระยะยื่นของอาคาร



รูปที่ 115 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่เพิ่มเสียงจากการสะท้อน

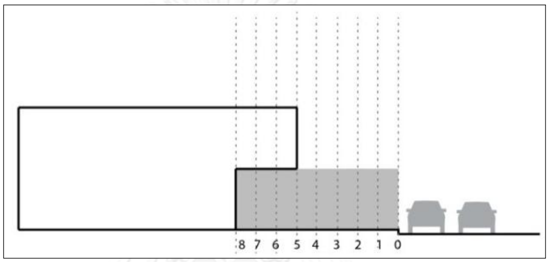
ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 116 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร

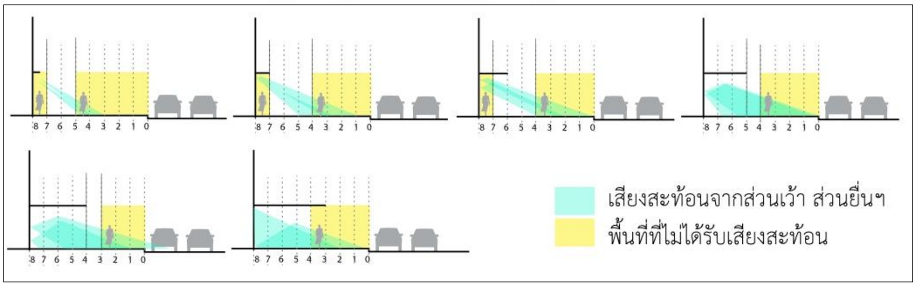
ที่มา : ผู้วิจัย

ค. ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 8 เมตร และสัดส่วนของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ระหว่างความสูง เทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร และความยาวของระยะเว้าหรือระยะยื่นของอาคาร



รูปที่ 117 แสดงระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่เพิ่มเสียงจากการสะท้อน

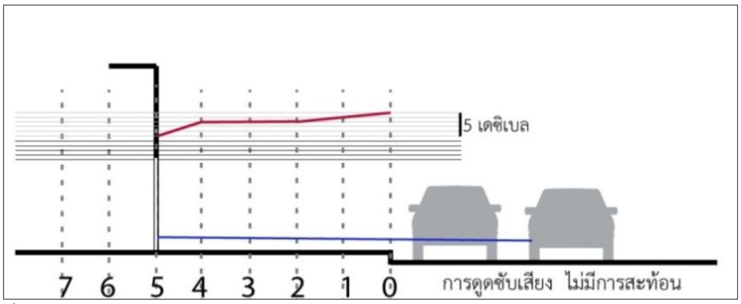
ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 118 แสดงลักษณะเสียงจากการสะท้อน ขององค์ประกอบทางกายภาพประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ

ที่มา : ผู้วิจัย

7. ลักษณะการเปิดหน้าร้าน สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงจากพื้นที่ริมถนน ได้ประมาณ 3 เดซิเบล (เอ)

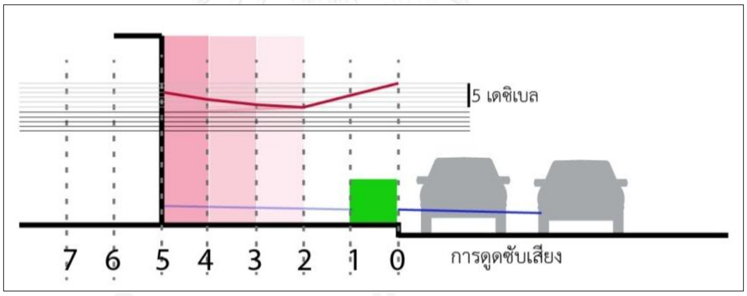


รูปที่ 119 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ที่มา : ผู้วิจัย

องค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน ถาวร ที่ประกอบไปด้วย ไม้พุ่ม และอุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ

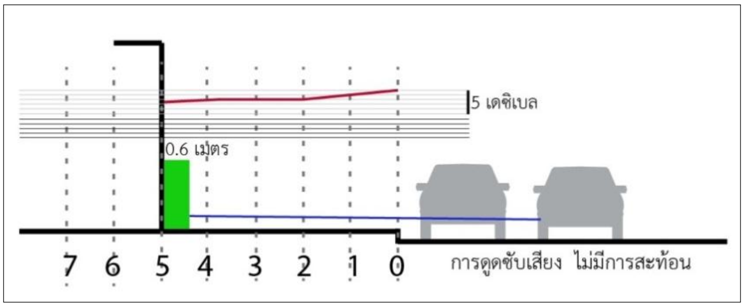
8. ไม้พุ่ม ขนาด หนา 1 เมตร สูง 1 เมตร สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงจากพื้นที่ริมถนน ได้ 5 เดซิเบล (เอ)



รูปที่ 120 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของไม้พุ่มในระยะริมถนน

ที่มา : ผู้วิจัย

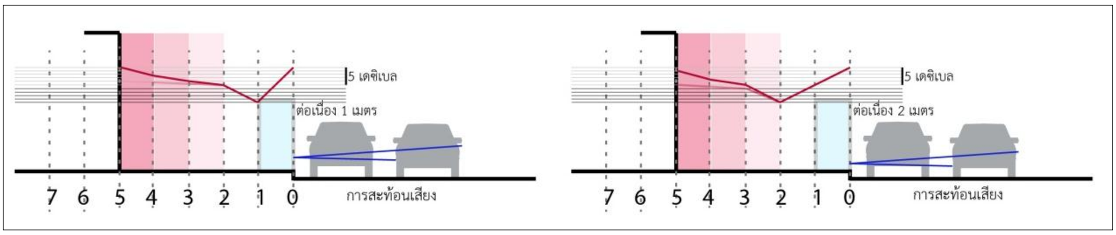
9. ไม้พุ่ม ขนาด หนา 0.6 เมตร สูง 1.5 เมตร สามารถลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพงได้ทั้งหมด



รูปที่ 121 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองการเดินทางของเสียง ของไม้พุ่มในระยะหน้าอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย

10. อุปกรณ์ประกอบถนน อื่นๆ เช่น ตู้โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงจากพื้นที่ริมถนน ได้มากถึง 10 เดซิเบล (เอ) และพื้นที่ลดเสียงจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุปกรณ์ประกอบถนนมีความยาวต่อเนื่อง



รูปที่ 122 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบจำลองการเดินทางของเสียง
ของอุปกรณ์ประกอบถนน อื่นๆ
ที่มา : ผู้วิจัย

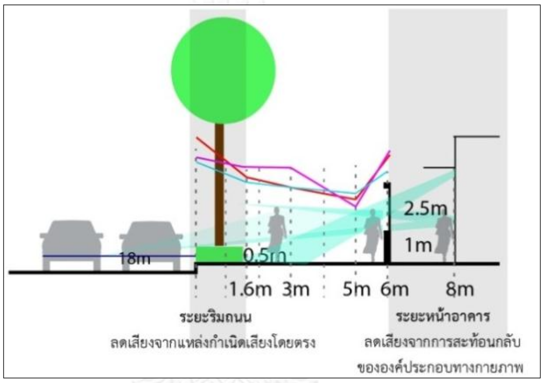
4.4 การสร้างเงื่อนไขการออกแบบพื้นที่ริมถนน ในกรุงเทพมหานคร

การสร้างเงื่อนไขการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพ เพื่อลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากข้อมูล ผลเปรียบเทียบการตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ.2557 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของระดับเสียงเกินจากค่ามาตรฐาน ประมาณ 4-5 เดซิเบล (เอ) ในการเพิ่มขึ้นของเสียงทุก 5 เดซิเบล (เอ) ความปลอดภัยต่อการได้ยินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ ระยะเวลาที่สามารถรับเสียงต่อเนื่องลดลงอย่างมาก (Occupational Safety and Health Administration – OSHA) ดังนั้นจึงสร้างเงื่อนไขของระดับเสียง ที่รูปแบบองค์ประกอบทางกายภาพ สามารถลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ให้ได้ 6 เดซิเบล (เอ) เพื่อให้ระดับเสียงในพื้นที่ริมถนนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ ต่ำกว่า 70 เดซิเบล (เอ)

รูปแบบขององค์ประกอบทางกายภาพเมืองในพื้นที่ริมถนน ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ส่วน คือ ระยะริมถนน ระยะประกอบกิจกรรม และระยะหน้าอาคาร ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองให้สามารถลดเสียงจาก 2 ลักษณะ ได้แก่ ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง คือ ระยะริมถนน และลดเสียงจากการสะท้อนกลับขององค์ประกอบทางกายภาพ คือ ระยะหน้าอาคาร

รูปที่ 123 แสดงลักษณะของพื้นที่ริมถนน

ที่มา : ผู้วิจัย



รูปที่ 124 แสดงระยะในการออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพ ให้ลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร

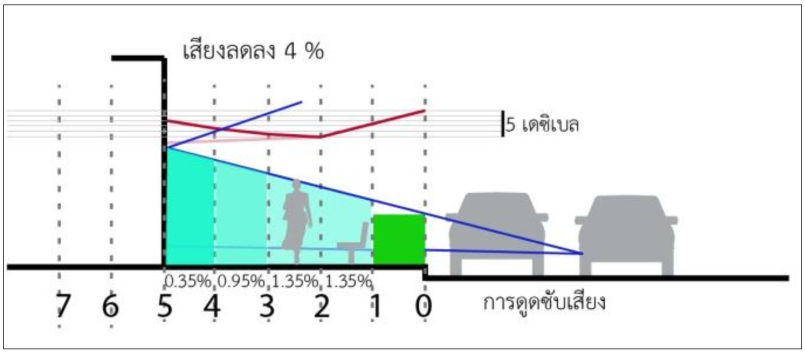
ที่มา : ผู้วิจัย

การจำแนกประเภทตามสัดส่วนพื้นที่ริมถนนและองค์ประกอบทางกายภาพ ให้ลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจร โดยจะกล่าวถึงระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร เป็นหลัก มีรายละเอียดดังนี้

1. ระยะริมถนน ที่สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง ประกอบด้วย
    ก. ไม้พุ่ม
    ข. อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ เช่น ตู้โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น
2. ระยะหน้าอาคาร ที่สามารถลดเสียงจากการสะท้อนกลับขององค์ประกอบทางกายภาพ ประกอบด้วย
    ก. ไม้พุ่ม
    ข. ลักษณะการเปิดหน้าร้าน
    ค. ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร (การสะท้อนจากด้านบน)

จากการสร้างเงื่อนไขของระดับเสียง ที่การออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ ให้สามารถลดเสียงได้ 6 เดซิเบล (เอ) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ดังนั้นเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ สามารถลดเสียงได้ 8 เปอร์เซ็นต์ จากเสียง จากการจราจรทั้งหมด (ลดเสียงในพื้นที่เมือง (76เดซิเบล (เอ)) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (70เดซิเบล(เอ))) โดยมีรายละเอียดของรูปแบบดังต่อไปนี้

รูปแบบที่ 1 การออกแบบระยะริมถนนอย่างเดียว อันประกอบไปด้วย องค์ประกอบทางกายภาพประเภท ไม้พุ่มหรืออุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ สามารถลดเสียงได้ 4 เปอร์เซ็นต์ จากเสียง จากการจราจรทั้งหมด



รูปที่ 125 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนอย่างเดียว ด้วยไม้พุ่มหรืออุปกรณ์ประกอบถนน

ที่มา : ผู้วิจัย

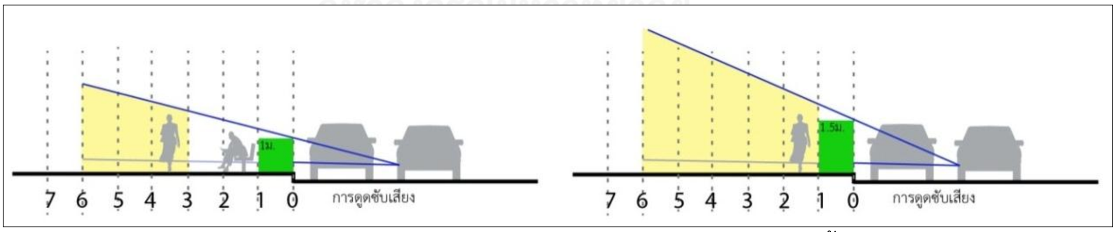
โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ไม้พุ่ม ระยะริมถนน ต้องมีสัดส่วน หนา 1 เมตรขึ้นไป สูง 1 เมตรขึ้นไป และมีความต่อเนื่องอย่างน้อย 2 เมตร

(2) สัดส่วนความสูงของไม้พุ่มและระยะกิจกรรม ดังนี้

(ก) ไม้พุ่มสูง 1 เมตร ระยะถอยร่นของกิจกรรม 3 เมตรขึ้นไป (ระยะระหว่าง 1-3 เมตร สามารถทำกิจกรรมที่ต่ำกว่าเส้นทางเดินเสียง)

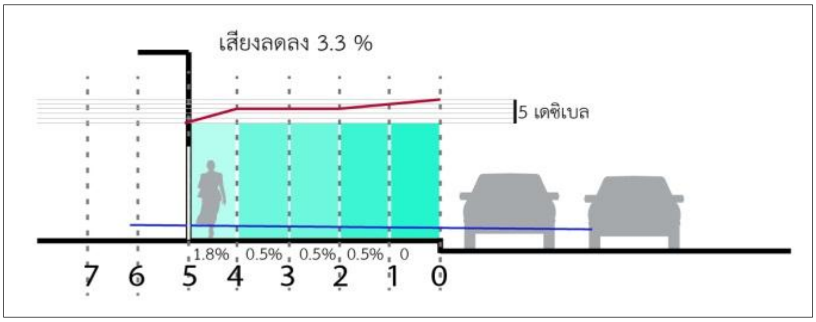
(ข) ไม้พุ่มสูง 1.5 เมตร ไม่ต้องมีระยะถอยร่นของกิจกรรม



รูปที่ 126 แสดงสัดส่วนของไม้พุ่มระยะริมถนน และระยะถอยร่นของพื้นที่กิจกรรม

ที่มา : ผู้วิจัย

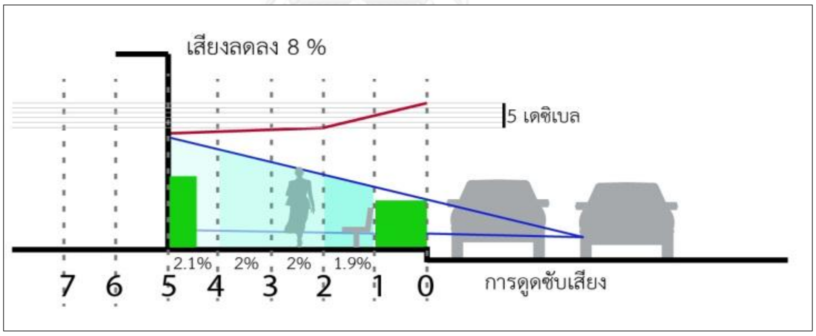
รูปแบบที่ 2 การออกแบบระยะหน้าอาคารอย่างเดียว โดยองค์ประกอบทางกายภาพประเภท ลักษณะการเปิดหน้าร้าน สามารถเสียงได้ 3.3 เปอร์เซ็นต์ จากเสียง จากการจราจรทั้งหมด



รูปที่ 127 แสดงรูปแบบระยะริมหน้าอาคาร โดยองค์ประกอบทางกายภาพประเภท ลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ที่มา : ผู้วิจัย

รูปแบบที่ 3 การออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร อันประกอบไปด้วย องค์ประกอบทางกายภาพประเภท ไม้พุ่มหรืออุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ ร่วมกับ ไม้พุ่ม สามารถเสียงได้ 8 เปอร์เซ็นต์ จากเสียงจากการจราจรทั้งหมด



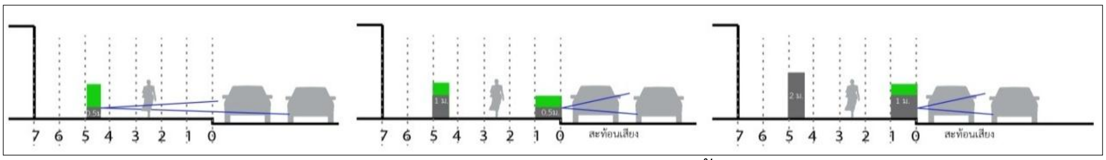
รูปที่ 128 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร ด้วยไม้พุ่ม

ที่มา : ผู้วิจัย

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ไม้พุ่ม ระยะหน้าอาคาร ต้องมีสัดส่วน หนา 0.6 เมตรขึ้นไป สูง 1.5 เมตรขึ้นไป และมีความต่อเนื่อง

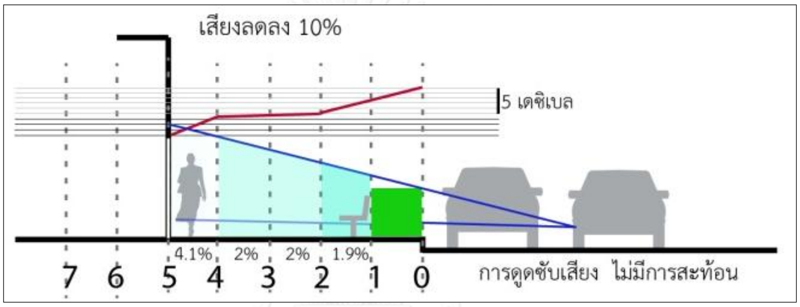
(2) ลักษณะการสร้างรั้วหน้าอาคาร ควรมีองค์ประกอบของไม้พุ่มร่วมด้วย โดยมีรายละเอียด ดังนี้ การสร้างรั้ว ที่สามารถสะท้อนเสียงได้ที่ระยะอาคาร ต้องมีการสร้างผนังกำแพงที่สามารถสะท้อนเสียงได้ ในระยะริมถนนเช่นกัน โดยมีสัดส่วน 2 : 1



