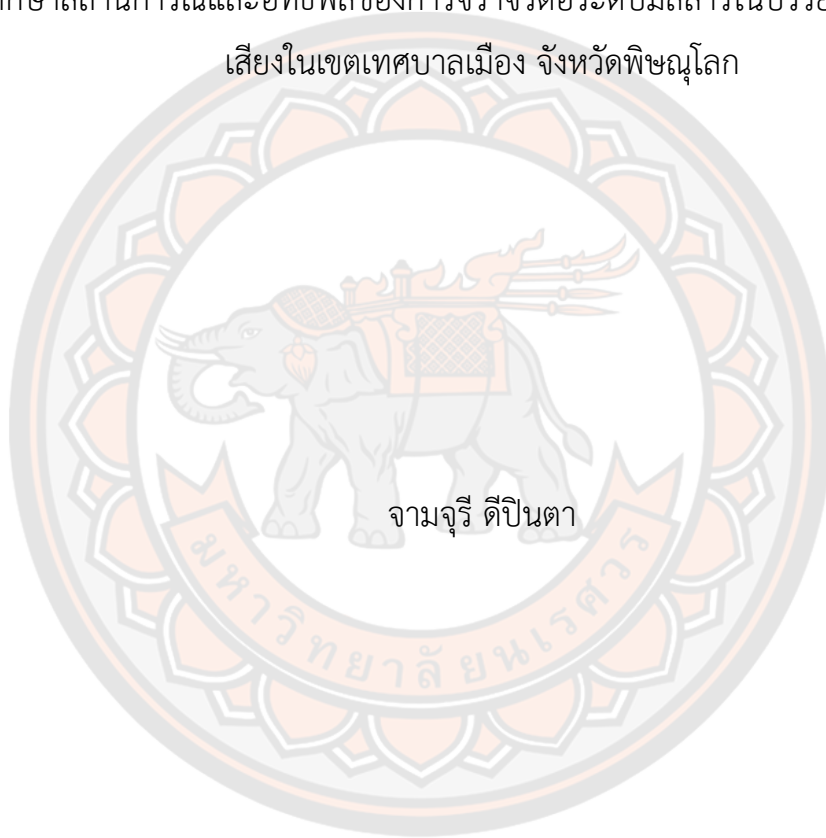




การศึกษาศถานการณ์และอิทธิพลของการจราจรต่อระดับมลสารในบรรยากาศและระดับ
เสียงในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การศึกษาศถานการณ์และอิทธิพลของการจราจรต่อระดับมลสารในบรรยากาศและระดับ
เสียงในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาศาสนาการณและอิทธิพลของการจราจรต่อระดับมลสารในบรรยากาศ
และระดับเสียงในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก"

ของ จามจรี ดีปินตา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูลีมาศ บุญไทย อีวาย)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สารินทร์)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การศึกษาสถานการณ์และอิทธิพลของการจราจรต่อระดับมลสารในบรรยากาศและระดับเสียงในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก
ผู้วิจัย	จามจรี ดีปินตา
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ชนเจริญชนภาส
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจราจร, ยานพาหนะ, มลพิษทางเสียง, ผู้คนละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน, เมืองพิษณุโลก

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของการจราจรที่มีต่อระดับเสียง ใน 10 พื้นที่ศึกษาในเขตตัวเมืองพิษณุโลก ภายใต้ 2 สถานการณ์ คือ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ในการศึกษาได้มีการบันทึกจำนวนยานพาหนะ ระดับเสียงรบกวน และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในช่วงเวลาเดียวกัน ณ พื้นที่ริมถนน 10 พื้นที่ศึกษา สำหรับการพิจารณาจำนวนยานพาหนะจำแนกประเภทยานพาหนะออกเป็น 12 ประเภท เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณการเปรียบเทียบให้เทียบเท่ากับรถยนต์ส่วนบุคคล/ชั่วโมง (PCU/hr) คำนวณปริมาณยานพาหนะรวมต่อศักยภาพในการรองรับจำนวนยานพาหนะได้ของถนนเส้นนั้น (V/C Ratio) รวมถึงการประเมินอัตราการปล่อยมลสาร PM_{2.5} และ มลสารชนิด TSP (โดยใช้ค่ามาตรฐานการปล่อยมลสารจาก US EPA และ กรมควบคุมมลพิษ, ประเทศไทย ตามลำดับ) และวิเคราะห์ค่าระดับเสียงรบกวนเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L₁₀) (ไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล) วิเคราะห์เสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_(1hr)) รวมทั้งระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise) ผลการศึกษา พบว่ายานพาหนะรวม 12 ประเภทในช่วงการจราจรหนาแน่นมีปริมาณมากกว่าช่วงการจราจรเบาบางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ถึง 7 พื้นที่ (ยกเว้น A4 A6 และ A10) โดยระดับสูงสุดและต่ำสุด คือพื้นที่ A4 และ A5 ตามลำดับ พบว่ารถเก๋งเป็นยานพาหนะชนิดเดียวที่มีจำนวนสูงกว่าในช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกพื้นที่ศึกษา (P<0.05) และยังพบว่ามีจำนวนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ณ พื้นที่ A6 เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ โดยพบว่าจำนวนยานพาหนะที่สูงสุด ใน 10 พื้นที่ คือ ยานพาหนะประเภทรถมอเตอร์ไซด์ หรือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เมื่อเทียบกับรถประเภทอื่น ๆ อีก 10 ประเภท และในการศึกษาครั้งนี้ยังได้วิเคราะห์การให้บริการของถนน (LOS) โดยการวิเคราะห์ด้วยค่าอัตราส่วน V/C ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับการให้บริการส่วนใหญ่ของถนน (V/C) อยู่ในระดับเกรด A และ B ในช่วงการจราจรเบาบาง แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนตัวที่ดี ในขณะที่ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า