รูปที่ 129 แสดงรูปแบบการสร้างรั้ว

ที่มา : ผู้วิจัย

รูปแบบที่ 4 การออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร อันประกอบไปด้วย องค์ประกอบทางกายภาพประเภท ไม้พุ่มหรืออุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ ร่วมกับ ลักษณะการเปิดหน้าร้าน สามารถเสียงได้ 10 เปอร์เซ็นต์ จากเสียง จากการจราจรทั้งหมด



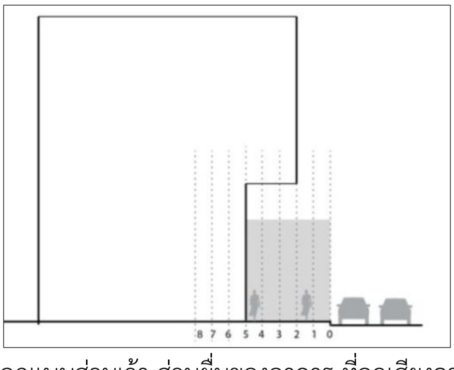
รูปที่ 130 แสดงรูปแบบการออกแบบระยะริมถนนร่วมกับระยะหน้าอาคาร ด้วยไม้พุ่ม และลักษณะการเปิดหน้าร้าน

ที่มา : ผู้วิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปแบบที่ 5 การออกแบบระยะหน้าอาคาร โดยองค์ประกอบทางกายภาพประเภท ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร ไม่ให้เพิ่มเสียงจากการสะท้อนจากด้านบน โดยมีรายละเอียดดังนี้

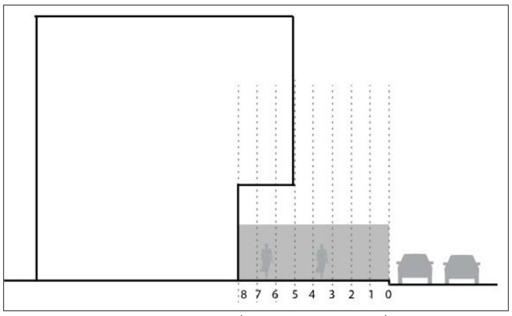
(1) ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร ความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร เทียบเท่าชั้น 3 ของอาคารเท่านั้น



รูปที่ 131 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

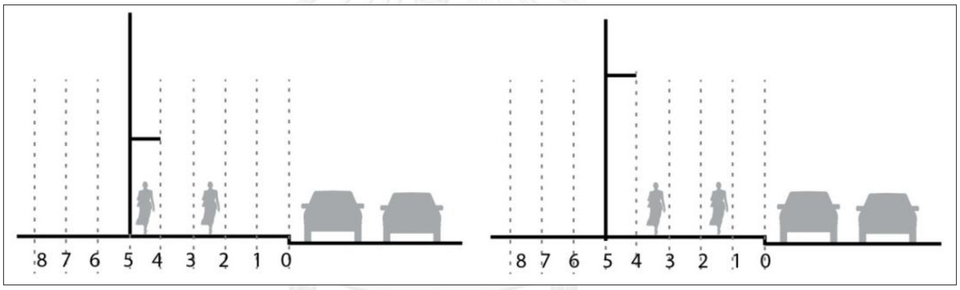
(2) ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6-8 เมตร ความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นฯ เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคารขึ้นไป



รูปที่ 132 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

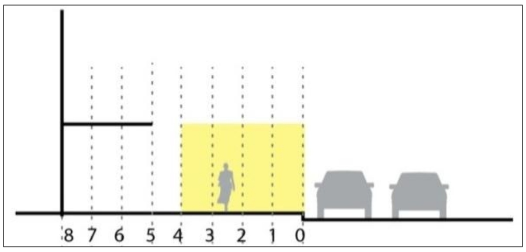
(3) ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 5 เมตร ความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร เทียบเท่าชั้น 1 และชั้น 2 ของอาคาร ควรยื่นในระยะ 1 เมตร ทำให้ได้รับเสียงจากการสะท้อนจากด้านบนน้อยที่สุด



รูปที่ 133 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

(4) ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6-8 เมตร ความสูงของส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร เทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร พื้นที่ประกอบกิจกรรมควรอยู่ที่ระยะ 4 เมตรจากริมถนน



รูปที่ 134 แสดงการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ที่ลดเสียงจากการสะท้อนด้านบน

ที่มา : ผู้วิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษานั้น เป็นบริบทของกรุงเทพมหานคร มีความเฉพาะ ทั้งระดับมลภาวะทางเสียงในพื้นที่เมือง และองค์ประกอบทางกายภาพริมถนน ในลักษณะอาคารประเภทตึกแถวเป็นส่วนใหญ่ โดยมีระยะและสัดส่วนที่ต่างจากบริบทเมืองอื่นๆ ดังนั้นควรมีการสรุปแนวทางการออกแบบที่ครอบคลุมสำหรับการนำไปศึกษาเพิ่มเติมในบริบทพื้นที่เมืองอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 การอธิปรายผลการวิจัย

5.1.1 ผลสรุปของการวิจัย

1. ลักษณะกายภาพเมือง มีผลต่อการช่วยลดมลภาวะทางเสียงจากการจราจรที่แตกต่างกัน จากลักษณะกายภาพของพื้นที่ริมถนน จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ระยะริมถนน ระยะที่ประกอบกิจกรรม และระยะหน้าอาคาร ซึ่งพบว่าระยะที่ประกอบกิจกรรม จะได้รับเสียง ทั้งจากระยะริมถนน คือเสียงจากการจราจร และระยะหน้าอาคาร คือเสียงจากการสะท้อนกลับจากองค์ประกอบทางกายภาพ เนื่องจากการได้รับเสียงโดยตรงจากการจราจรมีมากกว่าเสียงจากการสะท้อน ส่งผลให้การจัดการในระยะริมถนน มีผลต่อการช่วยลดมลภาวะทางเสียงมากกว่าระยะหน้าอาคาร แต่หากไม่มีการจัดการในระยะหน้าอาคาร ประสิทธิภาพของการช่วยลดมลภาวะทางเสียงจะลดลง อีกทั้งยังไม่สามารถลดเสียงให้อยู่เกณฑ์มาตรฐานของความปลอดภัย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหามลภาวะทางเสียงในพื้นที่เมือง ต้องมีการจัดการในระยะริมถนน ร่วมกับระยะหน้าอาคาร โดยการออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพให้เหมาะสมกับกายภาพเมืองที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

2. องค์ประกอบทางกายภาพ ที่สามารถออกแบบสัดส่วน ให้ลดเสียงจากการจราจร สรุปได้ดังนี้

(ก) ไม้พุ่ม มีผลทำให้มลภาวะทางเสียงจากการจราจรลดลง ในระยะและสัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะสัดส่วนเรื่องความกว้าง (ความหนา) และความสูง สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง

(ข) อุปกรณ์ประกอบถนน ที่อยู่ในระยะริมถนน มีผลทำให้มลภาวะทางเสียงจากการจราจรลดลง ในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะสัดส่วนเรื่องความสูงและความต่อเนื่องขององค์ประกอบ

(ค) พื้นที่ที่มีความหลากหลายขององค์ประกอบหรือมีความไม่สม่ำเสมอของระนาบทางแนวตั้ง เช่น ลักษณะการเปิดหน้าร้าน มีผลทำให้มลภาวะทางเสียงจากการจราจรลดลงได้

(ง) การออกแบบ ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร มีผลทำให้มลภาวะทางเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพงลดลงได้ ในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะสัดส่วนเรื่องความยาว (ระยะของการยื่นและการเว้า) ความสูง และระยะถอยร่นหน้าอาคาร

3. การเรียงลำดับความสำคัญขององค์ประกอบทางกายภาพเมือง ที่สามารถแก้ปัญหามลถาวะทางเสียงจากการจราจร พบว่าเรื่องสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพสำคัญกว่าระยะถอยร่น เนื่องด้วยบริบทของกรุงเทพมหานครมีระยะถอยร่นไม่มากนัก ร่วมกับการถอยร่นหน้าอาคารจะต้องถอยร่นมากถึง 10 เมตร เพื่อให้สามารถลดเสียงจากการสะท้อนได้ เรื่องสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพที่สามารถลดเสียงโดยตรงจากการจราจร ประกอบด้วย ไม้พุ่มและอุปกรณ์ประกอบถนน พบว่าอุปกรณ์ประกอบถนนสามารถลดเสียงได้มากกว่าไม้พุ่ม แต่เนื่องด้วยบริบทเรื่องทัศนียภาพที่ดี ไม้พุ่มจะมีความเหมาะสมมากกว่า ส่วนการลดเสียงจากการสะท้อน

ประกอบด้วย ไม้พุ่ม ลักษณะการเปิดหน้าร้าน และส่วนเว้าส่วนยื่นของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร พบว่าลักษณะการเปิดหน้าร้านสามารถลดเสียงได้มากที่สุด รองลงมาคือไม้พุ่มและส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ตามลำดับ จากความสำพันธ์ของลดเสียงโดยตรงจากการจราจรและเสียงสะท้อนจากผนังอาคาร ในบริบทกรุงเทพมหานคร พบว่าการใช้ไม้พุ่มร่วมกับลักษณะการเปิดหน้าร้าน โดยมีการออกแบบส่วนเว้าส่วนยื่นฯ ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับลักษณะกายภาพ มีความเหมาะสมกับระยะถอยร่นหน้าอาคารของกรุงเทพมหานครมากที่สุด และถ้าในบริบทเมืองที่มีระยะถอยร่นหน้าอาคารกว้าง การใช้ไม่พุ่มร่วมกับไม้พุ่ม โดยมีการออกแบบส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับลักษณะกายภาพ มีความเหมาะสมเรื่องทัศนียภาพเมืองมากที่สุด

5.1.2 ข้อเสนอแนะในการสร้างมาตรการทางผังเมือง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

การแบ่งลักษณะพื้นที่ริมถนนทั่วกรุงเทพมหานคร ตามการใช้ประโยชน์อาคารและพื้นที่โดยรอบ เนื่องจากในแต่ละย่านมีความเหมือนกันของการใช้ประโยชน์อาคาร คือการผสมระหว่างที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม ในอาคารประเภทตึกแถว มากกว่าการซ้ำกันของกิจกรรมเดียวกัน โดยเฉพาะย่านชาญเมือง จึงไม่สามารถแบ่งย่านตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้

จากการแบ่งลักษณะพื้นที่ริมถนน ตามเนื้อหาในบทที่ 3 เรื่องการเลือกพื้นที่ศึกษาจากการตรวจวัดระดับเสียงของกรมควบคุมมลพิษ นำมาสู่ออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพตามเงื่อนไขการออกแบบพื้นที่ริมถนน ในกรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการศึกษาวิจัย ซึ่งสามารถลดเสียงได้ 3 ระดับ จากมากไปน้อย ดังนี้ ลดเสียงโดยตรงจากแหล่งกำเนิดเสียง ลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ด้านข้าง และลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังด้านบน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อาคารประเภทตึกแถว

ก. ที่อยู่อาศัยระยะถอยร่น 1-3 เมตร

(1) การออกแบบให้ลดเสียงได้มากที่สุด ทั้งเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ในระยะถอยร่นหน้าอาคาร 3 เมตร คือการออกแบบระยะริมถนน โดยใช้ไม้พุ่มสูง 1.5 เมตรขึ้นไป หนา 1 เมตร ในอาคารที่พักอาศัย ที่ต้องการความเป็นส่วนตัว ซึ่งควรคำนึงถึงความปลอดภัยร่วมด้วย จากกิจกรรมส่วนใหญ่ ใช้พื้นที่หน้าอาคารเป็นทางเดินเท้า ควรมีการเว้นช่องว่างโดยมีความต่อเนื่องของไม้พุ่มประมาณ 2 เมตร ก็เพียงพอต่อการลดความรุนแรงของมลภาวะทางเสียง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 135 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(2) การออกแบบองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ให้ลดเสียงจากการสะท้อนจากด้านบนอาคาร ในระยะถอยร่นน้อยกว่า 3 เมตร คือ ระยะยื่น 1 เมตร หรือ ยกความสูงเทียบเท่าชั้น 2 อาคาร

รูปที่ 136 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

ข. พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่น 1-3 เมตร

(1) พื้นที่พาณิชยกรรมมีลักษณะการเปิดหน้าร้าน ที่ช่วยลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ในการลดเสียงโดยตรงจากการจราจร ไม่เหมาะสมในการใช้ไม้พุ่มสูงเกิน 1 เมตร เนื่องจากบดบังหน้าร้าน

ในระยะถอยร่นน้อยกว่า 3 เมตร ควรเปลี่ยนจากพื้นที่ที่เคยมีรั้วโปร่งกั้นเป็นรั้วทึบ หรือรั้วที่สามารถสะท้อนเสียงได้ สูง 1 เมตร ในการลดเสียงภายในอาคาร ที่ประกอบกิจกรรมพาณิชยกรรมภายในอาคารเป็นส่วนใหญ่ และในระยะถอยร่น 3 เมตร อาจมีการเปลี่ยนจากรั้วเป็นไม้พุ่มสูง 1 เมตร หนา 1 เมตร เพื่อทัศนียภาพทางเดินเท้าที่สวยงาม

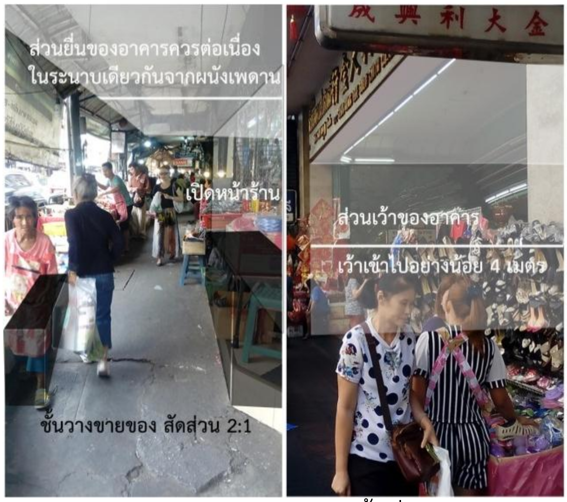
รูปที่ 137 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(2) การลดเสียงสะท้อนจากผนังกำแพง ด้านข้าง และการลดการเสียงสะท้อนจากผนังด้านบน ให้กับพื้นที่ที่ประกอบกิจกรรมหน้าอาคาร

- อาคารพาณิชยกรรมที่มีลักษณะการเปิดหน้าร้าน ส่วนยื่นของอาคารควรมีความต่อเนื่องในระนาบเดียวกันกับผนังเพดานของอาคาร เพื่อเพิ่มการเดินทางของเสียงจากการสะท้อนจากผนังด้านข้าง

- อาคารที่มีลักษณะส่วนเว้าที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้า ควรมีการเว้าของอาคารอย่างน้อย 4 เมตร

- ลักษณะของพื้นที่ที่มีการค้าขายในระยะริมถนน ถ้ามีชั้นวางของ ที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะหน้าอาคาร ควรมีชั้นวางของที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะริมถนนเช่นกัน ในสัดส่วน 2 : 1 เพื่อช่วยลดเสียงสะท้อนจากผนังกำแพง



รูปที่ 138 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(3) การออกแบบองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ให้ลดเสียงจากการสะท้อนจากด้านบนอาคาร มีการออกแบบเหมือนกับที่อยู่อาศัย ในระยะถอยร่นน้อยกว่า 3 เมตร คือ ระยะยื่น 1 เมตร หรือ ยกความสูงเทียบเท่าชั้น 2 อาคาร

รูปที่ 139 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

ค. ที่อยู่อาศัยระยะถอยร่น 4-5 เมตร

(1) ลักษณะอาคารที่ไม่มีการสะท้อนเสียงจากผนังกำแพง ด้านข้าง ทำให้เกิดการสะท้อนเสียงจากผนังด้านบนน้อย เช่น อาคารที่มีใต้ถุน อาคารที่มีลักษณะรั้วโปร่ง การลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง ที่ดีที่สุด คือการใช้องค์ประกอบประเภทไม้พุ่ม ที่มีความสูง 1 เมตรขึ้นไป หนา 1 เมตร ในระยะริมถนน

รูปที่ 140 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(2) อาคารตึกแถว ที่มีการใช้ประโยชน์อาคารประเภทที่อยู่อาศัย ระยะถอยร่น 4-5 เมตร เป็นลักษณะของอาคารส่วนใหญ่ ในพื้นที่ชาญเมือง ซึ่งการออกแบบที่สามารถลดเสียงได้ดีที่สุด ทั้งเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรงและเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพงด้านข้าง คือ การใช้องค์ประกอบประเภทไม้พุ่มที่มีความสูง 1 เมตรขึ้นไป ความหนา 1 เมตร มีความต่อเนื่องอย่างน้อย 2 เมตร ในระยะริมถนน ร่วมกับ ไม้พุ่มหรือไม้กระถาง ที่มีความสูง 1.5 เมตร และมีความต่อเนื่อง ส่วนการลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังด้านบนคือมีระยะยื่น 1 เมตรจะได้รับเสียงน้อยที่สุด

รูปที่ 141 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

ง. พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่น 4-5 เมตร

(1) การลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพงด้านข้างและการลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังด้ายบน มีลักษณะการออกแบบคล้ายระยะถอยร่น 1-3 เมตร คือ

- อาคารพาณิชยกรรมที่มีลักษณะการเปิดหน้าร้าน ส่วนยื่นของอาคารควรมีความต่อเนื่องในระนาบเดียวกันกับผนังเพดานของอาคาร เพื่อเพิ่มการเดินทางของเสียงจากการสะท้อนจากผนังด้านข้าง

- อาคารที่มีลักษณะส่วนเว้าที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้า ควรมีการเว้าอาคารอย่างน้อย 4 เมตร

- การมีระยะถอยร่นหน้าอาคารมากกว่า 6 เมตรลดการสะท้อนจากผนังกำแพงด้านข้าง

รูปที่ 142 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(2) เนื่องจากระยะถอยร่นหน้าอาคาร 4-5 เมตรสามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง โดยใช้องค์ประกอบประเภทไม้พุ่ม ที่มีความสูง 1 เมตรขึ้นไป ความหนา 1 เมตร มีความต่อเนื่องอย่างน้อย 2 เมตร ในระยะริมถนน ร่วมกับลักษณะการเปิดหน้าร้านได้

รูปที่ 143 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

(3) การออกแบบองค์ประกอบประเภทส่วนเว้า ส่วนยื่นของอาคาร ให้ลดเสียงจากการสะท้อนจากด้านบนอาคาร สามารถออกแบบเหมือนกับพื้นที่อื่น คือ ระยะยื่น 1 เมตร หรือ ยกความสูงเทียบเท่าชั้น 2 อาคาร

2. อาคารขนาดใหญ่

พื้นที่พาณิชยกรรมระยะถอยร่นหน้าอาคาร 8 เมตร ขึ้นไป สามารถลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง ดังนั้นการใช้องค์ประกอบทางกายภาพประเภทไม้พุ่มในระยะริมถนน เพื่อลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง มีความเหมาะสมที่สุด

3. อาคารที่มีรั้ว ระยะถอยร่นของรั้ว 3-5 เมตร

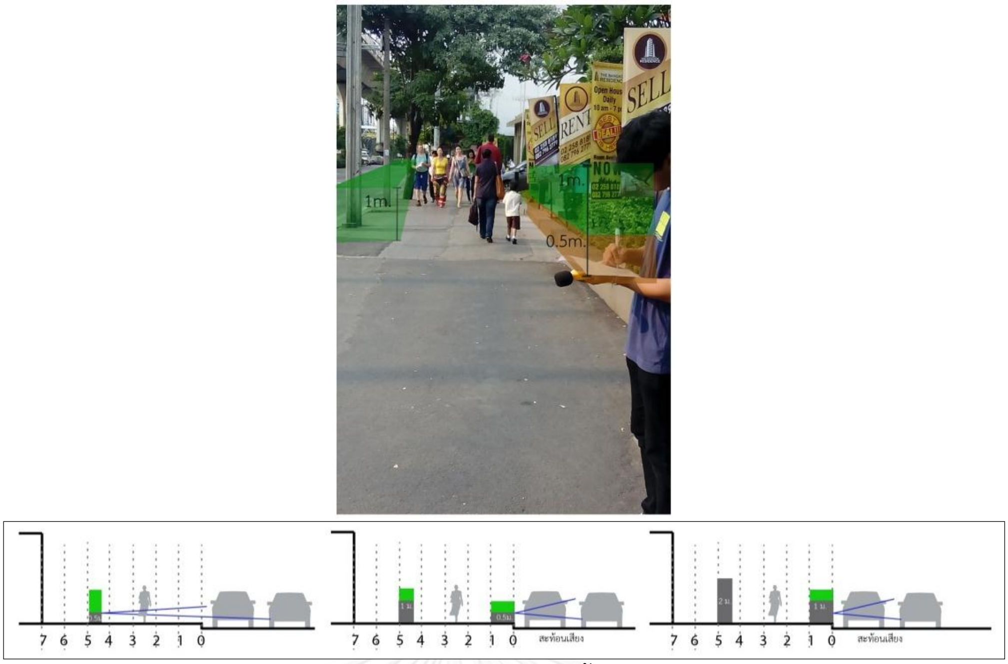
ก. พื้นที่ ที่อยู่อาศัย

ระยะถอยร่นของผนังกำแพง 1-3 เมตร การลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพงมีความเหมาะสมที่สุด โดยการใช้ไม้พุ่มที่มีความสูง 1.5 เมตรขึ้นไป หนา 0.6 เมตร และควรมีความต่อเนื่อง

รูปที่ 144 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

ข. พื้นที่อาคารขนาดใหญ่ เช่น สำนักงาน โรงพยาบาล คอนโด

มีระยะถอยร่นของผนังกำแพง 5 เมตรขึ้นไป ถ้ามีผนังกำแพง ที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะหน้าอาคาร ควรมีผนังกำแพงที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะริมถนนเช่นกัน ในสัดส่วน 2 : 1 เพื่อช่วยลดเสียงสะท้อนจากผนังกำแพง



รูปที่ 145 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

4. องค์ประกอบทางกายภาพประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน

จากบริบทเมือง ในพื้นที่ริมถนน จะพบองค์ประกอบทางกายภาพเมืองประเภทอุปกรณ์ประกอบถนน เช่น โทรศัพท์ ป้ายรถเมล์ ตู้ควบคุมสาธารณูปโภค เป็นต้น ประมาณ 2-3 องค์ประกอบที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ถ้ามีการจัดระเบียบให้มีความต่อเนื่อง อยู่ในระยะริมถนน และอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมจะสามารถช่วยลดความรุนแรงของมลภาวะทางเสียงที่มีต่อสุขภาพได้ พื้นที่ที่เหมาะสมสามารถแบ่งได้ดังนี้

- พื้นที่ช่องว่างระหว่างอาคาร เพื่อไม่ให้บดบังช่องเปิดหรือด้านหน้าอาคาร และสามารถใช้เป็นพื้นที่ประกอบกิจกรรมประเภทหน้าอาคาร เช่น ร้านอาหาร

-พื้นที่ที่มีลักษณะปิดทึบ เช่น รั้วทึบ

-พื้นที่โล่งว่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 146 แสดงข้อเสนอแนะในการออกแบบพื้นที่ริมถนน กรุงเทพมหานคร

5. การสร้างอาคารใหม่

ควรมีระยะถอยร่นหน้าอาคารอย่างน้อย 6 เมตร เพื่อลดเสียงจากการสะท้อนจากผนังกำแพง และเพื่อให้มีพื้นที่หน้าอาคาร ที่สามารถออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพให้ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงได้โดยตรง เช่น ผนังกำแพงในลักษณะรั้ว หรือไม้พุ่ม เป็นต้น

5.2 การเชื่อมโยงกับทฤษฎีหรืองานอื่น

จากการวิจัย พบว่า องค์ประกอบทางกายภาพ ที่ลดเสียงจากการจราจรมากที่สุด คือ องค์ประกอบที่อยู่ในระยะริมถนน ตรงกับคำกล่าวที่ว่า การปลูกไม้พุ่มควรปลูกใกล้จุดกำเนิดเสียงมากที่สุด จะสามารถบรรเทามลภาวะทางเสียงได้ (Egan, 1972) ในงานวิจัย ไม้พุ่มก็เป็นองค์ประกอบหลักในการลดเสียง ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Kotzen and English (1999) กล่าวถึง การแก้ปัญหาเสียงจากการจราจร ด้วยการใช้องค์ประกอบในสิ่งแวดล้อม คือ ต้นไม้ ในลักษณะแนวหน้ากระดานที่กั้นระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับเสียง สามารถเป็นกำแพงกั้นเสียงได้ จากงานวิจัย ผลการตรวจวัดระดับเสียงของไม้พุ่มที่มีความหนา 1 เมตร สามารถลดเสียงได้ 5 เดซิเบล (เอ) มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์พิทย์ ดิษฐแก้วและคณะ (2553) ที่พบว่า ไม้พุ่มมีความหนา 1.2 เมตร วางเรียงแนวหน้ากระดานตั้งฉากกับแนวแกนแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ที่คลื่นความถี่ต่ำ (125 Hz) ระดับเสียงลดลง 6.3 เดซิเบล (เอ)

นอกจากการศึกษาเรื่องไม้พุ่มแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ในพื้นที่เมืองที่นำมาศึกษา โดยการวิเคราะห์ผลจากทฤษฎีการเดินทางของเสียง ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษา มีความสอดคล้องกับทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียงขององค์ประกอบทางกายภาพ พบว่า ในระยะถอยร่นอาคาร 5 เมตร กราฟการเดินทางของเสียงเป็นไปตามการพิสูจน์ด้วยทฤษฎีการดูดซับและการสะท้อนเสียง ถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น สามารถพิสูจน์ได้ว่า การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของเสียงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของการดูดซับและการสะท้อนเสียง เป็นหลัก ในระยะริมถนนสามารถใช้ได้ทั้งคุณสมบัติการดูดซับและการสะท้อนเสียง ส่วนระยะหน้าอาคาร เพื่อให้สามารถลดมลภาวะทางเสียงจึงอาศัยระยะการเดินทางของเสียง โดยการออกแบบระยะและสัดส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ ให้มีระยะการเดินทางของเสียงที่มากที่สุดที่สามารถลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงได้

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. เรื่องการเลือกพื้นที่ศึกษา เนื่องจากระยะเวลาในงานวิจัย คือ 1 ปีการศึกษา ทำให้เลือกพื้นที่ศึกษา โดยอ้างอิงข้อมูลพื้นที่ ที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียง จากกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ. 2554 เนื่องจากมีการรายงานผลแยกแต่ละจุดตรวจวัด สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งในปีต่อมาได้รายงานผลในรูปแบบภาพรวมของมลภาวะทางเสียงในพื้นที่ริมถนนทั้งกรุงเทพมหานคร นอกจากนั้น ยังมีการวิเคราะห์ว่าลักษณะภาพรวมของการตรวจวัดระดับเสียงมีความใกล้เคียงกัน ทั้งจากปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2554 ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น (ซึ่งในปี พ.ศ.2554 มีมลภาวะทางเสียงที่มากกว่า ซึ่งถือว่าเป็นมลภาวะทางเสียงที่มากที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้) จากการคัดเลือกพื้นที่ อาจทำให้ระดับเสียงในปัจจุบัน มีความคลาดเคลื่อนไปจากเดิม ซึ่งงานวิจัยนี้ก็ได้ตรวจวัดระดับเสียง ในลักษณะการเพิ่มขึ้นและลดลงของเสียงในชุดการตรวจวัดเดียวกันและใช้เครื่องมือเดียวกัน ในการเปรียบเทียบ ดังนั้นสามารถลดข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ตรวจวัดที่ประสบปัญหามลภาวะทางเสียง และลดข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำของเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงไปได้

2. เรื่องการตรวจวัดระดับเสียง เนื่องจากบริบทพื้นที่เมืองมีหลากหลายองค์ประกอบอยู่รวมกัน ทั้งที่อยู่อย่างถาวรและเคลื่อนที่ไปมา ซึ่งอาจส่งผลต่อการตรวจวัดระดับเสียงในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งได้ทำการพิจารณาพื้นที่ที่มีองค์ประกอบเรื่องระยะและสัดส่วนใกล้เคียงกัน หรือใช้การพิจารณาแยกส่วนของแต่ละองค์ประกอบโดยมีระยะห่างกันมากกว่า 3.5 เมตร (กรมควบคุมมลพิษ) นอกจากนี้ ยังพบองค์ประกอบที่ไม่สามารถควบคุมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบที่เคลื่อนที่ได้ เช่น การเคลื่อนที่ในการประกอบกิจกรรมของคน และรถจักรยานยนต์ รวมถึงการจอดรถริมถนน อันส่งผลให้เพิ่มและกีดกันเสียงในตำแหน่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ได้ผลตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อนไปจากการพิสูจน์ หรือมีความคลาดเคลื่อนไปจากผลของการตรวจวัดส่วนใหญ่

3. เรื่องการค้นหาองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่เมือง ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ในเรื่องสัดส่วน เช่น ไม้พุ่มสูง 1 เมตร ไม้พุ่มสูง 1.5 เมตร หาได้ยาก ดังนั้น จึงทำการวัดต่ำกว่าจุดที่มนุษย์ได้ยิน ในตำแหล่งชิดกับองค์ประกอบ (หลังไม้พุ่ม) เพื่อให้ได้รับเสียงที่ผ่านองค์ประกอบทางกายภาพ

4. เรื่องการพิสูจน์ทฤษฎีการเดินทางของเสียง ผลของงานวิจัยมีส่วนที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียง ทั้งการดูดซับและการสะท้อนเสียง โดยเฉพาะพื้นที่ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบประเภทส่วนเว้าส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร และมีส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยทฤษฎีการเดินทางของเสียง เนื่องด้วยวิธีของการพิสูจน์มีข้อจำกัด ที่ทำให้ผลมีลักษณะเหมือนกัน ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ แต่สามารถใช้การวิเคราะห์ลักษณะของกราฟการตรวจวัดระดับเสียงขององค์ประกอบทั้ง 3 เวลา

5. ไม่ได้ทำการศึกษาปัจจัยบางอย่างในพื้นที่เมือง ที่เชื่อว่ามีผลต่อมลภาวะทางเสียงจากการจราจร เช่น กิจกรรมที่หลากหลายในพื้นที่ริมถนน บริบทกรุงเทพมหานคร ชนิดหรือลักษณะทรงพุ่มของพืชพรรณต่างๆ ลักษณะส่วนยื่นอื่นๆ เช่น ลักษณะป้าย เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ควรมีการศึกษาในพื้นที่เมืองอื่นๆ ที่น่าสนใจ นอกจากพื้นที่ริมถนน อันก่อให้เกิดผลกระทบต่อคนใช้พื้นที่ เช่น พื้นที่ค้าขายพาณิชยกรรม พื้นที่รอบรถไฟฟ้า หรือแม้แต่ในอาคารที่ทำให้เกิดการได้รับเสียงดังต่อเนื่อง 2-3 ชั่วโมงอย่างเช่น โรงหนัง โรงละคร เป็นต้น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มของมลภาวะทางเสียงที่รุนแรงเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ ปัจจัยเรื่องระยะเวลาก็มีความสำคัญ เนื่องจากอันตรายที่เกิดจากมลภาวะทางเสียงในพื้นที่เมืองระหว่างกลางวันและกลางคืนไม่เท่ากัน ในเวลากลางคืน ร่างกายต้องการพักผ่อน ทำให้สามารถรับเสียงดังได้เบากว่าตอนกลางวัน แต่ในงานวิจัยเป็นการศึกษาในช่วงกลางวัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเสียงดังที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืและการแก้ปัญหา

สุดท้าย ควรมีการศึกษาเครื่องมืออย่างง่ายที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง เช่น โทรศัพท์มือถือ ว่ามีความใกล้เคียงกับเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงที่ได้มาตรฐาน หรือไม่ เพื่อให้สามารถรายงานระดับเสียงดังของพื้นที่เมืองได้ง่ายขึ้น และตระหนักถึงอันตรายของมลภาวะทางเสียงมากขึ้น เนื่องจากการรับรู้ถึงอันตรายจากมลภาวะทางเสียงพื้นที่เมืองในปัจจุบัน เป็นไปได้ยาก

รายการอ้างอิง

acoustics, w. (2008). city ot vancouver noise control manual. Retrieved 2016 jan 20, from http://vancouver.ca/files/cov/noise-control-manual.pdf

Bruel & Kjaer CO., L. (1998). from http://www.bksv.com/

Cowan. (1994). *Noise Reduction Coefficient*: van nostrand reinhold:international thomson publishing company.

Egan. (1972). *Concepts in Architectural Acoustics*: McGraw-Hill, Inc. .

Kotzen, B. a. C. E. (1999). *Environmental Noise Barriers*. New York: Routledge.

Meriam, D. (2004). *The Complete Guide to Zoning*: McGrawHill.

Nelson. (1987). *transportation noise*. london: scientific ltd./butterworth.

PARIS, I. (2011). NOISE MAPS OF PARIS. Retrieved 2015 dec 22, from http://parisisinvisible.blogspot.com/2011/10/noise-maps-of-paris.html

roads, v. (1994). A Guide to the Reduction of Traffic Noise For use by Builders ,Designers & Residents. Retrieved 2015 Aug 10, from file:///C:/Users/Administrator/Downloads/AGuidetoReductionofTrafficNoise2003.PDF

Samson, S. K. G. K. (2013). sound effects. *an interdisciplinary journal of sound and sound experience*.

transportation, u. s. d. o. (1995). from www.transportation.gov

กรมควบคุมมลพิษ. การเพิ่มของระดับเสียงและการรับรู้เสียง. from http://www.pcd.go.th/

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี *2548-2549*. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี *2554*. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2556). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี *2555*. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2558). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2557. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. from http://www.deqp.go.th/home

โกศลกิตย์, ว. (2007). การปรับปรุงท่าอากาศยานดอนเมือง(อาคารที่พักผู้โดยสารภายในประเทศและพื้นที่ต่อขยาย.

จันทร์แก้ว, เ. (2541). เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: โครงการสหวิทยาการบันฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิลล์ กรุนวาลด์. (2558). ใช้"หูฟัง"ระวัง "หูหนวก".   Retrieved 20 ธันวาคม 2558, from http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1435039427

ตีวกุล, บ. (2546). บุญนาค ตีวกุล*, 2546, 47)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ประสานสุข, ส. (2551). มลพิษจากเสียงต่อสุขภาพกาย-จิต และการได้ยิน.   Retrieved 13 เมษายน 2559, from https://www.doctor.or.th/article/detail/5820

ปัญญาทรง, ท. (2552). แนวทางการออกแบบเพื่อพัฒนาทางเท้าในย่านพาณิชยกรรมอโศก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

พงศ์พิทย์ ดิษฐแก้ว, เอื้อมพร วีสมหมาย, & ณัฏฐ พิชกรรม. (2553). การใช้ไม้พุ่มตัดแต่งเพื่อลดมลภาวะทางเสียงสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม. วารสารวิจัยพืชเขตร้อน*, 1*(1), 76-86.

วิริยะ, บ. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชแห้งและเส้นใยแก้ว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์   มหาวิทยาลัย.

สวัสดิ์ โนนสูง, สุธีลา ตุลยะเสถียร, & และคณะ. (2007). ความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางเสียง. from http://www.sk-vp.com/skinfo1.html

สังข์ทอง, ด. (2549). แนวทางการปรับปรุงภูมิทัศน์ริมถนนและทางเท้า ถนนศรีนครินทร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

หิรัญวัฒน์ศิริ, ว. (2541). โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่งสะเทือนต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหาคร.