LOS อยู่ในระดับ เกรด A B และ C ซึ่งพื้นที่ถนนที่พบว่าการจราจร ที่อยู่ในเกรด C คือพื้นที่ A8 (ห้าแยกโคกมะตูม) และ A9 (พื้นที่สถานีรถไฟใจกลางเมือง) อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr และ ค่าอัตราส่วน V/C ซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระดับต่ำ ส่วนค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) และ ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 hr)}$) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานที่ 70 เดซิเบลเอ ทั้ง 10 พื้นที่ ซึ่งพบสูงสุดใน พื้นที่ A7 (81.25 dBA) และ พื้นที่ A1 (77.21 dBA) ตามลำดับ และผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ A5 มีระดับ E-Noise ที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึงระดับ 24.2 dBA ในช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะในชั่วโมงการจราจรหนาแน่น ผลการวิจัยยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr (ของรถ 2 ประเภท คือ รถเก๋ง และ รถตู้) และ $L_{(10)}$ ด้วย R^2 ที่สูงถึงระดับ 0.842 และ 0.849 ตามลำดับ ในช่วงการจราจรเบาบาง ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU/hr และ $L_{(10)}$ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งแสดงด้วย R^2 ที่สูง ถึง 0.75 ในช่วงการจราจรเบาบาง นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างชัดเจน ระหว่างร้อยละของการเพิ่มจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภท คือ รถเก๋ง, รถกระบะ และ รถตู้ ที่มีต่อค่าระดับ E-noise ด้วยค่า R^2 ที่สูงถึง 0.71, 0.72 และ 0.77 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการปล่อยมลสาร ผลการศึกษาพบว่าระดับ CO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่าค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 421.00-447.59 ppm และ 420.29-456.0 ppm ตามลำดับ ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา สำหรับประเมินอัตราการปล่อย $PM_{2.5}$ จากฐานข้อมูลปริมาณรวมของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และ รถมอเตอร์ไซค์ ของถนนแต่ละสาย ผลการประเมินจากข้อมูลถนนทั้ง 10 พื้นที่ พบว่ารถมอเตอร์ไซค์ที่มีการใช้น้ำมันเบนซิน (Gasoline) สามารถปล่อย $PM_{2.5}$ ได้มากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้งหมดที่มีการใช้น้ำมันเบนซิน และ ดีเซล (Gasoline และ Diesel) โดยพบว่าอัตราการปล่อย $PM_{2.5}$ จากมอเตอร์ไซค์สูงสุดที่ระดับ 48.39 g/km พบในพื้นที่ A10 ส่วนอัตราการปล่อยมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากรถยนต์นั่งส่วนบุคคล พบว่ากรณีที่ใช้น้ำมันประเภท Gasoline มีอัตราการปล่อยสูงกว่าการใช้น้ำมัน Diesel โดยพบว่าอัตราการปล่อยมลสารสูงสุดในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 6.95 g/km นอกจากนี้ยังได้ประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP (Total Suspended Particulate matter) ที่ถูกประเมินจากปริมาณของยานพาหนะ 4 ประเภท (รถตู้ รถกระบะ รถบัส และรถบรรทุก) ผลการวิจัยระบุว่ารถบรรทุกที่ใช้น้ำมัน Diesel เป็นประเภทยานพาหนะที่มีอัตราการปล่อยมลสารประเภท TSP สูงสุดที่ระดับ 26,104.17 g/km ศึกษารายได้อัตราการขับขึ้นด้วยความเร็วจำกัดที่ 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในพื้นที่ A7 จากผลการวิจัยพบว่าในเขตเมืองพิษณุโลกมีปริมาณรถ ระดับเสียง ความเข้มข้นของ CO_2 และการปล่อย PM จากการจราจรทางถนนเป็นปัญหาที่น่ากังวลอย่างมาก

Title	STUDY ON TRAFFIC SITUATIONS AND INFLUENCES ON AIR POLLUTANTS AND NOISE LEVELS IN PHITSANULOK MUNICIPALITY
Author	Jamjuree Deepinta
Advisor	Associate Professor Dr. Kanita Thanacharoenchanaphas, Ph.D.
Academic Paper	M.S. Thesis in Natural Resources and Environment, Naresuan University, 2022
Keywords	Traffic, Vehicles, Noise pollution, Particulate Matter (PM _{2.5}), Phitsanulok Urban Areas

ABSTRACT

The objectives of this research were assessment the influences of road traffic on noise in 10 measuring points of Phitsanulok urban area under 2 traffic conditions: low and high traffic volume conditions. In this study, roadside traffic counts were recorded and counted at 10 roads parallel to noise equivalent and CO₂ measurements during the low and peak hour of traffic for 1 hr. Vehicle traffic count at 10 main streets were classified into 12 vehicle types. Besides 12 vehicle classifications count, data were analyzed for the passenger car unit values/hr (PCU/hr), volume of vehicle/capacity ratio (V/C ratio) including estimation of PM_{2.5} and TSP emission rate (using emission factor reported in US EPA and Pollution Control Department, Thailand, respectively). The noise levels were measured to analysed the 10th percentile (L₁₀) of noise level (shall not exceed 70 dBA), 1 hour equivalent continuous sound level (L_{eq(1hr)}) including elevated noise level (E-Noise) with the increase of traffic volume. The results found that, for vehicle number counting, the total number of 12 vehicle categories was higher during the high hour of traffic condition than the low traffic volume period by statistically significant (p<0.05). Number of passenger car was higher in high traffic period than low traffic period by statistically significant (p<0.05) in all 10 areas. In addition, the highest of passenger car volume was found at A6 area by statistically

significant ($P < 0.05$) when compare among 10 areas. The highest and the lowest of total number of them under both of 2 traffic conditions were found at A4 and A5 road, respectively. The highest numbers of motorbike or passenger car were found in some road as compared with other 10 vehicle categories. In this research for finding the level of service (LOS) of the study road, volume and capacity ratio (V/C) is used. It showed that most of the services were in A and B categories implying the free flow of traffic movement during the low traffic conditions. Whereas, the level of services as A, B and C categories were appeared during the high traffic conditions. The category of V/C ratio were found at A8 and A9 roads. However, there was no relationship between PCU/hr and V/C ratio under 2 traffic conditions with the low R^2 . During the peak hour of traffic for 1 hr, the average $L_{(10)}$ levels of all measuring points were highly exceed than the standard of 70 dBA. The highest and the lowest of $L_{(10)}$ levels were found in the A7 road (81.25 dBA) and A1 road (77.21 dBA), respectively. The results of the study also revealed that the highest of E-Noise (24.2 dBA) were appeared at A5 road, it is the result of the increasing of vehicle during the peak hour of traffic for 1 h. The research also resulted that there are strong relationships between the PCU/hr of 2 car types (passenger car including van) and $L_{(10)}$ with the high R^2 values of 0.842 and 0.849, respectively under the low traffic condition. Whereas, the strong correlations were also shown in the relationship between total PCU/hr and $L_{eq(10)}$ with the high R^2 value of 0.75 under the low traffic condition. Consideration in pollutant Emissions, the obvious correlations were also evidence shown between the percentage of increase of 3 vehicle types (passenger car, pickup and van) and E-Noise with the high R^2 value of 0.71, 0.72 and 0.77, respectively. In addition, the research resulted that the CO_2 concentrations were obvious quite high in range of 421.00-447.59 ppm and 420.29-456.0 ppm during the low and peak hour of traffic for 1 hr, respectively. The highest concentration of CO_2 was appeared at the A10 road. Concerning $PM_{2.5}$ emissions based on total volume of passenger car and motorbike of each road, it was estimated that of gasoline-motorbike can emit $PM_{2.5}$ than total volume gasoline and diesel- passenger car in all 10 roads. The highest quantities of $PM_{2.5}$ by 48.39 g/km was estimated at the A10 road. The estimated emission rate of $PM_{2.5}$ from gasoline-passenger car was higher than the emission rate

from diesel-passenger car, the highest rate was found at A7 road by 6.95 g/km. In addition, the emission rate of TSP (Total Suspended Particulate matter) based on total volume of 4 vehicle categories (van, pickup, bus and truck) were also estimated. The results indicated that diesel-truck was the vehicle type that emitted the highest rate of TSP by 26,104.17 g/km under the speed limit at 60km/hr at A7 road. Based on the findings lead to conclude that in of Phitsanulok urban area, vehicle volume, noise level, CO₂ concentration and PM emission from road traffic was found to be a serious concern.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา ธนเจริญชนภาส ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลีมาศ บุญไทย อิวาย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรุญ สารินทร์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาตรี สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ นางสาวศุจินทรา หอมบุบผา นางสาวกัญญาณัฐ นาจาน นางสาวศศิณีนากู ราชเพี้ยแก้ว และ นายสหฤษฎ์ อ่ามะระ ที่ช่วยเก็บตัวอย่างวิทยานิพนธ์ภาคสนาม เป็นเวลาหลายเดือน และผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่แต่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย จนกระทั่งทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จามจุรี ตีปินตา

1.3.3	การกำหนดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างจำนวนยานพาหนะ และระดับเสียง	5
1.3.3.1	เก็บตัวอย่างเปรียบเทียบระหว่างนอกช่วงการจราจรหนาแน่นและ นอกช่วงการจราจรหนาแน่น	5
1.3.3.2	ระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง	5
1.3.4.	ขอบเขตของพารามิเตอร์ตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมและปัจจัยที่สัมพันธ์ ในพื้นที่ศึกษา.....	5
1.3.4.1	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศ.....	5
1.3.5	สภาพการจราจร.....	5
1.3.5.1	นับตัวอย่างจำนวนยานพาหนะแยกชนิด	6
1.3.5.2	คำนวณปริมาณยานพาหนะเทียบเท่าประเภทยานพาหนะส่วนบุคคล (7 ที่นั่ง).....	6
1.3.5.3	คำนวณสภาพการจราจรเป็นอัตราส่วนระหว่าง V/C.....	6
1.3.6	ระดับเสียง	6
1.3.6.1	เก็บข้อมูลระดับเสียงเฉลี่ยนอกช่วงการจราจรหนาแน่น	6
1.3.6.2	สำรวจจำนวนยานพาหนะในช่วงเวลาการจราจรติดขัดสูงสุดของวัน (Peak Hour Count).....	7
1.3.7	การประเมินการปลดปล่อยมลสารในบรรยากาศจากยานพาหนะ	7
1.3.8	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจรและระดับเสียง	7
1.4	ขอบเขตด้านเนื้อหา.....	7
1.5	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.6	สมมติฐานของการวิจัย	9
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1	ข้อมูลพื้นฐานด้านการจราจร.....	10

2.2	เขตการจราจร.....	11
2.2.1	ลำดับชั้นของถนน.....	11
2.2.2	การไหลของกระแสจราจรและความสัมพันธ์พื้นฐาน	14
2.2.3	ความสัมพันธ์พื้นฐานของการไหลของกระแสจราจร.....	14
2.3	ปัญหาของการจราจรในเขตเมือง.....	16
2.3.1	ความล่าช้าในการเดินทาง	16
2.3.2	ปัญหามลพิษ	16
2.3.3	อุบัติเหตุ.....	16
2.4	การวิเคราะห์สภาพการจราจร.....	16
2.5	การปล่อยมลสาร และ CO ₂ จากภาคส่วนการจราจร.....	19
2.6	ข้อมูลพื้นฐานและแหล่งกำเนิดฝุ่น	25
2.6.1.	แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง	26
2.6.2.	ขนาดและประเภทของฝุ่นละออง	26
2.7	สถานการณ์และปัญหาของฝุ่น PM _{2.5}	27
2.7.1.	มาตรฐาน PM _{2.5} ในประเทศไทย และ WHO	28
2.7.2.	สถานการณ์ฝุ่น PM _{2.5} ในประเทศไทย.....	30
2.8	มลพิษทางเสียง.....	32
2.8.1.	ผลกระทบของมลพิษทางเสียงที่มีต่อมนุษย์	32
2.8.2.	แหล่งกำเนิดเสียง.....	33
2.8.3.	แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร.....	33
2.8.4	เสียงจากการจราจรบนท้องถนน.....	34
2.8.5.	สถานการณ์มลพิษทางเสียงในประเทศไทย	35

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาด PM _{2.5} และ เสียง ในพื้นที่เขต การจราจร	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	45
3.1 การกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง	45
3.1.1 พื้นที่เส้นทางถนนสายหลักของพื้นที่ตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก (Arterials)....	45
3.1.2 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยกสำคัญที่มีการจราจรหนาแน่นของตัวเมืองจังหวัด พิษณุโลก.....	45
3.1.3 พื้นที่ถนนสายรองที่สำคัญ ของตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก.....	46
3.1.4 พื้นที่อ่อนไหว	46
3.2 การกำหนดระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง.....	49
3.2.1 การเก็บตัวอย่างจำนวนยานพาหนะและระดับเสียง	49
3.2.2 ระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง.....	49
3.3 การประเมินสภาพการจราจร	51
3.3.1 ศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท.....	51
3.3.2 ศึกษาคำนวณยานพาหนะเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง (PCU: Passenger Car Unit)	52
3.3.3 การคำนวณค่าดัชนีการติดขัดหรือสภาพการเคลื่อนตัวของจราจร (V/C)	55
3.4 การศึกษาและวิเคราะห์ระดับเสียง.....	56
3.4.1 การสำรวจเบื้องต้น	56
3.4.2 การเตรียมเครื่องมือวัดเสียง.....	56
3.4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัดระดับเสียง	56
3.4.4 ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ระดับเสียง.....	58