อ้นแฉ่ง, ร. (2554). มลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์   มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ริมถนนในเขตกรุงเทพมหานครปี 2549

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

จุดตรวจวัด	ระดับเสียง			จำนวนที่เกินมาตรฐาน
	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	
สถานี				
วงเวียน 22 ถ.สันติภาพ	78.5	72.9	71.0	329/329 (100)
สถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี ถ.อินทรพิทักษ์	77.7	72.0	71.0	365/365 (100)
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ถ.ลาดพร้าว	88.1	73.2	71.0	317/333 (95)
การเคหะชุมชนดินแดง ถ.ดินแดง	83.1	71.8	71.0	301/323 (93)
พาหุรัด ถ.ตรีเพชร	79.0	77.2	71.0	340/340 (100)
จุดตรวจวัดชั่วคราว				
ป้อมตำรวจเยาวราช ถ.เยาวราช	77.0	76.7	75.7	7/7 (100)
ป้อมตำรวจแม้นศรี ถ.บำรุงเมือง	81.7	80.6	77.0	7/7 (100)
ป้อมตำรวจสี่แยกเกษตร ถ.พหลโยธิน	77.1	76.7	76.3	9/9 (100)
ป้อมตำรวจสี่แยก ถ.อรุณอัมรินทร์-พรานนก	82.9	82.6	82.0	11/11 (100)
ป้อมตำรวจสามแยก ถ.สุขสวัสดิ์-ประชาอุทิศ	79.2	78.8	78.4	8/8 (100)
ป้อมตำรวจห้าแยกคลองเตย ถ.อาจณรงค์	82.8	81.4	79.1	7/7 (100)
สถานีตำรวจนครบาลพระโขนง ถ.สุขุมวิท ซอย 77	83.9	81.5	80.5	7/7 (100)
ป้อมตำรวจมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จฯ ถ.อิสรภาพ	78.2	78.0	77.8	4/4 (100)
ป้อมตำรวจสี่แยกมไหสวรรค์ ถ.ตากสิน	82.6	82.2	81.7	5/5 (100)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ.พระราม 6	77.0	76.7	76.2	7/7 (100)
ป้อมตำรวจสี่แยกลำสาลี ถ.รามคำแหง	75.3	74.5	73.7	7/7 (100)
ป้อมตำรวจสี่แยก อสมท. ถ.พระราม 9	77.5	76.9	76.0	6/6 (100)
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถ.วิภาวดี รังสิต	76.3	75.2	74.4	7/7 (100)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณจุดตรวจวัดชั่วคราว ในกรุงเทพมหานคร

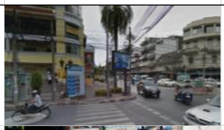
เปรียบเทียบ ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2549

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

จุดตรวจวัด	ระดับเสียง ปี 2554				ปี 2549		
	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	เฉลี่ย	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	
สถานี							
วงเวียน 22 ถ.สันติภาพ	74.2	70.2	68.1	204/341 (60)	72.9	329/329 (100)	ลด
สถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรี ถ.อินทรพิทักษ์	71.5	69.6	67.9	68/319 (21)	72.0	365/365 (100)	ลด
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ถ.ลาดพร้าว	72.7	71.5	70.7	325/325 (100)	73.2	317/333 (95)	ลด
การเคหะชุมชนดินแดง ถ.ดินแดง	80.9	72.4	71.2	344/344 (100)	71.8	301/323 (93)	เพิ่ม
พาหุรัด ถ.ตรีเพชร	86.8	75.1	56.4	261/314 (83)	77.2	340/340 (100)	ลด
จุดตรวจวัดชั่วคราว							
ป้อมตำรวจเยาวราช ถ.เยาวราช	77.6	77.3	76.6	7/7 (100)	76.7	7/7 (100)	เพิ่ม
ป้อมตำรวจแม้นศรี ถ.บำรุงเมือง	77.9	77.4	76.8	7/7 (100)	80.6	7/7 (100)	ลด
ป้อมตำรวจสี่แยกเกษตร ถ.พหลโยธิน	75.7	75.4	75.1	7/7 (100)	76.7	9/9 (100)	ลด
ป้อมตำรวจสี่แยก ถ.อรุณอัมรินทร์-พรานนก	78.6	78.1	77.6	7/7 (100)	82.6	11/11 (100)	ลด
ป้อมตำรวจสามแยก ถ.สุขสวัสดิ์-ประชาอุทิศ	79.4	78.8	78.0	7/7 (100)	78.8	8/8 (100)	เท่าเดิม
ป้อมตำรวจห้าแยกคลองเตย ถ.อาจณรงค์	75.6	75.2	74.1	7/7 (100)	81.4	7/7 (100)	ลด
สถานีตำรวจนครบาลพระโขนง ถ.สุขุมวิท ซอย 77	79.3	79.0	78.9	7/7 (100)	81.5	7/7 (100)	ลด
ป้อมตำรวจมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จฯ ถ.อิสรภาพ	76.7	76.4	75.7	7/7 (100)	78.0	4/4 (100)	ลด
ป้อมตำรวจสี่แยกมไหสวรรรค์ ถ.ตากสิน	80.3	80.0	79.0	7/7 (100)	82.2	5/5 (100)	ลด
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ.พระราม 6	73.9	73.4	73.0	7/7 (100)	76.7	7/7 (100)	ลด
ป้อมตำรวจสี่แยกลำสาลี ถ.รามคำแหง	76.8	76.7	76.3	7/7 (100)	74.5	7/7 (100)	เพิ่ม
ป้อมตำรวจสี่แยก อสมท. ถ.พระราม 9	75.2	75.0	74.4	7/7 (100)	76.9	6/6 (100)	ลด
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถ.วิภาวดี รังสิต	75.7	75.2	74.5	7/7 (100)	75.2	7/7 (100)	เท่าเดิม
ป้อมตำรวจสี่แยกสาธุประดิษฐ์ ถ.พระราม3	73.0	72.2	71.2	7/7 (100)			
กรมการขนส่งทางบก ถ.พหลโยธิน	71.0	70.3	69.9	6/7 (85.7)			
ป้อมตำรวจสี่แยกเกียกกาย ถ.สามเสน	83.7	72.8	69.9	6/7 (85.7)			
ป้อมตำรวจอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ร้านหนังสือดอกหญ้า	75.5	75.1	74.4	7/7 (100)			
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ถ.พระราม 4	73.5	73.1	72.8	7/7 (100)			
กรมอุตุนิยมวิทยา ถ.สุขุมวิท	76.9	76.6	75.9	7/7 (100)			
กรมป่าไม้ ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร	72.6	71.9	71.2	7/7 (100)			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น

พื้นที่	วัสดุ	สัดส่วน ระยะวัด	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย			เวลา
พาหุรัด ถนนตรีเพรช	วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ 59							
แยกพาหุรัด ถนนตรีเพชร	ริมถนน	0.5 ม.	72	79.7	75.9			13.30 น.
	หลังป้ายไวนิล	2 ม.	74	78	76.0			
หน้าอาคารขนาดใหญ่ ดิโอสยาม	ริมถนน	0.3 ม.	69.3	97.1	83.2			
	หลังพุ่มไม้ เตี้ย 50 ซม.	2 ม.	71.2	88.5	79.9			
หน้าอาคารดิโอสยาม ทางเดินหน้าบันได	ข้างล่างบันได หน้าอาคารกระจก	5 ม.	68	79.8	73.9			
	บนบันได 6 ขั้น หน้าอาคารกระจก	7 ม.	72.1	81.8	77.0			
หน้าอาคารดิโอสยาม ตู้เหล็กขนาด 2X3X2	ริมถนน	0.3 ม.	68.1	80.4	74.3			
	หลังตู้เหล็ก	3 ม.	75.2	75.8	75.5			
หน้าอาคารดิโอสยาม พุ่มไม้ 2X2ฐาน 1X1ข้าง	พุ่มไม้ 1.5 ม. ริมถนน	0.3 ม.	66	79.2	72.6			
	พุ่มไม้ 1.5 ม.หลังพุ่มไม้	3 ม.	71.3	74.9	73.1			
ฝั่งตรงข้ามดิโอสยาม ทางม้าลาย อาคารสูง 5	รั้วโปร่งระยะ 3 เมตร ไม่มีต้นไม้ภายในรั้ว	2 ม.	70.6	86.6	78.6			
	รั้วโปร่งระยะ 3 เมตร มีต้นไม้ภายในรั้ว	2 ม.	72.2	78.5	75.4			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาคารฝั่งไนติงเกล กำแพงถนน อาคาร 5 ชั้น	ประตูเหล็ก	2 ม.	74	82.3	78.2	
	กระจก	2 ม.	76.9	89.9	83.4	
	ประตูเหล็ก	2 ม.	70.3	84.9	77.6	
	กระจก	2 ม.	74.3	86.6	80.5	
อาคารฝั่งไนติงเกล กำแพงถนน อาคาร 5 ชั้น	ผนังกระจก เพดานสูง 3 ม.	2 ม.	77.1	85	81.1	
	ผนังกระจก เพดานสูง 2.5 ม.	2 ม.	74	86.4	80.2	
หน้าอาคารไนติงเกล สูง 7 ชั้น	ช่องทางเข้าอาคาร	2 ม.	74.8	83.8	79.3	
	หน้าอาคารกระจก	2 ม.	78.2	87.1	82.7	
หน้าอาคารไนติงเกล สูง 7 ชั้น	กระจก	2 ม.	78.3	87	82.7	
ข้างอาคารไนติงเกล	ปูนผนังขลุขละ	2 ม.	73.6	83.1	78.4	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้าเทคโน หน้าอาคารเว้าเข้า 10 ม.	พุ่มไม้ เตี้ย 0.5ม.ต้นไม้สูง รั้งโปร่ง ข้างล่างปู	0.3 ม.	71.8	88.6	80.2		
		5 ม.	73.9	83.2	78.6		
		5	72	80	76.0		
	ติดรั้ว	7	74.1	80.5	77.3		
	ติดรั้ว เว้นอาคารจากรั้ว 3 ม.	7	70.6	89.2	79.9		
	ติดรั้ว เว้นอาคารประมาณ 100 ม.ถัดรั้วเป็นพื้	7	70.3	84.6	77.5		
ฝั่งขายเสื้อผ้าพาหุรัด อาคารแถว 4 ชั้นหน้าอา	แยกพาหุรัด ริมถนน	0.3	72.5	83.4	78.0		
	แยกพาหุรัด หน้าอาคารเปิดหน้าร้านขายผ้า	5	74.4	81.1	77.8		
	ไม่มีขายของริมถนน	5	70	84.2	77.1		
	มีขายเสื้อผ้าริมถนน	5	73.5	84.8	79.2		
	ไม่มีขายของริมถนน	3	74.5	80.6	77.6		
	มีขายเสื้อผ้าริมถนน	3	76.2	78.5	77.4		
ซอยแคบ 1.5 เมตร	อาคารปูน สูง 3 ชั้นสองข้าง	2	69.1	81.9	75.5		
		5	71.4	77.5	74.5		2.45 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เยาวราช	วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ 59							
หน้าอาคาร 4 ชั้น ถนนเยาวราช	เพดานสูง 3 ม. กระจก	4	70.2	78.8	74.5			15.30 น.
	เพดานสูง 3 ม. ปูนเว้าเข้า	4	77.7	82.8	80.3			
หน้าธนาคารกสิกร อาคาร 4 ชั้น	กระจก	3	69.1	82.9	76.0			
	กระจกเว้าเข้า	3	66.7	82.7	74.7			
หน้าธนาคารกรุงไทย อาคาร 4 ชั้น	เพดานสูง 5 ม.กระจก	3	73.8	74.6	74.2			
	เพดานเตี้ย 3 ม. กระจก	3	72.3	83.3	77.8			
หน้าร้านค้า	กระจก	4	72.1	83	77.6			
	กระจกเว้าเข้า	4	74.4	83.3	78.9			
หน้าร้านทอง เพดานสูง 3.3	กระจก	4	74.3	83.3	78.8			
	ปูนเว้าเข้า	4	77.8	82.5	80.2			
ซอย วัดมังกร (ฝั่งสำเพ็ง)	ซอย 2.5 ม.	3	74.8	84.3	79.6			
ซอย วัดมังกร (ฝั่งคลองถม)	ซอย 12 ม.	3	76.7	80.5	78.6			16.10 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วงเวียน 22 ถนนสันติภาพ	วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ 58							
อาคาร 2 ชั้น	เหล็ก	3	69.8	83.7	76.8			16.25 น.
	กระจก	3	66.7	83.2	75.0			
อาคาร 3 ชั้น	ปูน	3	66.2	81.5	73.9			
บ้านเว้าเข้าไป 10 เมตร	รั้วไม้ 2.5 ม.	3	69.4	83.1	76.3			
อาคาร 3 ชั้น	เหล็กโปร่ง	3	64.1	81.1	72.6			
	หน้าอาคารเหล็ก ต้นไม้บังหน้าอาคาร	3	66.1	78.7	72.4			
หน้าอาคาร 3 ชั้น	ขายของ เปิดหน้าร้าน	4	63.4	78.9	71.2			
	กระจก เว้าเข้า	4	68.1	81.7	74.9			
	ขายของ เว้าเข้า เปิดหน้าร้าน	3	69.5	81.7	75.6			
	เหล็ก เว้าเข้า	3	65.2	77.6	71.4			
	ขายของ เว้าเข้า เปิดหน้าร้าน	5	59.3	81.2	70.3			
	เหล็ก เว้าเข้า	5	63.8	82.8	73.3			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซอย (ตรงข้าม) 5 ม. อาคาร 3 ชั้น	ข้างๆ ปูน	1	65.4	80.8	73.1			
		5	63.9	74.7	69.3			
		5	62.2	86.6	74.4			
		10	59.9	76.2	68.1			
ซอย (อีกซอยหนึ่ง) 5 ม. อาคาร 3 ชั้น	ข้างๆ ปูน	1	67.9	81.4	74.7			
		5	66.6	80.4	73.5			
		5	69.3	80.7	75.0			
		10	62.4	71.8	67.1			
อาคาร 3 ชั้น เว้นระยะจากถนน 10 ม.	กระจก	1	64	78.8	71.4			
		8	65.4	75.5	70.5			
อาคาร 3 ชั้น	กระจก เพดานสูง 3.5 ม.	3	71.8	75.5	73.7			
	เหล็ก ปูน เพดานสูง 4.5 ม.	3	68.9	82.4	75.7			
อาคาร 3 ชั้น	เหล็ก	3	67.6	80.3	74.0			
	ปูน	3	66.5	76.4	71.5			16.45น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วงเวียนใหญ่ ถนนอินทรพิทัก	วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ 58						
หน้าอาคาร ใต้สะพานลอย	ประตูเหล็ก	4	77.7	85	81.4		17.00 น.
	ประตูไม้	4	78.4	88.5	83.5		
หน้าอาคาร ใต้สะพานลอย	เหล็ก	3	82.6	90.1	86.4		
หน้าอาคาร ไม่มีสะพานลอย	เหล็ก	3	78	90	84.0		
หน้าร้าน มีแพงลอยเบาบาง	เปิดหน้าร้าน	7	79	82.3	80.7		
	ไม่เปิดหน้าร้าน เหล็ก	7	80.5	84	82.3		
หน้าร้าน กระจก เปิด	มีแผงลอย เปิดวิทยุ	3	78.9	89.3	84.1		
	ไม่มีแผงลอย	3	74	88.9	81.5		
หน้าร้านกระจก	แผงลอยขายเสื้อ	3	71.6	83.2	77.4		
	ไม่มีแผงลอยขายเสื้อ	3	66	83.2	74.6		
บริเวณ คลอง		0.5	70.7	89.7	80.2		
		5	71.2	83.2	77.2		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

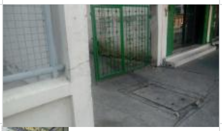
หน้าอาคาร	ประตูเหล็ก	5	73.7	98.2	86.0		
หน้าบ้านเว้นเข้า 20 เมตร	รั้วโปร่ง	5	71.6	100	85.8		
ช่องว่างระหว่างกำแพงถนน หน้าอาคารเว้าเข้า	ป้าย ปูน	5	78.1	86.7	82.4		
	ว่าง	5	72.7	84.3	78.5		
หน้าอาคาร	เหล็ก เพดานสูง 2 ม.	5	76.6	88	82.3		
	ปูน เพดานสูง 5 ม.	5	78.1	84	81.1		
ช่องว่างระหว่างกำแพงถนน 10 ม. อาคาร 2 ชั้	โล่ง	5	69	78	73.5		
รั้ว	ปูน	5	72	83.4	77.7		
ช่องว่างระหว่างกำแพงถนน 10 ม. อาคาร 2 ชั้	โล่ง	5	75.7	88.2	82.0	เว	
	โล่ง	10	70.6	84.1	77.4		
ปั๊ม	โล่ง	5	76.4	80.7	78.6		
		10	70.2	89.6	79.9	มีเสียงรบกวน	

พุ่มไม้หน้าคอนโด	หน้าพุ่มไม้	5	73	84.8	78.9			
	หลังพุ่มไม้	6	75.4	86.9	81.2			
	หน้าพุ่มไม้	5	70	80	75.0			
	หลังพุ่มไม้	6	72.2	82.6	77.4			
	ริมถนน	0.3	71	87	79.0			
	ติดพุ่มไม้	5	70.8	88.8	79.8			
หน้าอาคาร	เปิดหน้าร้าน	5	73.2	87.5	80.4			
หน้าคอนโด	โล่ง	5	76.6	89.7	83.2			
ช่องว่างระหว่างอาคารแถว	ระยะกำแพงถนน โล่ง	5	76	89	82.5			
	เว้าเข้าติดกำแพงปูน	10	71.5	77.7	74.6			18.00 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถนนอรุณอัมรินทร์ขพลานนก	วันอาทิตย์ ที่ 14 กุมภาพันธ์ 59							
หน้าอาคาร 2 ชั้น	ประตูเหล็กโปร่ง	2	79.9	84.8	82.4			15.00 น.
	ประตูเหล็กทึบ	2	72.7	90.1	81.4			
หน้าอาคาร 2 ชั้น	กระจกทึบ	1.5	71.3	93.6	82.5			
	เปิดหน้าร้าน กระจก	1.5	72.5	86.6	79.6			
หน้าอาคาร 3 ชั้น	เปิดหน้าร้าน ขายของ	1.5	76	94.8	85.4			
ไม่มีอาคาร ริมน้ำ	รั้วปูน ริมสะพาน สูง 1 ม.	0.5	75	75.7	75.4			
หน้าอาคาร 4 ชั้น	กระจกขุ่น บนบันได 3 ชั้น	4	61.9	89.1	75.5			
ไม่มีอาคาร ประตูเข้าบ้าน 4 ม.	เหล็กทึบ	2	65.3	70.3	67.8			
หน้าอาคาร 4 ชั้น	กระจกขุ่น บนบันได 3 ชั้น	4	67.4	86	76.7			
	กระจกขุ่น ข้างล่างบันได	1	70.8	72.1	71.5			
หน้าอาคาร 2 ชั้น	ผนังกระจก	2	72	85.7	78.9			
ช่องว่างระหว่างอาคาร 7 เมตร	รั้วเหล็กทึบ 1.8 เมตร	2	62.2	80.1	71.2			

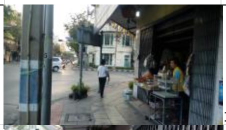
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้าอาคาร 2 ชั้น	เหล็กทึบ	2	69.5	83.8	76.7	
ช่องว่างระหว่างอาคาร 6 เมตร	อลูมิเนียมทึบ 1.5 ม. ข้างบนโปร่ง	2	72.4	89.5	81.0	
หน้าอาคาร 2 ชั้น	ประตูเหล็ก	2	69	96.6	82.8	
	ประตูไม้	2	74	81.4	77.7	
หน้าสำนักงาน อาคาร4 ชั้น ห่างเข้าไป 10 ม.	รั้ว ปูนทึบ	2	73.9	89	81.5	
	รั้วปูน 1.5 ม. ขึ้นไปเป็นเหล็กโปร่ง	2	76.4	89.3	82.9	
	รั้วปูน 1.5 ม. ขึ้นไปเป็นเหล็กโปร่ง	2	69.3	87.1	78.2	
	ประตู เหล็กโปร่ง	2	72.4	99.6	86.0	
ช่องว่าง 10 ม.ระหว่างอาคาร 7 ชั้น	ที่โล่ง	1	68.4	72.1	70.3	
		15	60	76	68.0	
ช่องว่าง 6 ม. ระหว่างอาคาร 4 ชั้น		2.5	68.2	88	78.1	
		5	69.2	90	79.6	
		5	65.8	71.6	68.7	
		10	64.9	69.2	67.1	

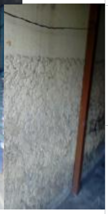
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บ้านเดี่ยว	ประตูไม้ 2 ม.	2	64.2	79.3	71.8			
	รั้วปูนทึบ 2 ม.	2	69.4	83.2	76.3			
หน้าอาคาร 4 ชั้น ประตูเหล็ก	หลังตู้โทรศัพท์	1	65	77.4	71.2			
	หน้าตู้โทรศัพท์	2	70.3	88.1	79.2			
หน้าอาคาร 4 ชั้น	เปิดหน้าร้านขายของ มีกันสาดยาวถึงถนน	2	67	79.3	73.2			
	ปิดหน้าร้าน	2	72.4	82.4	77.4			
ช่องว่างระหว่างอาคาร 3 ม. อาคาร 2 กับ 3 ชั้น	โล่ง	2	62.4	83.1	72.8			
		10	61.2	82	71.6			
ช่องว่างระหว่างอาคาร 6 ม. อาคาร 1 กับ 3 ชั้น	โล่ง มีขายของข้างๆ	2	69.4	76	72.7			
		5	60	78.9	69.5			
หน้าอาคารปูน	เพดาน ต่ำ 2.5 ม.	2	68.9	77.8	73.4			
	เพดาน สูง 3 ม.	2	78.7	81	79.9			16.30 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถนน บำรุงเมือง แยกแม่นศรี	วันอาทิตย์ ที่ 14 กุมภาพันธ์ 59							
แยกประปาแม้นศรี	เปิดหน้าร้านขายของ	2	62.2	86.8	74.5			17.30 น.
	ประตูเหล็ก	2	79.8	87.6	83.7			
หน้าฝั่งประปาแม้นศรี อาคารกลม	อาคารปูน สูง 2 ชั้น ไม่มีชายคา	2	71.5	86.9	79.2			
หน้าอาคารฝั่งตรงข้ามประปาแม้นศรี	ประตูเหล็ก	2	75.1	89	82.1			
หน้าฝั่งประปาแม้นศรี อาคารเหลี่ยม	ข้างๆอาคาร สูง 2 ชั้น ไม่มีชายคา	2	67.6	83	75.3			
หน้าอาคารฝั่งตรงข้ามประปาแม้นศรี	อาคารปูน มีป้ายไวนิลปิด	2	70	87	78.5			
อาคาร 2 ชั้น	ประตูเหล็ก	2	67.2	78.5	72.9			
	ประตูไม้	2	70	83.8	76.9			
หน้าอาคารฝั่งตรงข้ามประปาแม้นศรี	ประตูไม้	2	74.6	87	80.8			
ช่องหว่าง 6 ม.ระหว่างอาคาร	โล่ง	2	77.9	87	82.5			
	โล่ง	2	64.4	74.4	69.4			
		5	68.5	72	70.3			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ช่องว่างระหว่างอาคาร	รั้วสังกะสี สูง 5 ม.	2	65.6	81.2	73.4	
หน้าอาคาร 2 ชั้น	ประตูเหล็ก	2	71.2	78.2	74.7	
ช่องว่าง 3 ม. ระหว่างอาคาร 2 ชั้น มีอาคาร 1	มีกันสาด 1 ด้าน	2	70.6	76.4	73.5	
		5	64.6	73.2	68.9	
ช่องว่างระหว่างอาคาร 3 ม.	ผนังปูนขลุขละ มีหลังคามุง 3 ม.	2	66.7	79.5	73.1	
		10	62.4	77.1	69.8	
หน้าอาคาร	ประตูอะลูมิเนียมทึบ	2	64.3	84.6	74.5	
	ประตูเหล็กโปร่ง เว้าเข้า 40 ซม.ทึบ	2	62.1	80.3	71.2	
หน้าอาคาร 2 ชั้น	ประตูเหล็กไม่มีเพดาน	2	70.5	88.1	79.3	
	ประตูเหล็ก มีเพดาน	2	68.8	83.5	76.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อนุสาวรีย์ชัย	วันอาทิตย์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 59							
พื้นที่รอรถ	หน้าป้ายอลูมิเนียม	5	74.5	80	77.3			13.15 น.
	หน้าที่ว่างกระถางต้นไม้ ขั้น โปร่ง	5	79.5	84.9	82.2			
ช่องว่างระหว่างร้านขายของ		5	77	83.3	80.2			
		10	80	81.9	81.0			
ช่องว่างระหว่างร้านขายของ ป้ายรถเมล์ ด้านใ	ทางเดินตรงกลาง 2 ม.ช่องว่าง	15	73.8	76.6	75.2			
	ทางเดินตรงกลาง 2 ม.หน้าร้าน	15	69	72.4	70.7			
บริเวณป้ายรถเมล์	หน้าป้ายรถเมล์ กระจก มีหลังคา 3 เมตร	5	73	80.7	76.9			
	หลังป้ายรถเมล์ หน้าร้านห่างออกไป 3 เมตร	6	77.8	82.5	80.2			
อีกป้าย	หน้า	5	69.9	79.9	74.9			
	หลัง	6	73.3	82.5	77.9			
อีกป้าย	หน้า	5	79.3	84.6	82.0			
	หลัง	6	73.9	83.3	78.6			
ร้านขายอาหารริมทางถนน มีองค์ประกอบอื่นร่	ก่อน ริมถนน	1	66.8	83.4	75.1			
	หลัง ร้านอาหาร	5	71.7	79.1	75.4			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริเวณลานสาธารณะ ริมถนน	หน้าอาคาร เว้นไป 30 ม. ลางมีต้นไม้สูง มีที่	15	68.8	73.7	71.3		
ก่อน บริเวณลานสาธารธะริมถนน	หน้าร้านที่เว้นเข้าไป 7ม. หลังป้ายรถเมล์	5	76.6	86	81.3		
หน้าอาคาร	ขายของติดถนน หน้าร้านกระจก	5	72.6	80.4	76.5		
	ไม่มีร้านติดถนน หน้าร้านเปิดโล่ง	5	78.4	86.4	82.4		
	ขายของติดถนน หน้าร้านกระจก	5	71.9	76	74.0	อยู่ใกล้แยกมากกว่า เสียงรับได้เต็มๆ	
	ขายของติดถนน หน้าร้านเปิดโล่ง	5	75.1	80.1	77.6		
บริเวณขายเสื้อผ้าหนาแน่น	ริมถนน	1	66.8	83.4	75.1		
	พื้นที่ขายเสื้อผ้า	7	73.9	76.1	75.0		
พื้นที่สาธารณะขนาดใหญ่ ใต้รถไฟฟ้า หน้าอา	ลานเปิดโล่ง	15	73.7	79.9	76.8		
	หลังป้อมที่เป็นตู้	15	78	90.1	84.1		
	ลานโล่ง	10	72	90	81.0		
	หน้าร้าน	25	76.7	89	82.9		
ลานโครงขึงผ้าใบ ขนาดใหญ่	โล่ง	25	74.6	78.2	76.4		
		90	66.6	69.8	68.2		13.50 น.

สุขุมวิท 77 บีทีเอส อ่อนนุช	วันอาทิตย์ ที่ 16 กุมภาพันธ์ 59								
ใต้บีทีเอส คอนโด ห่างเข้าไป 30 ม.	รั้ว พุ่มไม้เตี้ย 1.5 ม. โล่ง	1	73.5	89.9	81.7			14.35 น.
		5	76.1	98.1	87.1			
รั้ว	กำแพงอิฐ 2 ม.	5	74.7	88.3	81.5			
หน้าอาคาร	กระจก	5	79.2	98.5	88.9			
รั้ว	อิฐ	5	68.9	79.1	74.0			
	ไม้พุ่ม หน้ารั้วอิฐ	5	77.4	82.2	79.8			
	ประตูเหล็ก	5	75.6	88.2	81.9			
	ไม้พุ่ม หน้ารั้วอิฐ	5	70.1	85	77.6			
หน้าอาคาร เพดานสูง 3.5	กระจก	5	72.8	80.7	76.8			
	หินอ่อน	5	77.6	84.2	80.9			
หน้าอาคาร	กระจก เพดานสูง 3 ม.	5	71.2	84.9	78.1			
หน้ารั้วคอนโด	ไม้พุ่ม หน้ารั้วอิฐ	5	72.9	85.4	79.2			
หน้าคอนโด หน้าอาคารห่างไป 50 ซม.	รั้ว พุ่มไม้เตี้ย 2 ม. โล่ง	5	72	85	78.5			
	ประตูคอนโด โปร่ง	5	76.5	85.7	81.1			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้าคอนโด หน้าอาคารห่างไป 50 ซม.	ทางเข้า โล่ง	5	71.9	85.3	78.6	
	ประตูป้อมยาม ปูน	5	75.8	86.7	81.3	
หน้าอาคารแถว ริมถนน	กระจก ข้างล่าง	5	70.2	85	77.6	
	กระจก ข้างบน บันได 3 ชั้น	5	79.3	90.1	84.7	
หน้าสถานีดับเพลิง	กำแพงปูน	5	68.7	86.3	77.5	
	ลานโล่ง	5	76.5	88.8	82.7	
หน้าสถานีตำรวจ หน้าอาคารเข้าไป 10 ม.	ลานโล่ง	10	73.6	88.7	81.2	
	รั้วเตี้ย1 ม.	5	69.9	87.1	78.5	
บริเวณ ตลาดริมถนน	ขายของติดถนน มีผ้าใบคลุมด้านบน มีช่องอ	5	73.9	79.8	76.9	
	ขายของติดถนน มีผ้าใบคลุมด้านบน ไม่มีช่อ	5	77.6	81.2	79.4	
หน้าอาคาร 5 ชั้น	กระจก เพดานสูง 3.5 ม.	5	73.2	79.2	76.2	
	กระจก เพดานสูง 2.5 ม.	5	76.3	89.2	82.8	
หน้าอาคาร 5 ชั้น	อาคารเปิดโล่ง มีต้นไม้กระถาง	2	70	76.6	73.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ช่องว่างระหว่างอาคาร	ขายของกิน	2	72.3	78.8	75.6		
หน้าคอนโด หน้าอาคารห่างไป 30 ซม.	รั้วอิฐ	5	69.7	82.3	76.0		
	บ่อหน้ำ ไม้พุ่ม	5	76	87.3	81.7		
	บ่อหน้ำ ไม้พุ่ม	5	74.3	89.3	81.8		
	หน้าทางเข้า เปิดโล่ง	5	77.7	90	83.9		
หน้าอาคาร ซั้งลง 40 ซม.	กระจก ริมถนน	3	70.5	97.5	84.0		
	กระจก	7	66.3	88.2	77.3		17.00 น.

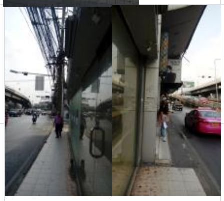
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แยกลำสาลี ถนนรามคำแหง	วันพุธ ที่ 17 กุมภาพันธ์ 59						
บริเวณแยก มีสวน	ริมถนน	3	67.9	87.5	77.7		9.00 น.
	ภายในสวน มีไม้พุ่ม ประมาณ 2 ม.	7	71.8	78.6	75.2		
หน้าอาคาร	ร้านอาหารร่นเข้า 3 ม. ไม่มีชายคา มีขอบกั้น	1	70.7	82	76.4		
	หน้าอาคารกระจก	1	79.6	87.5	83.6		
หน้าอาคาร 3 ชั้น ชายคายื่นติดถนน	เหล็ก	1	79.1	89.9	84.5		
	กระจก	1	74.8	85.6	80.2		
หน้าอาคาร 3 ชั้น ชายคายื่นติดถนน	เหล็ก	1	73.2	82.5	77.9		
หน้าอาคาร 1 ชั้น	เหล็กเว้าเข้า มีกันสาด	3	76.9	85.3	81.1		
หน้าอาคาร 1 ชั้น	เหล็กเว้าเข้า มีกันสาด	3	71.9	84.3	78.1		
หน้าอาคาร 1 ชั้น	เหล็ก ทึบ ไม่มีกันสาด	2	77.3	89.2	83.3		
หน้าอาคาร 1 ชั้น	เหล็ก ทึบ ไม่มีกันสาด	2	72.7	79.6	76.2		
	เปิดหน้าร้าน กระจก ไม่มีกันสาด	2	77.2	83.3	80.3		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่องว่าง 6 ม.ระหว่างอาคาร 1 กับ 4 ชั้น	ริมถนน	1	69.6	85.1	77.4	
		10	68.4	77.4	72.9	
หน้าอาคาร	กระจก	0.1	76	78.9	77.5	
	กระจก พื้นยกระดับ ขึ้น 30 ซม	1	78.3	83.3	80.8	
	กระจก พื้นยกระดับ ขึ้น 30 ซม	1	74.4	86.8	80.6	
	กระจก พื้นยกระดับ จาก 30 ซม. อีก 50 ซม.	1.5	78.1	84.7	81.4	
หน้าอาคาร เพดานสูง 3 ม.	ชายคายื่น 2 ม.	3	70.1	82.9	76.5	
	ชายคายื่น 3 ม.	3	75.2	86.7	81.0	
หน้าอาคาร	เหล็ก พื้นไม่ยกระดับ	3	77	85.5	81.3	
	เหล็ก พื้นยกระดับ 50 ซม.	3	75.8	90.1	83.0	
ช่องว่าง 7 ม. ระหว่างอาคาร 3 ชั้น	ริมถนน	1	69	89.2	79.1	
		10	72.2	89.1	80.7	
หน้าอาคารกระจกติดสติกเกอร์	กระจกติดสติกเกอร์	1	72.5	86.5	79.5	
	คลอง 6 ม. โล่ง	1	76.7	87.5	82.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้าอาคาร เพดานสูง 30 ซม. ชายคายื่น ติอก	เหล็ก	1	68.9	80.4	74.7	
	เหล็ก เว้าเข้า 0.6 ซม.	1	73.8	85.3	79.6	
ช่องว่างระหว่างอาคาร 3 กับ 4 ชั้น 12 ม.	ริมถนน	1	71.6	86.8	79.2	
		10	73.1	83.2	78.2	
หน้าอาคาร เพดานสูง 3 ม.	เหล็ก	2	71.2	84.5	77.9	
	เหล็กเว้าเข้า 5 เมตร	5	74.7	89.8	82.3	
หน้าอาคารฝั่งตรงข้าม หน้าอาคาร 4 ชั้น	กระจก	5	74.2	83.3	78.8	
		1	77.8	86.6	82.2	
หน้า คอนโด อาคารเข้าไป 100 ม.		5	64.7	82.8	73.8	
		10	69.2	81.8	75.5	
หน้าอาคาร	กระจก ไม่มีชายคา	1	74	83.6	78.8	
	เหล็ก มีชายคาแต่เว้าขึ้น	1	79.2	87.4	83.3	
	เหล็ก มีชายคาแต่เว้าขึ้น	1	71	81.3	76.2	
	เหล็ก มีชายคาลงมาประมาณ 2 ม.	1	77.5	84.5	81.0	

	หน้าอาคารเหล็กทึบ		2	72.9	97.5	85.2			
	หน้าอาคารเหล็กโปร่ง เว้าเข้า 0.4ม.ทึบ		2	76.7	89.9	83.3			
	หน้าร้าน เปิดขายของ		3	69	75.1	72.1			
	หน้าร้าน เหล็กทึบ		3	76.5	80.9	78.7			10.30 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถนน ลาดพร้าว (โชคชัย 4)	วันพุธ ที่ 17 กุมภาพันธ์ 59							
หน้าอาคาร ชายคา 1.5 ม.	กระจก	5	71.9	82	77.0			11.00 น.
	อิฐ	5	76.2	87.9	82.1			
หน้าอาคาร	กระจก ชายคายื่น 2 ม.	6	74.2	87.5	80.9			
	กระจกชายคายื่น 4 ม.	6	69.3	84.4	76.9			
หน้าอาคาร	เหล็ก กันสาด	5	70.7	89.2	80.0			
	เหล็ก ไม่มีกันสาด	5	66	84.7	75.4			
หน้าอาคาร	เหล็ก เว้าเข้า 30 ซม. มีชายคา	5	76.8	80.3	78.6			
	เหล็ก ไม่เว้าเข้า มีชายคา	5	81.2	84.5	82.9			
	กระจก	5	77.1	90.1	83.6			
	เหล็ก ข้างหน้ามีต้นไม้กระถาง ระดับ 1.8 ม.	5	73.8	86.6	80.2			
หน้าอาคาร 1 ชั้น	ผนังปูน	5	81	84.7	82.9			
ร้านขายของริมถนน	เปิดโล่ง มีหลังคา	5	74.4	84.4	79.4			