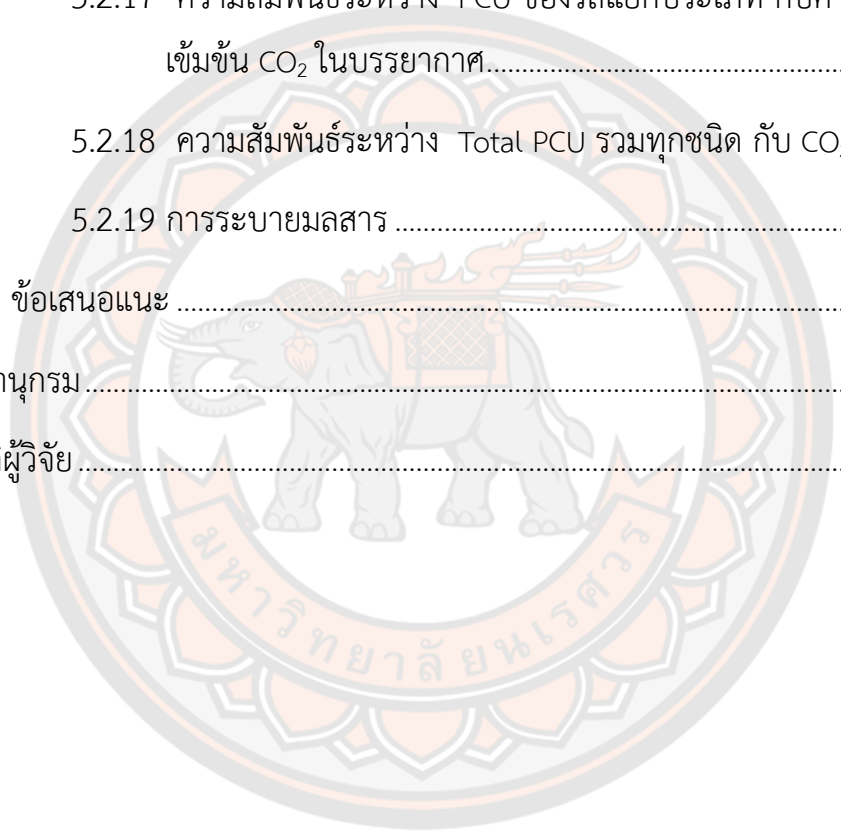
3.5 การวัดระดับปัจจัยทางกายภาพ.....	63
3.5.1 ระดับอนุภาคและความชื้น.....	63
3.5.2 ระดับความเร็วลม	64
3.6 การประเมินอัตราการระบายมลสารในบรรยากาศ	65
3.6.1 กำหนดชนิดของมลสารที่สำคัญในการประเมินดังนี้.....	65
3.6.2 คำนวณการระบายมลสาร.....	65
3.6.3 การคำนวณการระบาย PM _{2.5}	66
3.6.4 การคำนวณการระบายมลสารในบรรยากาศที่สำคัญ.....	69
3.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเพื่อประเมินผลและคาดการณ์ในอนาคต... 76	
3.7.1 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจร และระดับเสียง	76
3.8 การประเมินความสัมพันธ์ดังกล่าวใช้สถิติดังนี้	77
3.8.1 ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ/ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination) (R ²).....	77
3.8.2 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ ระหว่าง 2 ช่วงเวลาการจราจรด้วยสถิติ T-test.....	78
บทที่ 4 ผลการวิจัย	79
4.1 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท	79
4.1.1 จำนวนยานพาหนะ แยกประเภท 10 พื้นที่.....	79
4.1.2 จำนวนยานพาหนะ แยกประเภทเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU/hr) 10 พื้นที่ (อธิบายรวม 2 สถานการณ์).....	80
4.1.3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงจำนวนยานพาหนะแยกประเภท (เปรียบเทียบ จาก 2 สถานการณ์).....	81
4.2 ผลการศึกษาสภาพการจราจร.....	103

4.2.1	ยานพาหนะทุกประเภทเทียบกับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์.....	103
4.2.2	V/C ค่าดัชนีการจราจรติดขัด ทั้ง 2 สถานการณ์.....	103
4.3	ระดับเสียงในพื้นที่เขตการจราจร.....	108
4.3.1	ระดับเสียงพื้นฐาน 5 นาที และ ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ช่วง การจราจร.....	108
4.3.2	ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจร หนาแน่น 10 พื้นที่.....	109
4.3.3	ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจร หนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่.....	112
4.3.4	ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ทั้ง 10 พื้นที่.....	113
4.3.5	ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) และจำนวนยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท.....	117
4.4	ปัจจัยทางกายภาพ.....	118
4.4.1	ค่าระดับ CO ₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่	118
4.4.2	ระดับอุณหภูมิ และความชื้น ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจร หนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่.....	121
4.4.3	ระดับความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น 10 พื้นที่.....	122
4.5	การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะแยกประเภทและระดับเสียง.....	124
4.5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง.....	124
4.5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และค่าระดับเสียง L 10.....	126

4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ L_{1hr} และ L_{10}	128
4.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ ค่าดัชนีการจราจรติดขัด V/C.....	129
4.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10}	131
4.5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise)	132
4.5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ E-Noise	133
4.5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ.....	134
4.5.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2	136
4.6 การระบายมลสาร.....	137
4.6.1 การระบายมลสาร $PM_{2.5}$	137
4.6.2 การระบายมลสาร TSP (Total Suspended Particulate Matter).....	159
4.6.3 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ T-test.....	212
บทที่ 5 บทสรุป.....	224
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	224
5.1.2. การศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย ณ พื้นที่ถนน 10 พื้นที่ศึกษา.....	225
5.1.3 การศึกษาจากระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level: E-Noise)	226
5.1.4 .ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ CO_2 (ppm) ในพื้นที่ถนน 10 พื้นที่. 226	
5.1.5 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจร และ ระดับ CO_2	227
5.1.6 ผลการประเมินการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ จากรถแก้งและ มอเตอร์ไซด์228	
5.1.7 ผลการประเมินการระบายมลสารชนิด TSP.....	229

5.1.8 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ	231
5.1.9 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS	235
5.2 อภิปรายผล.....	236
5.2.1 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท (non-PCU)	237
5.2.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างชนิดของยานพาหนะ 12 ประเภท ผลสรุป ดั่งนี้.....	237
5.2.3 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภทคำนวณเทียบเท่ารถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (non-PCU).....	238
5.2.3.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบเชิงพื้นที่พบผลการศึกษาดังนี้	238
5.2.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างชนิดของยานพาหนะ 12 ประเภท ผลสรุป ดั่งนี้.....	238
5.2.5 Total PCU แยกประเภทยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท.....	240
5.2.6 ค่าดัชนีการติดขัดของการจราจร V/C.....	241
5.2.7 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่	242
5.2.8 ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจร หนาแน่น 10 พื้นที่	243
5.2.9 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) 10 พื้นที่	243
5.2.11 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะแยกประเภทและระดับ เสียงเฉลี่ย	248
5.2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และค่าระดับ เสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 10 ($L_{(10)}$) ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วง การจราจรหนาแน่น แสดงด้วยค่า R^2	248

5.2.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ L_{1hr} และ L_{10}	249
5.2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10}	249
5.2.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise).....	250
5.2.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ E-Noise	250
5.2.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ.....	250
5.2.18 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2	251
5.2.19 การระบายมลสาร	251
5.3 ข้อเสนอแนะ	258
บรรณานุกรม.....	260
ประวัติผู้วิจัย.....	270



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การเปรียบเทียบมาตรฐาน การปล่อยมลพิษของยานพาหนะใน สหรัฐอเมริกา และ สหภาพยุโรป จากการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะที่ใช้ น้ำมัน Gasoline จากรถไฟฟ้า ประเภท ICE และ BEVs เบรก และการสึกหรอของยาง.....	21
ตาราง 2 ปริมาณการปล่อย CO ₂ รายภาคเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงรายปีระหว่างปี พ.ศ.2560-2564	23
ตาราง 3 ค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ชนิด PM _{2.5} PM ₁₀ และ PM ₁₀₀	29
ตาราง 4 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย สำหรับ PM _{2.5} ในประเทศไทย.29	
ตาราง 5 มาตรฐานระดับเสียงและวิธีการตรวจวัด.....	36
ตาราง 6 มาตรฐานระดับเสียงรบกวน.....	37
ตาราง 7 มาตรฐานระดับเสียงของรถจักรยานยนต์	38
ตาราง 8 มาตรฐานระดับเสียงของรถยนต์	39
ตาราง 9 พื้นที่ศึกษาและชื่อแสดงแทนพื้นที่ศึกษารวมทั้งจำนวนช่องทางการจราจรในแต่ละพื้นที่.....	48
ตาราง 10 การสุ่มเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างในช่วงวันเวลาราชการ	50
ตาราง 11 ในช่วงวันเวลาราชการ 1 ชั่วโมงเพื่อเก็บตัวอย่าง 10 พื้นที่วิจัย.....	50
ตาราง 12 ค่าถ่วงน้ำหนัก ของยานพาหนะในแต่ละประเภทเทียบเท่ารถยนต์นั่ง (PCE, Passenger Car Equivalent).....	54
ตาราง 13 ค่ามาตรฐานสำหรับจำแนกสภาพการจราจรโดยประเมินจากค่า V/C	56
ตาราง 14 ปรับค่าระดับเสียงตามคู่มือการวัดเสียงรบกวน.....	63