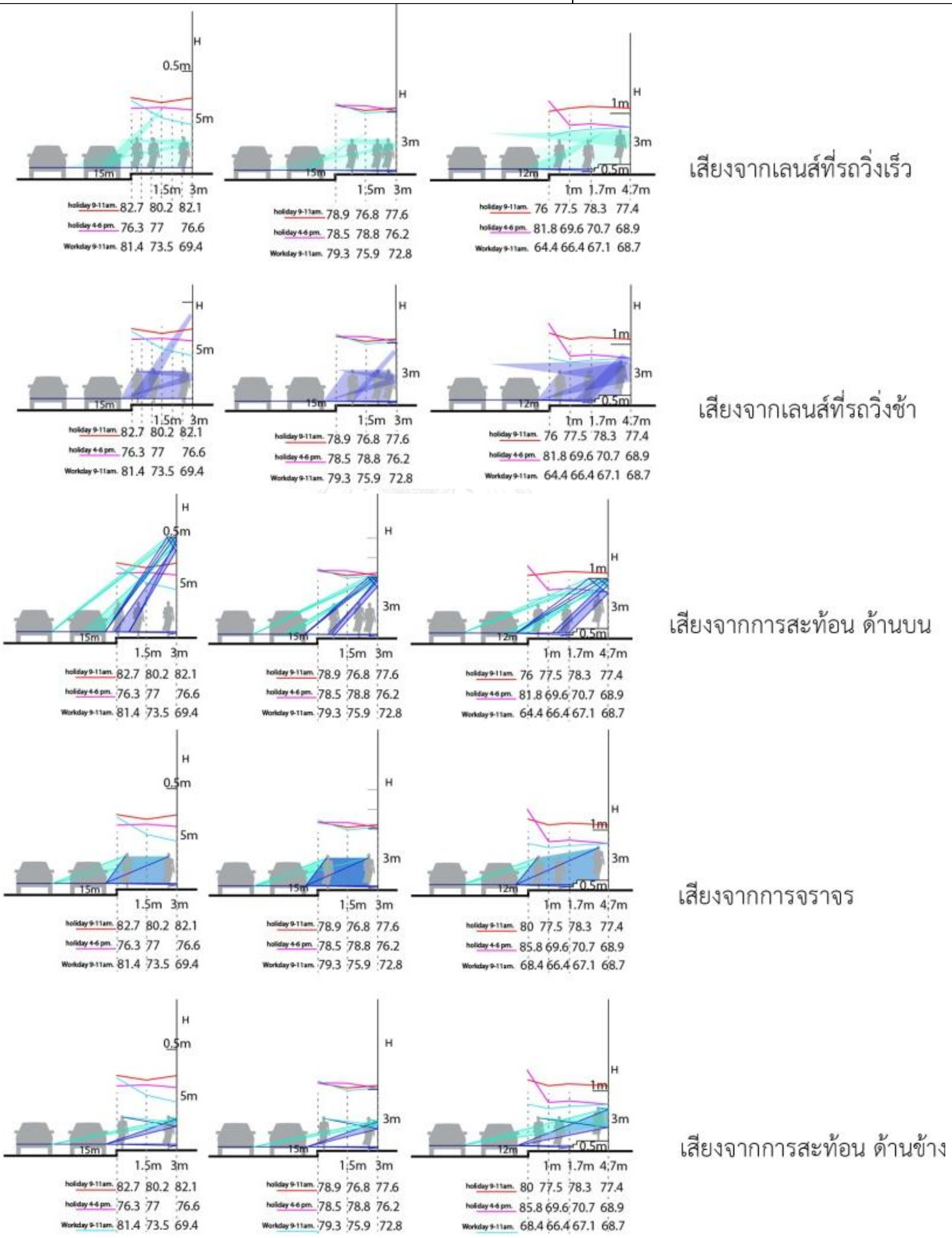
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

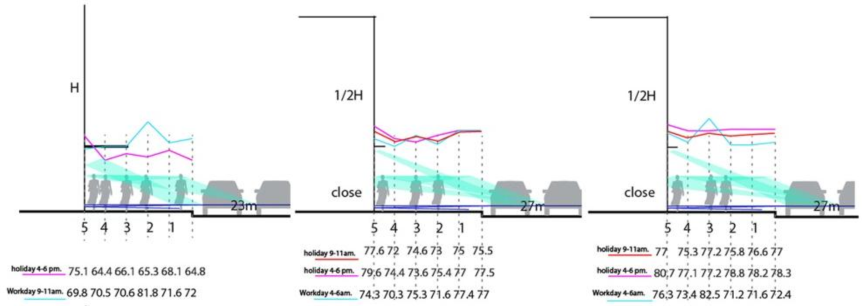
ช่องว่างระหว่างอาคาร4 ชั้น 7 ม.	ริมถนน	1	69.1	81.1	75.1			
		10	71.4	76.8	74.1			
อาคาร	หน้าอาคารเปิดโล่งขายเฟอร์ฯ ชายคายื่น 1 ม	2	72.6	79.9	76.3			
	ผนังเหล็ก	2	79.7	87	83.4			11.45 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

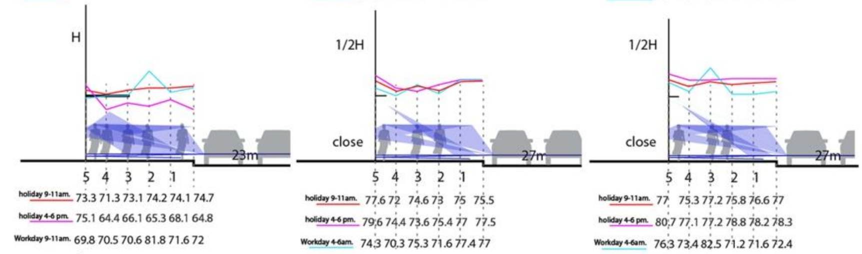
การตรวจวัดระดับเสียงจริง

ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร	
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร และ ความสูง เทียบเท่าชั้น 1 ของอาคาร

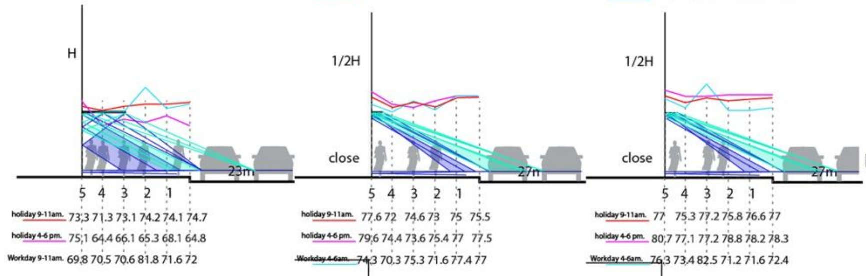




เสียงจากเลนส์ที่รถวิ่งเร็ว

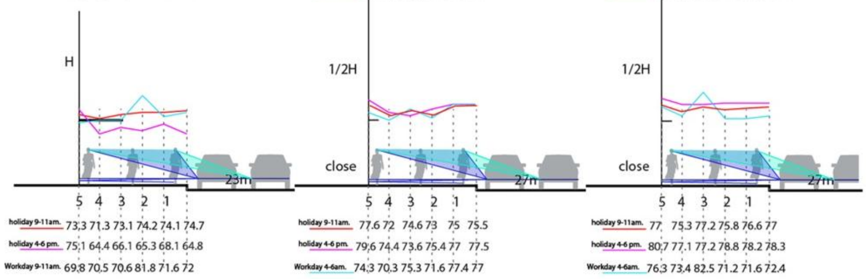


เสียงจากเลนส์ที่รถวิ่งช้า

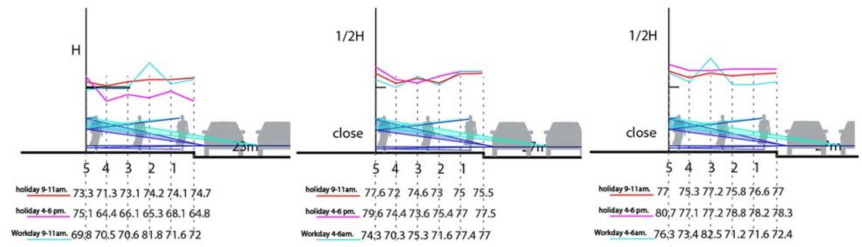


เสียงจากการสะท้อน

ด้านบน



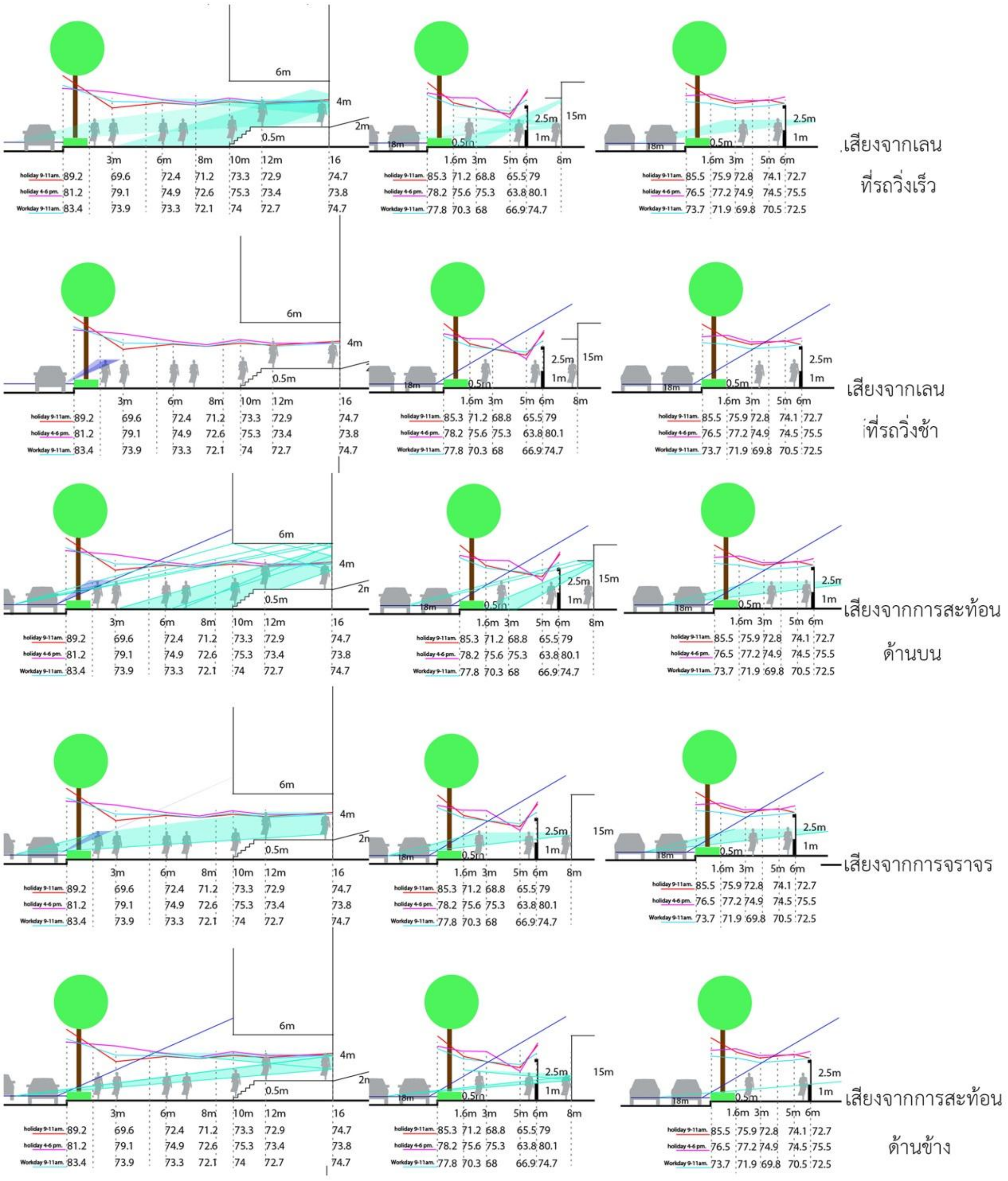
เสียงจากการจราจร

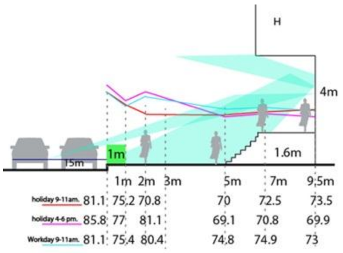


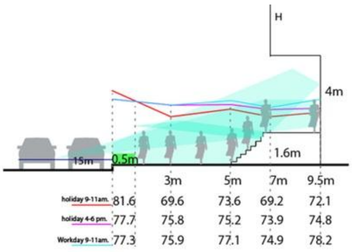
เสียงจากการสะท้อน

ด้านข้าง

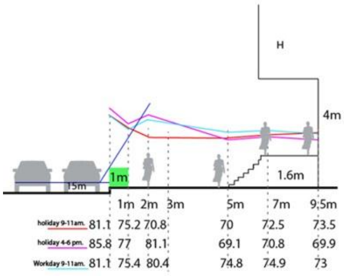
ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร	
ไม้พุ่ม	ลดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง

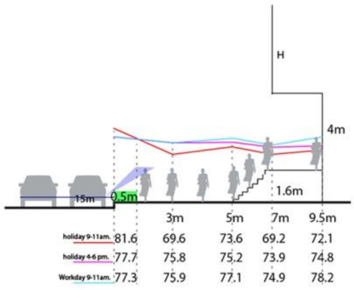




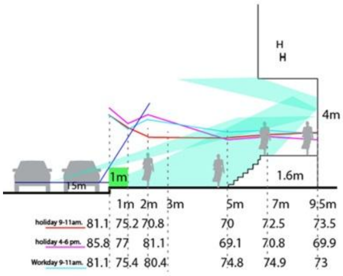


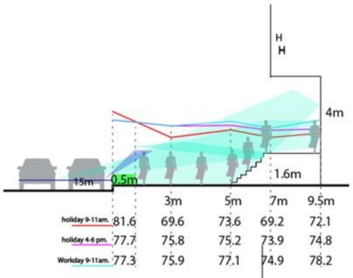
เสียงจากเลนส์ที่รถวิ่งเร็ว

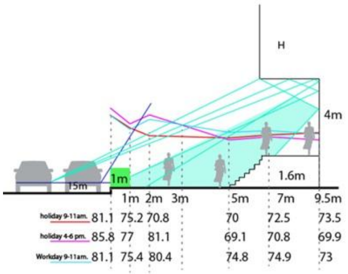


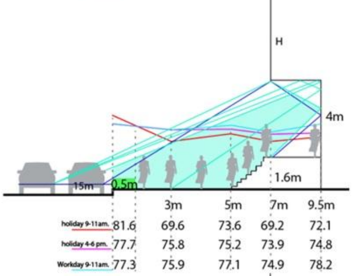


เสียงจากเลนส์ที่รถวิ่งช้า

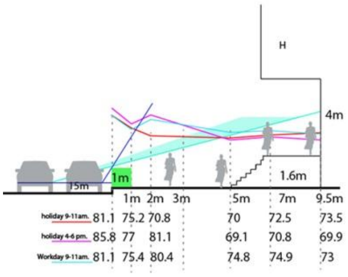


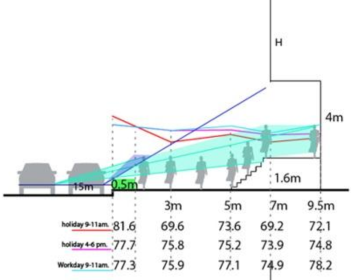




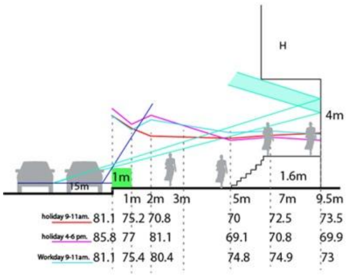


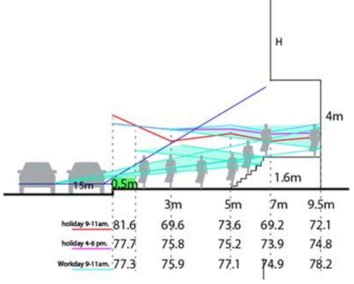
เสียงจากการสะท้อน ด้านบน





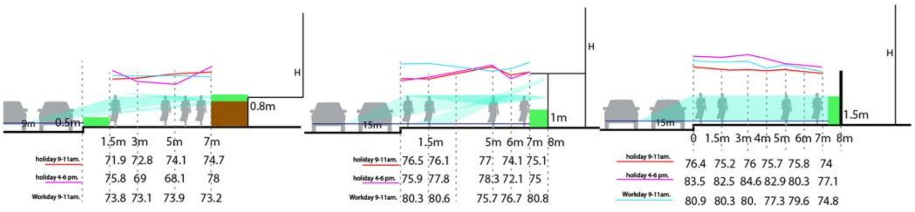
เสียงจากการจราจร



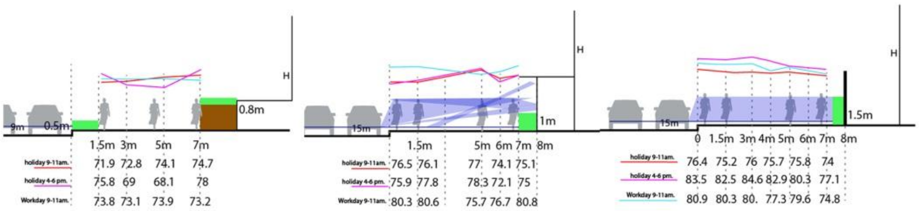


เสียงจากการสะท้อน ด้านข้าง

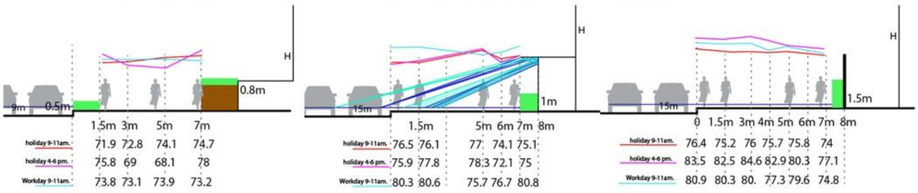
ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร	
ไม้พุ่ม	ลดเสียงจากการสะท้อนกลับของผนังกำแพง



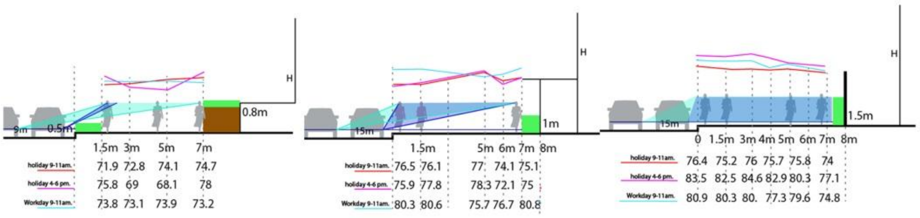
เสียงจากเลน
ที่รถวิ่งเร็ว



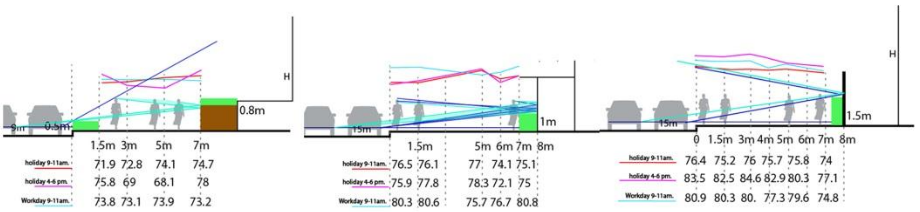
เสียงจากเลน
ที่รถวิ่งช้า



เสียงจากการสะท้อน
ด้านบน

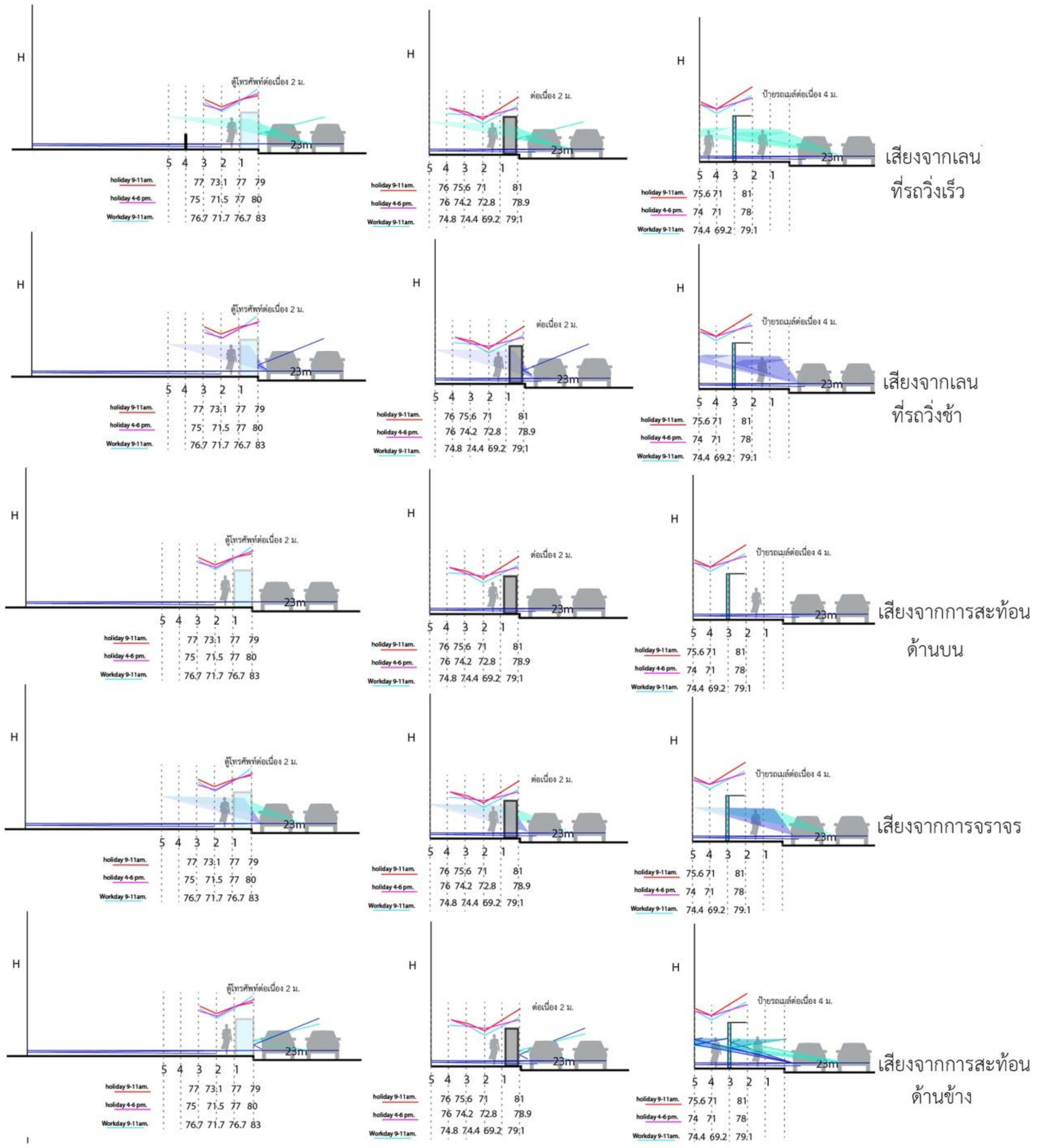


เสียงจากการจราจร

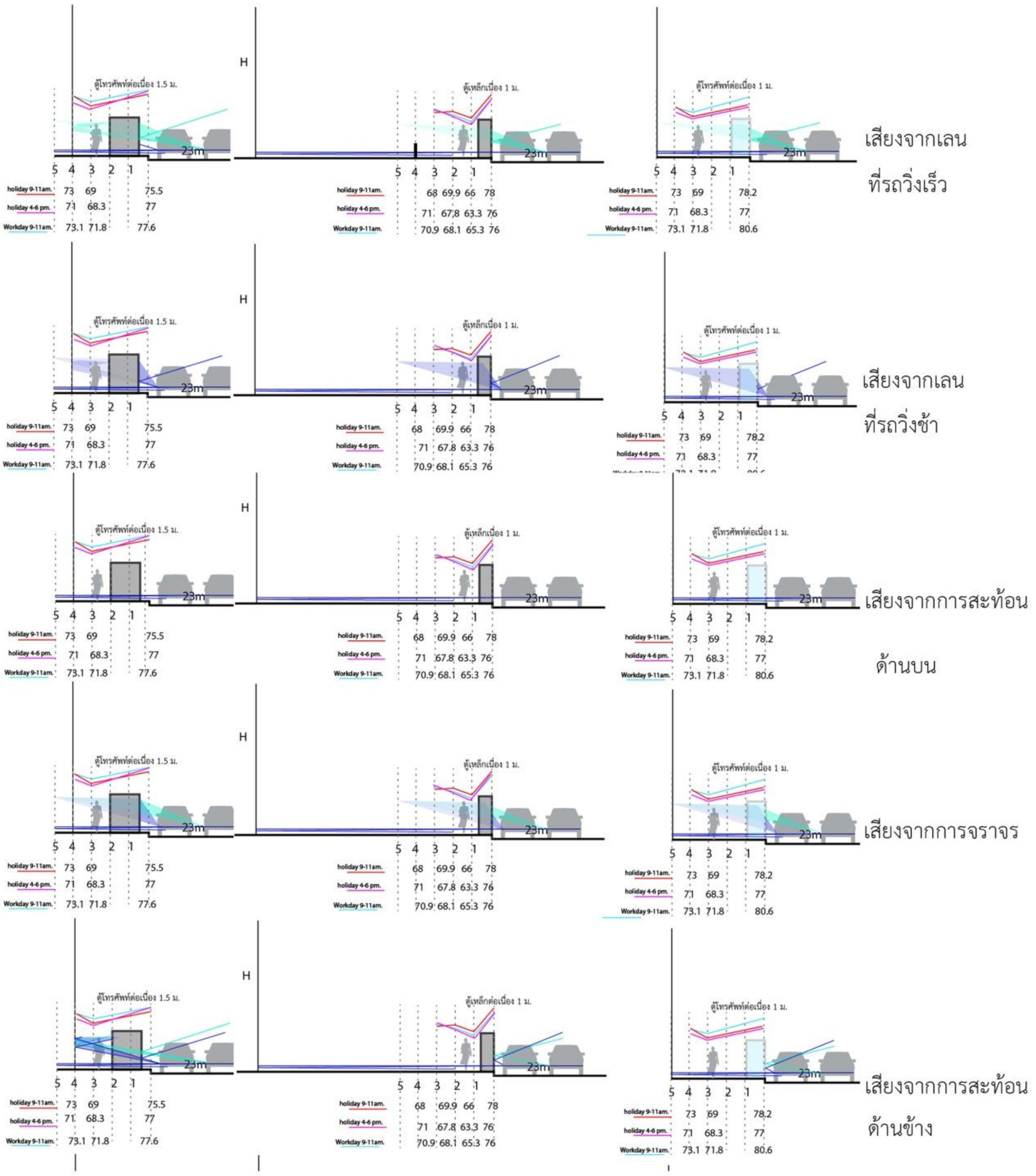


เสียงจากการสะท้อน
ด้านข้าง

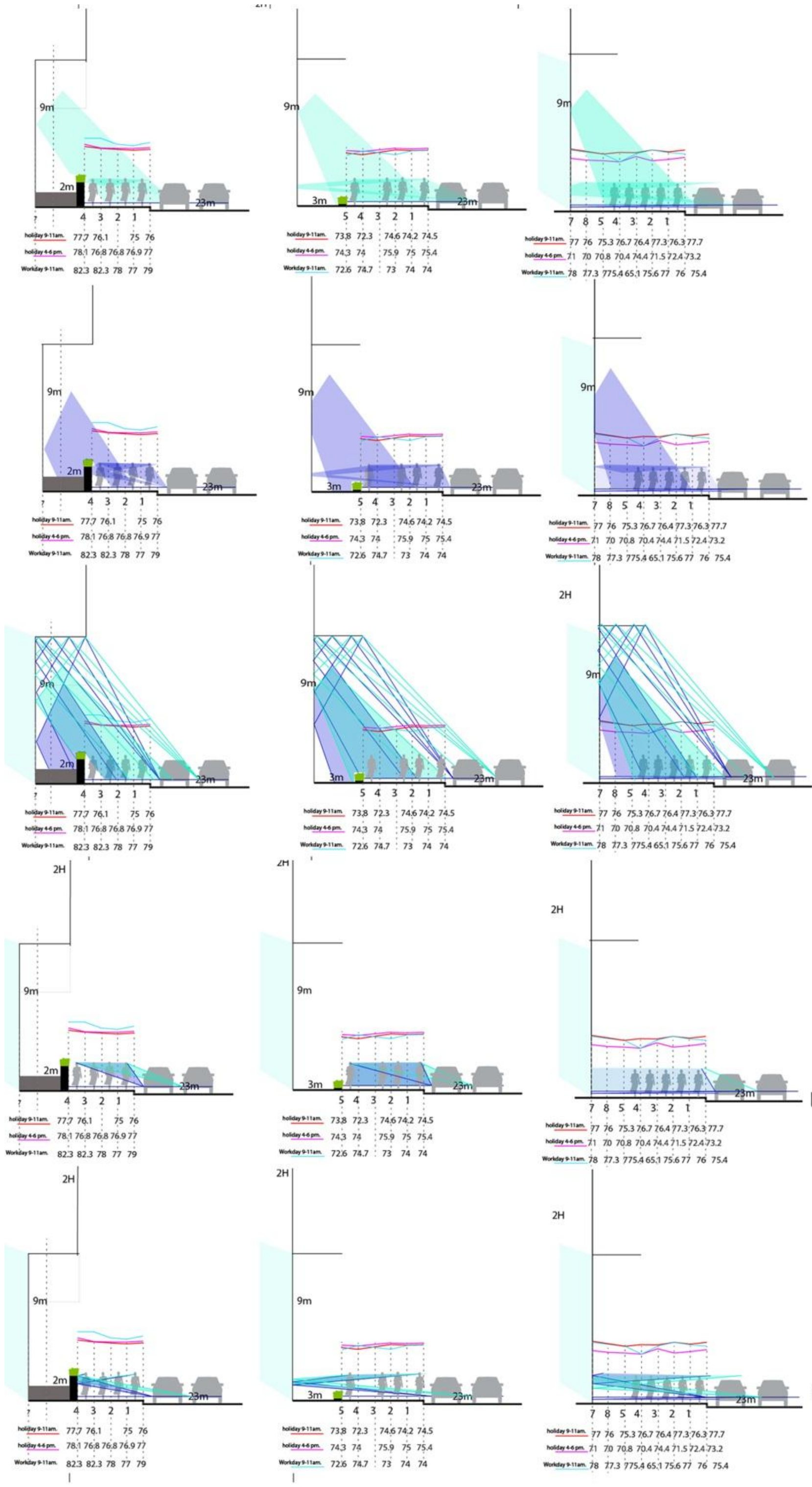
ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร	
อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ	มีความต่อเนื่อง 2 เมตรขึ้นไป



ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร	
อุปกรณ์ประกอบถนนอื่นๆ	มีความต่อเนื่อง น้อยกว่า 2 เมตร



ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตร ขึ้นไป	
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 3 ของอาคาร



เสียงจากเลนที่รถวิ่งเร็ว

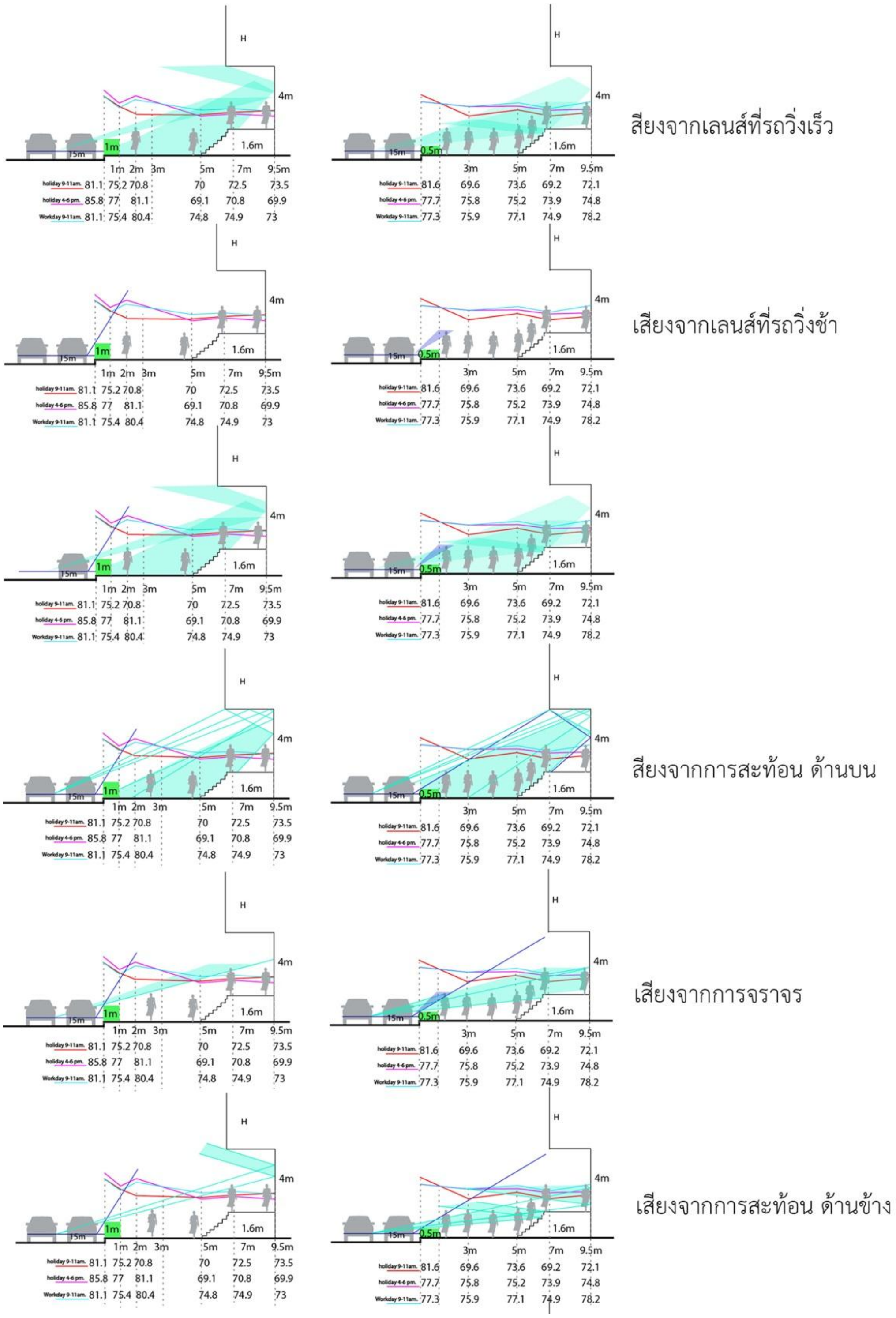
เสียงจากเลนที่รถวิ่งช้า

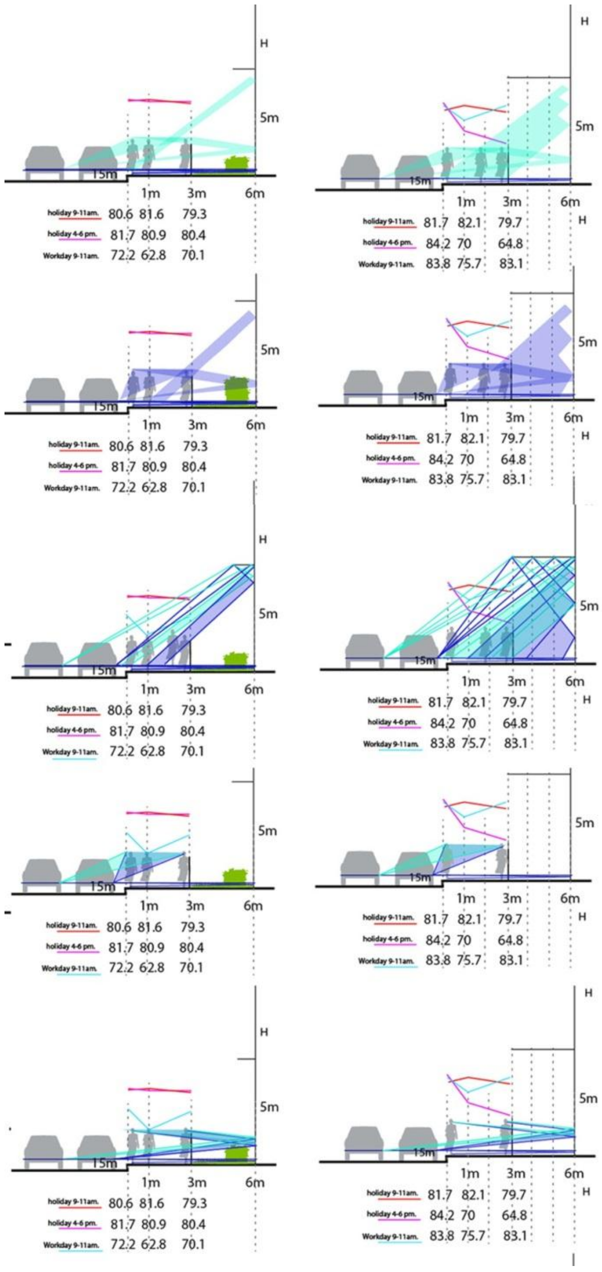
เสียงจากการสะท้อนด้านบน

เสียงจากการจราจร

เสียงจากการสะท้อนด้านข้าง

ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตร ขึ้นไป	
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 2 ของอาคาร