ตาราง 15 ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลสารประเภท PM _{2.5} จากยานพาหนะที่ใช้ น้ำมันเบนซิน และดีเซล หน่วยการระบาย g/mile.....	60
ตาราง 16 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด HC (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง ประเภทต่างๆ.....	70
ตาราง 17 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด CO (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง ประเภทต่างๆ.....	71
ตาราง 18 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด NOx CO (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ.....	72
ตาราง 19 กำหนดความเร็วสูงสุดของยานพาหนะแยกตามประเภทในเขตชุมชน ตามราชกิจจานุเบกษา (2564).....	75
ตาราง 20 การจำแนกเทคโนโลยียานพาหนะสำหรับประเทศไทย.....	76
ตาราง 21 คู่ความสัมพันธ์สำหรับการทดสอบสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R ²).....	77
ตาราง 22 จำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงเบา บาง.....	85
ตาราง 23 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ช่วงการจราจรเบาบาง.....	87
ตาราง 24 จำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงหนา แน่น.....	89
ตาราง 25 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ช่วง การจราจรหนาแน่น.....	91
ตาราง 26 จำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงเบาบาง.....	93

ตาราง 27 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจร เบาบาง.....	95
ตาราง 28 จำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงหนาแน่น	97
ตาราง 29 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจร หนาแน่น	99
ตาราง 30 ร้อยละการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณยานพาหนะประเภท non PCU ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น	101
ตาราง 31 ค่าระดับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์ (ค่าเฉลี่ย± SD).....	105
ตาราง 32 ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ทั้ง 2 สถานการณ์	106
ตาราง 33 ค่ามาตรฐานถ่วงน้ำหนักระดับเสียงรบกวนในบางประเทศทั่วโลก	110
ตาราง 34 Ambient Noise Level Guidelines of EPA, Ghana.....	110
ตาราง 35 ระดับเสียงสูงสุดและผลกระทบต่อประชาชน.....	111
ตาราง 36 ลักษณะการโต้ตอบของชุมชน	111
ตาราง 37 ระดับเสียง ทั้ง 2 ช่วงการจราจร.....	118
ตาราง 38 สรุประดับเสียงที่เพิ่มขึ้น ลดลง (Elevated Noise Level) ในยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท.....	117
ตาราง 39 ระดับ CO ₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่.....	120
ตาราง 40 ค่าระดับอนุภาค ความชื้น และ ความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่.....	123
ตาราง 41 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) ระหว่าง จำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และ L _(1hr)	125
ตาราง 42 ค่า R ² ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท* กับ L ₁₀ (Non PCU).....	127

ตาราง 43 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ E-Noise.....	133
ตาราง 44 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับ CO_2	135
ตาราง 45 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง).....	146
ตาราง 46 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์.....	156
ตาราง 47 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้).....	165
ตาราง 48 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) B3.....	176
ตาราง 49 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) B5.....	188
ตาราง 50 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์โดยสาร (รถบัส).....	200
ตาราง 51 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุก.....	210
ตาราง 52 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของ Total PCU ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	213
ตาราง 53 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถเก๋ง ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	214
ตาราง 54 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถมอเตอร์ไซด์ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	215
ตาราง 55 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถกระบะ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	217

ตาราง 56 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถตู้ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	218
ตาราง 57 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถบรรทุก 4 ล้อ และ รถบรรทุก 6 ล้อ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา...	219
ตาราง 58 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	220
ตาราง 59 การเปรียบเทียบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	221
ตาราง 60 การเปรียบเทียบค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L _{1hr}) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	222
ตาราง 61 การเปรียบเทียบค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L ₁₀) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา.....	223

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพ 1 ลักษณะแต่ละประเภทของถนนและโครงข่ายที่เกิดขึ้นตามการใช้งาน	12
ภาพ 2 ความสัมพันธ์ของประเภทของถนน การให้บริการจราจร และการเข้าออกพื้นที่..	13
ภาพ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางและการเข้าถึงพื้นที่ของถนนประเภทต่าง.....	14
ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความเร็ว และความหนาแน่น	15
ภาพ 5 การปล่อยก๊าซ CO ₂ จากการใช้พลังงานรายภาคเศรษฐกิจ.....	24
ภาพ 6 ขนาดและประเภทของฝุ่นละออง.....	27
ภาพ 7 แผนที่แสดงตัวเมืองพิษณุโลก	47
ภาพ 8 แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่าง 4 ประเภทถนน จำนวน 10 พื้นที่	49
ภาพ 9 แผนผังลำดับขั้นการศึกษาเพื่อประเมินสภาพการจราจร 10 พื้นที่ 2 ช่วงเหตุการณ์	51
ภาพ 10 เครื่องวัดเสียงรุ่น ST-107 Tenmars และชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระดับเสียง.	57
ภาพ 11 วิธีการตั้งเครื่องวัดระดับเสียงบริเวณริมถนน	57
ภาพ 12 แผนผังแสดงกรอบการศึกษาและวิเคราะห์ระดับเสียงในพื้นที่ถนน 10 พื้นที่	59
ภาพ 13 เครื่องมือวัดระดับอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศ	64
ภาพ 14 เครื่องมือวัดระดับความเร็วลมในบรรยากาศ	64
ภาพ 15 ค่าระดับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์	107
ภาพ 16 ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ทั้ง 2 สถานการณ์.....	107
ภาพ 17 ระดับเสียงพื้นฐาน 5 นาที และ ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ช่วงการจราจรเบาบาง.....	108

ภาพ 18 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น10 พื้นที่	112
ภาพ 19 ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น10 พื้นที่..	113
ภาพ 20 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) 10 พื้นที่.....	114
ภาพ 21 ระดับ CO ₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น10 พื้นที่.....	120
ภาพ 22 ระดับอุณหภูมิ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่	121
ภาพ 23 ระดับความชื้น ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่	122
ภาพ 24 ระดับความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น ทั้ง10 พื้นที่.....	123
ภาพ 25 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ L _(1hr) และ L ₁₀ ช่วงการจราจรเบาบาง	128
ภาพ 26 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ L _(1hr) และ L ₁₀ ช่วงการจราจรหนาแน่น.....	129
ภาพ 27 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ Total PCU รวมทุกชนิด กับ V/C ช่วงการจราจรเบาบาง	130
ภาพ 28 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ Total PCU รวมทุกชนิด กับ V/C ช่วงการจราจรหนาแน่น	130
ภาพ 29 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง V/C กับ L _{1hr} และ L ₁₀ ช่วงการจราจรเบาบาง.....	131
ภาพ 30 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง V/C กับ L _{1hr} และ L ₁₀ ช่วงการจราจรหนาแน่น.....	132
ภาพ 31 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R ²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุก ชนิดกับ E-Noise	134

ภาพ 32 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R_2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2 ช่วงการจราจรเบาบาง	136
ภาพ 33 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R_2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2 ช่วงการจราจรหนาแน่น	137
ภาพ 34 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (แก่ง) พื้นที่ถนนสายหลัก 4 พื้นที่	141
ภาพ 35 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (แก่ง) พื้นที่ถนนสายรอง 3 พื้นที่	143
ภาพ 36 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (แก่ง) พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่	144
ภาพ 37 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่อำเภอหนองไผ่ 1 พื้นที่	145
ภาพ 38 อัตราการระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่	151
ภาพ 39 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่	153
ภาพ 40 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่	154
ภาพ 41 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่อำเภอหนองไผ่ 1 พื้นที่	154
ภาพ 42 การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ Sulfate จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง ทั้ง 10 พื้นที่	155
ภาพ 43 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่	162

ภาพ 44 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่.....	163
ภาพ 45 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่.....	164
ภาพ 46 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่	171
ภาพ 47 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่	173
ภาพ 48 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่.....	174
ภาพ 49 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่.....	175
ภาพ 50 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่	183
ภาพ 51 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่.....	185
ภาพ 52 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่.....	186
ภาพ 53 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่.....	187
ภาพ 54 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่.....	195
ภาพ 55 อัตราการระบายนมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่	197

ภาพ 56 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่.....	198
ภาพ 57 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่.....	199
ภาพ 58 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่.....	205
ภาพ 59 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่.....	207
ภาพ 60 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่.....	208
ภาพ 61 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่.....	209
ภาพ 62 ารกระจายระดับเสียงรบกวนจากมนุษย์ตามประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง....	245
ภาพ 63 แหล่งกำเนิดเสียงในรถยนต์.....	246
ภาพ 64 ค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO ₂ บนถนน, ความเข้มข้นของ PM _{2.5} ในเขตต่างๆของ CONUS (2001–2016) (ค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO ₂ บนถนน คือค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO ₂ บนถนนโดยเฉลี่ยระดับมณฑลใน CONUS ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ PM _{2.5} เป็นค่าเฉลี่ยรายปีในแต่ละเขตตามข้อมูลรายวัน).....	247

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

แหล่งจราจรในเขตเมืองใหญ่หรือเมืองที่มีประชากรหนาแน่น มีปริมาณยานพาหนะจำนวนมาก เป็นแหล่งกำเนิดมลสารในบรรยากาศที่สำคัญ จนก่อให้เกิดปัญหามลพิษอากาศ เช่น ระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานต่อสุขภาพประชาชน และกลายเป็นปัญหาสำคัญในเมืองใหญ่ทุกพื้นที่ของโลก รวมทั้งประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งจราจรยังเป็นพื้นที่กำเนิดมลพิษทางเสียง หรือ ก่อให้เกิดเสียงรบกวนต่อประชาชนเช่นเดียวกัน และมีข้อมูลยืนยันจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ที่ได้ระบุว่าพื้นที่แหล่งจราจรนั้นเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ที่สำคัญอันดับแรก คือ มลพิษอากาศ รองลงมาคือมลพิษทางเสียง (Archer, 2021)

แหล่งพื้นที่การจราจรนอกจากเป็นแหล่งกำเนิดมลสารในอากาศที่สำคัญเช่น ฝุ่น $PM_{2.5}$, PM รวม, HC, CO, NO_x , CO_2 ยังพบว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญอย่างยิ่งอีกปัจจัยหนึ่งคือ มลพิษทางเสียง (noise pollution) โดยงานวิจัยในหลายประเทศทั่วโลกระบุสอดคล้องกันว่าภาคส่วนคมนาคมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษสำคัญหลายประการ หนึ่งในนั้นคือปัญหามลพิษทางเสียง สาเหตุที่เสียงเป็นหนึ่งในมลพิษที่สำคัญเนื่องจากระดับเสียงก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สุขภาพกาย สุขภาพจิตของประชาชนในพื้นที่ ทำให้องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) กำหนดว่าระดับเสียงที่เกิน 85 เดซิเบลเอ ในระยะเวลาที่เกิน 8 ชั่วโมง อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ (Environmental Pollution Centers, 2021) สำหรับประเทศไทยกำหนดไว้ที่ระดับไม่เกิน 75 เดซิเบลเอ ในระยะเวลาที่เกิน 8 ชั่วโมง (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) พบว่าปัญหามลพิษทางเสียงเกิดขึ้นทุกพื้นที่ในเขตการจราจรทั่วโลก จนทำให้กลายเป็นปัญหาสำคัญของพื้นที่เมืองใหญ่หลายพื้นที่ ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา และมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับอันเนื่องมาจากปัจจัยการเพิ่มขึ้นของพาหนะและพื้นที่การจราจรที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการบริการจำนวนยานพาหนะที่เกิดขึ้นนั่นเอง (Alkheder and Almutairi, 2021) ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีการศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการจราจรมลพิษอากาศ รวมทั้งมลพิษทางเสียงในเมืองใหญ่หรือเมืองสำคัญที่มีการจราจรหนาแน่น เพื่อนำไปสู่กระบวนการดำเนินการบรรเทาปัญหาในพื้นที่นั้น ๆ

ประเทศไทยประสบกับปัญหามลสารปนเปื้อนในบรรยากาศหลายชนิด เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก คือ $PM_{2.5}$, PM รวม, HC , CO , NO_x , CO_2 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เมืองใหญ่หรือเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น กรุงเทพมหานคร ที่ประสบกับปัญหาคุณภาพอากาศจากการสะสมฝุ่นละอองขนาด $PM_{2.5}$ ในระดับที่ค่อนข้างรุนแรง เนื่องจากเป็นเมืองเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดของประเทศ และมีจำนวนยานพาหนะทั้งรถยนต์ หรือยานพาหนะส่วนบุคคลและรถโดยสารสาธารณะ จำนวนมาก สอดคล้องกับจำนวนประชากรและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต ทำให้พื้นที่จราจรกลายเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่สำคัญ นอกจากนี้ภาคเหนือเป็นอีกพื้นที่หนึ่งของประเทศไทยซึ่งประสบปัญหาการสะสมของฝุ่นละอองขนาด $PM_{2.5}$ จนส่งผลทำให้เกิดปัญหาหมอกควันในพื้นที่จนกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมประจำพื้นที่และรุนแรงขึ้นในช่วงที่มีสถานการณ์ไฟป่าเป็นปัจจัยเสริม อย่างไรก็ตามพบว่าในพื้นที่เขตการจราจรในพื้นที่ภาคเหนือเช่นภาคเหนือตอนล่าง ก็ประสบปัญหาจากระดับปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ เช่นเดียวกันและในบางฤดูกาลจะมีความรุนแรงมากขึ้นโดยเกิดจากปัจจัยร่วมจากการเผาวัสดุชีวภาพในพื้นที่การเกษตร หรือสถานการณ์ไฟป่า สภาพภูมิประเทศ รวมทั้งการพัดพาด้วยกระแสลมจนส่งผลกระทบต่อการสะสมในพื้นที่จนส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีปัญหาด้านระบบทางเดินหายใจ