สียงจากเลน
ที่รถวิ่งเร็ว

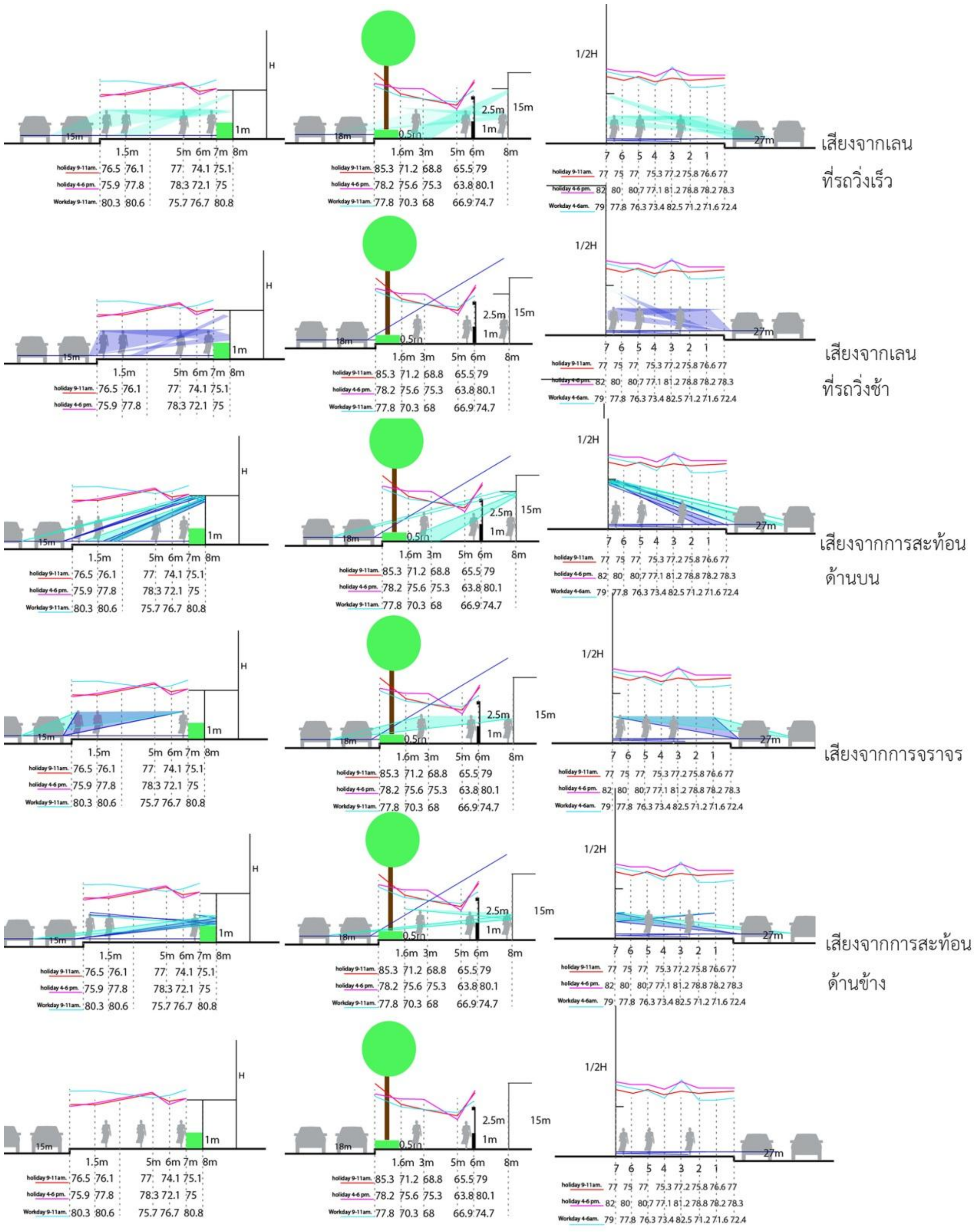
เสียงจากเลน
ที่รถวิ่งช้า

สียงจากการสะท้อน
ด้านบน

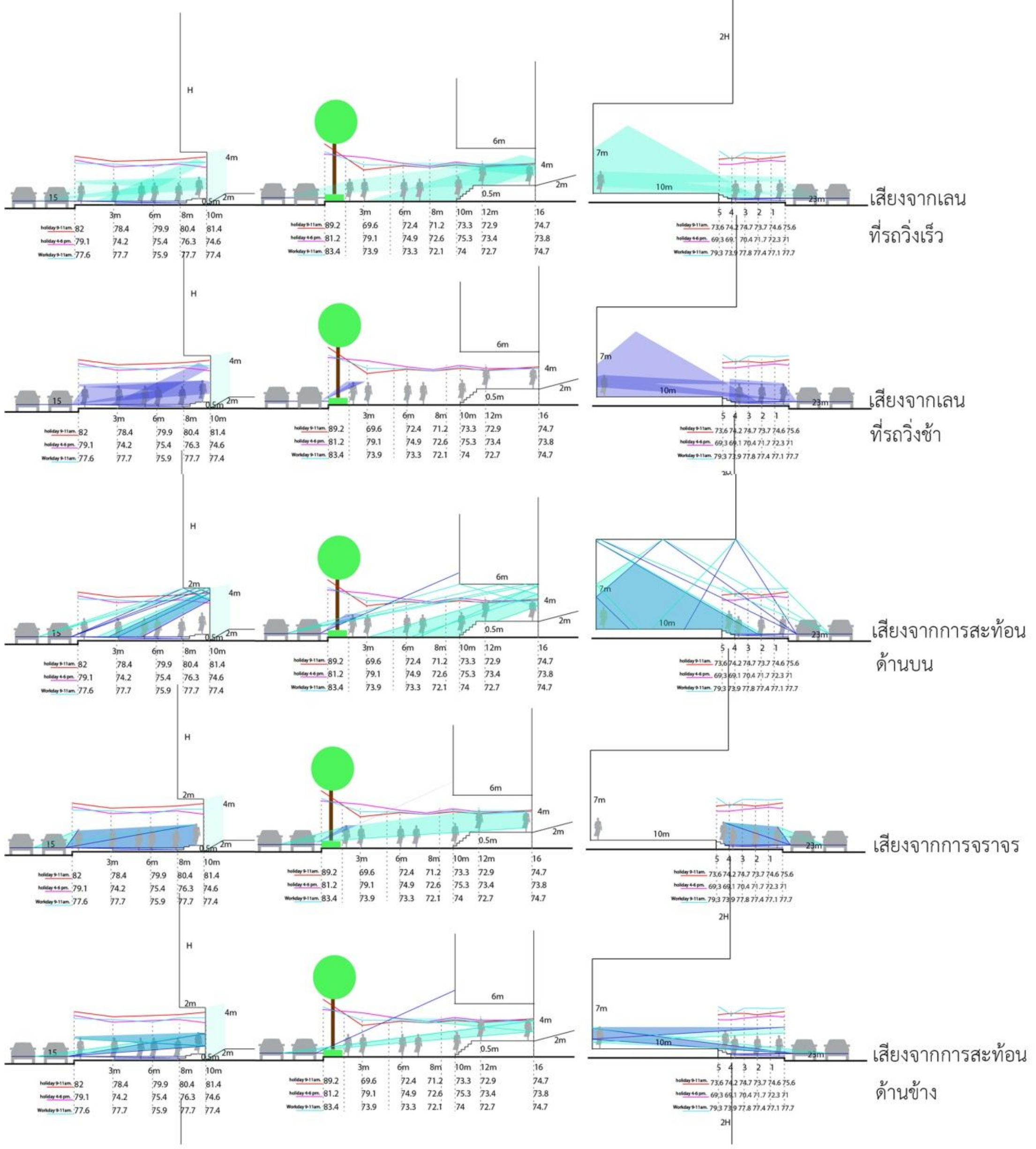
เสียงจากการจราจร

เสียงจากการสะท้อน
ด้านข้าง

ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตร ขึ้นไป	
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 1ของอาคาร ระยะถอยร่น 6-8 เมตร.

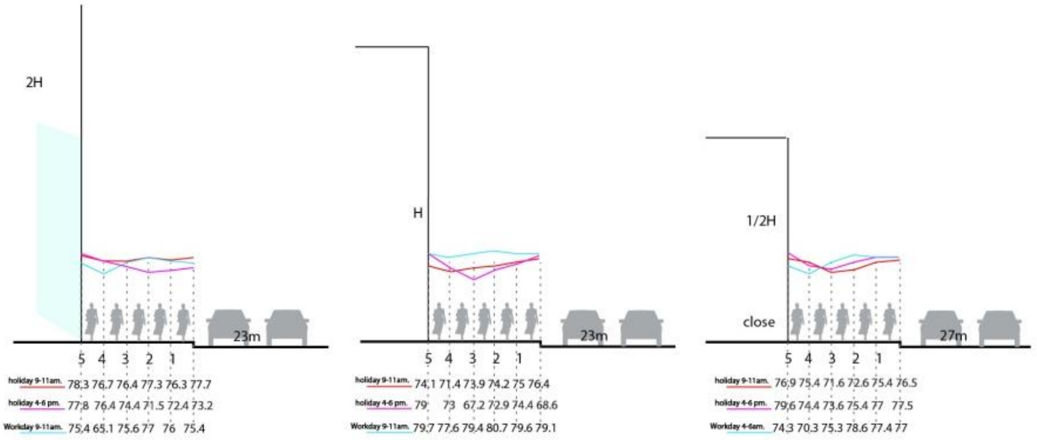


ประเภทขององค์ประกอบ	ลักษณะ
องค์ประกอบที่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง	
ระยะถอยร่นหน้าอาคาร 6 เมตร ขึ้นไป	
ส่วนเว้า ส่วนยื่น ของอาคารที่พ้นจากแนวระนาบด้านหน้าอาคาร	ความสูง เทียบเท่าชั้น 1ของอาคาร ระยะถอยร่น 9 เมตร. ขึ้นไป

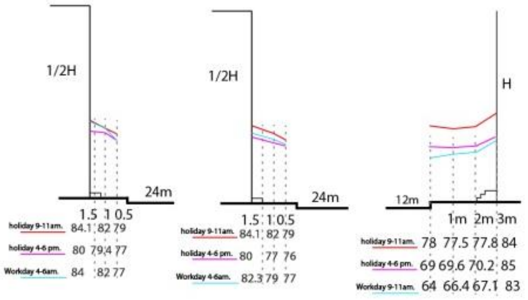


องค์ประกอบที่ไม่สามารถพิสูจน์ – ทฤษฎีการดูดซับ – ทฤษฎีการสะท้อนเสียง

ความสูงอาคาร (H=1/2H,H,2H)

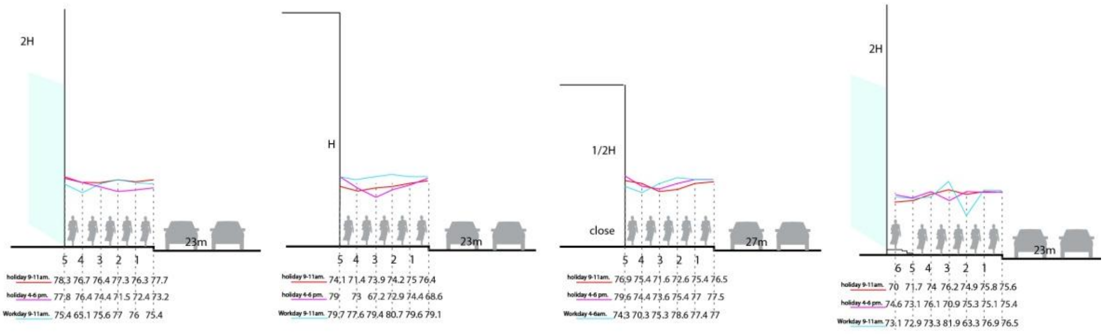


ระยะถอยร่นอาคาร 1.5-3 เมตร

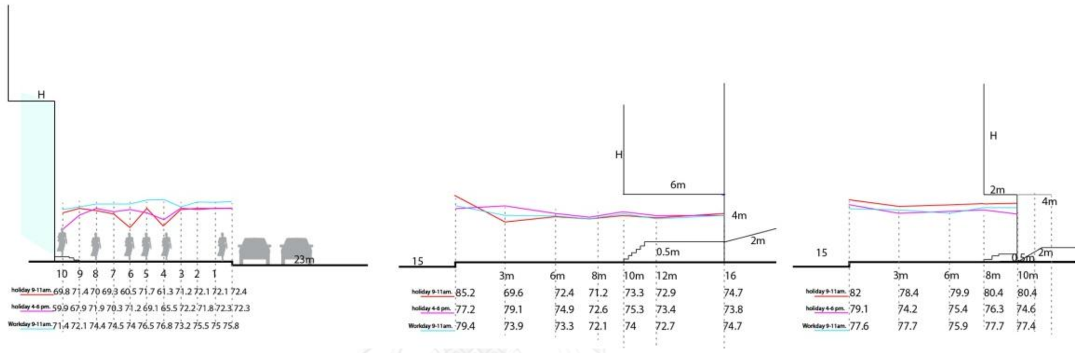


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะถอยร่นอาคาร 5 เมตร ระยะถอยร่นอาคาร 6 เมตร

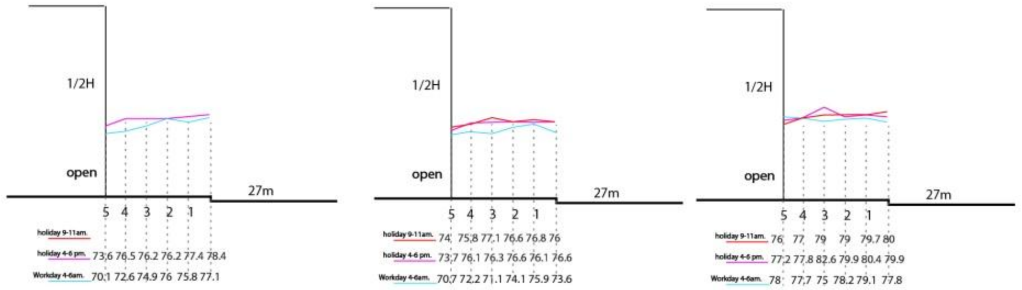


ระยะถอยร่นอาคาร 10 เมตรขึ้นไป

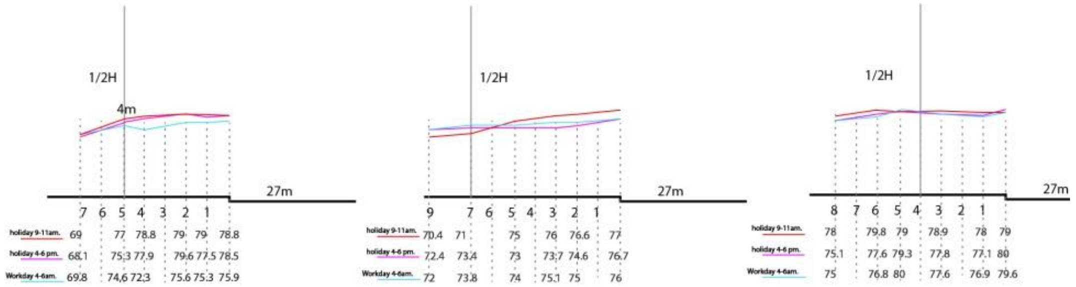


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะการเปิดหน้าร้าน



ช่องว่างระหว่างอาคาร



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวยุวดี วิเท่ห์ เกิด วันที่ 27 เดือนกันยายน พ.ศ. 2534 สถานที่เกิด จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษา การวางผังเมืองบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2558 และเข้าศึกษาต่อ หลักสูตรการวางภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบชุมชนเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University