พิจารณาจังหวัดพิษณุโลก พบว่าเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในการเป็นศูนย์กลางการพัฒนาการค้าและเศรษฐกิจของกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ทั้งนี้จากข้อมูลรายงานของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รายงานสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจของ จังหวัดพิษณุโลก ในปี 2557 พบว่ามีรายได้เฉลี่ยต่อหัว (Per Capita GPP) เท่ากับ 102,060 บาท จัดอยู่ในลำดับที่ 7 จากจำนวน 17 จังหวัดของภาคเหนือ และเป็นลำดับ 37 ของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) จึงเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการเพิ่มอัตราจำนวนประชากรในพื้นที่ รายงานจากสำนักงานจังหวัดพิษณุโลก (2559) ระบุว่าประชากรเฉพาะในเขตเมืองพิษณุโลกมีจำนวนประมาณ 286,631 คน หรือ จำนวน 173 ครัวเรือน และอัตราจำนวนประชากรในเขตเมืองเพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีอย่างต่อเนื่อง จากการพัฒนาของจังหวัดและความเจริญดังกล่าวส่งผลกระทบต่อพัฒนาเส้นทางคมนาคมในตัวจังหวัดและเขตพื้นที่เทศบาลให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกัน เพื่อรองรับต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นพบว่ามีบริการใช้บริการเส้นทางคมนาคมโดยยานพาหนะต่าง ๆ จำนวนมากในเส้นทางรถยนต์ และ เส้นทางรถประจำทาง โดยประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และผู้ที่สัญจรผ่านจังหวัด จากข้อมูลสถิติการดำเนินการเกี่ยวกับใบอนุญาตประกอบการขนส่งสะสมปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีจำนวนยานพาหนะที่จดทะเบียนสะสมในจังหวัดพิษณุโลก ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2565 รวมทั้งสิ้น 564,777 คัน (กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก, 2565)

เมื่อพิจารณาถึงประเด็นปัญหาดังกล่าว ร่วมกับการวิเคราะห์สภาพการจราจรในเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งพบว่ามีผลกระทบค่อนข้างหนาแน่นจึงมีแนวโน้มที่จะเป็นแหล่งกำเนิดอนุภาคมลสาร PM_{2.5}, TSP รวมทั้งมลสารในบรรยากาศชนิดสำคัญอื่นๆ เช่น HC, CO, NO_x, CO₂ และยังเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจากระดับเสียงจากบริเวณท้องถนน ตลอดทั้งปี และมีความเป็นไปได้ว่ามีทั้งระดับมลสารในบรรยากาศและระดับเสียงอาจมีระดับสูงเพียงพอที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นที่สำคัญ อาทิเช่น ถนนสายหลัก ถนนสายรอง แยกสำคัญ หรือแหล่งพื้นที่อ่อนไหวต่อการรับมลพิษทั้งด้านมลสารในบรรยากาศและเสียง ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาวิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการติดขัดของการจราจรที่มีต่อระดับ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}, PM รวม, HC, Co, NO_x, CO₂) และระดับเสียงรบกวน ณ พื้นที่ถนนสายหลัก สายรอง รวมทั้งแยกสำคัญ ในเขตพื้นที่เทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อให้ทราบข้อมูลสถานการณ์ปัจจุบัน และสามารถระบุจุดเสียงตามแหล่งกำเนิดได้อย่างแท้จริง และประเมินแนวโน้มจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตจากปัจจัยการจราจรในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงคณิตศาสตร์ อันจะนำไปสู่การวางแผนจัดการป้องกันและบรรเทาสถานการณ์โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

จุดมุ่งหมายของการศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพการจราจรและอิทธิพลที่มีต่อระดับมลสารในบรรยากาศและระดับเสียง ณ บริเวณพื้นที่ถนน 4 ประเภท (ถนนสายหลัก ถนนสายรอง พื้นที่แยกสำคัญ(สี่แยกและห้าแยก) และพื้นที่ควบคุม (ถนนสายวัฒนธรรม)) ทั้งหมด 10 พื้นที่ ในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีดังนี้

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์การจราจรโดยการวิเคราะห์จำนวนยานพาหนะและดัชนีการติดขัดของการจราจร
2. เพื่อศึกษาระดับมลสารในบรรยากาศประเภทคาร์บอนไดออกไซด์และการระบายมลสารจากยานพาหนะประเภทอนุภาคแขวนลอย
3. เพื่อศึกษาระดับเสียงเฉลี่ยและเสียงที่เพิ่มขึ้นในเวลา 1 ชั่วโมง
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านคุณภาพอากาศและเสียงระหว่างสภาพการจราจร 2 สถานการณ์ (การจราจรเบาบางและหนาแน่น) และความสัมพันธ์ร่วมกันเชิงพื้นที่
5. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพการจราจรที่มีต่อปัจจัยด้านมลสารในบรรยากาศและเสียงในพื้นที่

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาถนนสายหลักในพื้นที่เขตเทศบาลเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 10 พื้นที่ จากการจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดและประเภทของพื้นที่ รวมทั้งพื้นที่ควบคุม ดังนี้

1.3.1.1 พื้นที่เส้นทางถนนสายหลักของจังหวัดพิษณุโลกที่มีการจราจรหนาแน่น คือ

- ถนนสีหราชเดโชชัย
- ถนนสิงห์วัฒน์ (หน้าห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล)
- ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ)
- ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออก ระหว่าง อำเภอเมือง-วังทอง)

1.3.1.2 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยกสำคัญที่มีการจราจรหนาแน่นของจังหวัดพิษณุโลก

โดยพิจารณาจากโครงข่ายเชื่อมต่อเส้นทางจราจรของพื้นที่ คือ

- สี่แยกบ้านคลอง
- ห้าแยกโคกมะตูม

1.3.1.3 พื้นที่ถนนสายรองที่สำคัญ หรือแหล่งชุมชนที่สำคัญ คือ

- ถนนถนนบรมไตรโลกนาถ
- ถนนเชื่อมระหว่าง แยกต้นหว้า-ห้างสรรพสินค้าแมคโคร
- ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง)

1.3.2 พื้นที่ควบคุม

1.3.2.1 พื้นที่อ่อนไหวสำหรับสุขภาพของประชาชน กำหนดให้เป็นพื้นที่สวนสาธารณะ สำหรับพักผ่อนหย่อนใจ

- ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน

เป็นถนนที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรไม่หนาแน่นและมีกิจกรรมของชุมชนไม่หนาแน่น แต่อยู่ในเขตเทศบาลเมืองเช่นเดียวกัน เป็นพื้นที่อ่อนไหว(พื้นที่ที่ไวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive Area) หมายความว่า พื้นที่หรือองค์ประกอบ ในพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว หรือมีความเปราะบาง ที่มีโอกาสเกิดความเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในเชิงลบหากได้รับ ผลกระทบไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม จากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป) (ราชกิจจานุเบกษา กระทรวงพลังงาน ,2556) เพื่อเป็นพื้นที่เปรียบเทียบสำหรับการวิจัยกำหนดใช้พื้นที่ ถนนเชื่อมระหว่างบริเวณถนนสามแยกต้นหว้า และสามแยกแมคโคร (สาขาถนนบรมไตรโลกนาถ)

1.3.3 การกำหนดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างจำนวนยานพาหนะ และระดับเสียง

1.3.3.1 เก็บตัวอย่างเปรียบเทียบระหว่างนอกช่วงการจราจรหนาแน่นและนอกช่วงการจราจรหนาแน่น

- กำหนดการเก็บตัวอย่างจำนวนยานพาหนะและระดับเสียง เปรียบเทียบระหว่างในช่วงการจราจรหนาแน่นและช่วงการจราจรเบาบาง โดยกำหนดเก็บตัวอย่างเฉพาะวันราชการ (ซึ่งมีจำนวนยานพาหนะในช่วงหนาแน่นสูงกว่าวันหยุด) ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ โดยการสุ่มเลือกวันในการเก็บตัวอย่างในแต่ละพื้นที่เพื่อลดความลำเอียงของข้อมูล
- กำหนดเวลาในการเก็บตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงเวลาดังนี้

ช่วงการจราจรเบาบาง ระหว่างเวลา 14.00-15.00 น. และ ช่วงการจราจรหนาแน่น ในช่วงเวลาการจราจรติดขัดสูงสุดของวัน (Peak Hour Count) ในระหว่างช่วงเวลา 16.00 น. – 18.00 น. (ช่วงเวลาของช่วงการจราจรหนาแน่นมีความแตกต่างกันทั้ง 10 พื้นที่ ซึ่งรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.3 บทที่ 3)

1.3.3.2 ระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่ จำนวน 3 ชั่วโมง (10 พื้นที่/ 1ชั่วโมง/ 1เดือน) ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ.2565

1.3.4. ขอบเขตของพารามิเตอร์ตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมและปัจจัยที่สัมพันธ์ในพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษากำหนดขอบเขตของพารามิเตอร์ตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม 4 ประเภทคือ

1.3.4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศ

- อุณหภูมิ
- ความชื้น
- ความเร็วลม
- CO₂

1.3.5 สภาพการจราจร

เก็บตัวอย่างยานพาหนะโดยนับจำนวน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และ ในช่วงการจราจรหนาแน่น และประเมินสภาพการจราจรโดยวิธีการดังนี้

1.3.5.1 นับตัวอย่างจำนวนยานพาหนะแยกชนิด

นับจำนวนยานพาหนะบริเวณถนน 10 พื้นที่ดังที่ได้แสดงในหัวข้อ 1 โดยการบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ และนับแยกประเภทยานพาหนะออกเป็น 12 ชนิด ตามเกณฑ์ของสำนักอำนวยความปลอดภัย (สำนักอำนวยความปลอดภัย, 2555) (รายละเอียดแสดงในตาราง 10 บทที่ 3)

1.3.5.2 คำนวณปริมาณยานพาหนะเทียบเท่าประเภทยานพาหนะส่วนบุคคล (7 ที่นั่ง)

นำข้อมูลจำนวนยานพาหนะ 12 ประเภท (จากข้อ 3.2.1) คำนวณเพื่อปรับฐานข้อมูลให้เทียบเท่ายานพาหนะส่วนบุคคล (รถยนต์ 7 ที่นั่ง) (Passenger Car Unit/hr : PCU/hr) โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของยานพาหนะแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor: PCE) (เผ่าพงศ์, 2534) ตามเกณฑ์ของสำนักอำนวยความปลอดภัย (สำนักอำนวยความปลอดภัย, 2555) (รายละเอียดการคำนวณแสดงใน บทที่ 3)

1.3.5.3 คำนวณสภาพการจราจรเป็นอัตราส่วนระหว่าง V/C

นำผลการคำนวณยานพาหนะใน รูปแบบ PCU/hr มาประเมินสภาพการสิ้นไหลของการจราจร (หรือติดขัด) ในรูปแบบอัตราส่วน ระหว่าง ปริมาณยานพาหนะรวม (เทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล 7 ที่นั่ง (V) ศักยภาพในการรองรับจำนวนยานพาหนะได้ของถนนเส้นนั้น (C)) V/C (รายละเอียดการคำนวณแสดงใน บทที่ 3) เพื่อประเมินสภาพการจราจรตามเกณฑ์ของ เผ่าพงศ์ (2534)

1.3.6 ระดับเสียง

กำหนดการวัดระดับเสียงทั่วไปเฉลี่ยทั้งนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และ ในช่วงการจราจรหนาแน่น ดังนี้

1.3.6.1 เก็บข้อมูลระดับเสียงเฉลี่ยนอกช่วงการจราจรหนาแน่น

เก็บข้อมูลนอกช่วงการจราจรหนาแน่นดังนี้

- เก็บข้อมูลระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย ($L_{eq(1 hr)}$) และ ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ซึ่งการคำนวณนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐานเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของพื้นที่ริมถนน (ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ไม่ควรเกิน 70 (dBA)
- เก็บข้อมูลระยะเวลา 5 นาที เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย ($L_{eq 5 min}$) และ ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (L_{90}) ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งการคำนวณนี้จะนำคำนวณร่วมกับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงในช่วงการจราจรหนาแน่นตามเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษ เพื่อประเมินค่าความแตกต่างในระดับที่ก่อให้เกิดการรบกวนตามเกณฑ์มาตรฐานเสียงรบกวน (ไม่ควรเกิน 10 dBA) (รายละเอียดการคำนวณแสดงในบทที่ 3)

1.3.6.2 สํารวจจํานวนยานพาหนะในช่วงเวลาการจราจรติดขัดสูงสุดของวัน (Peak Hour Count)

- เก็บข้อมูลระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อคํานวณค่าเฉลี่ย ($L_{eq(1hr)}$) และ ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ซึ่งการคํานวณนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐานเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของพื้นที่ริมถนน (ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ไม่ควรเกิน 70 (dBA)

1.3.7 การประเมินการปลดปล่อยมลสารในบรรยากาศจากยานพาหนะ

ในการศึกษานี้ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลสาร (Emission Factor) ของยานพาหนะแต่ละชนิด โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาโดย กองวิเคราะห์คุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ (ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ประจำปี พ.ศ.2565) โดยวิเคราะห์ร่วมกับชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วของการขับขี และระยะทางการคํานวณร่วมกัน (รายละเอียดแสดงในบทที่ 3) ในการศึกษากำหนดชนิดของมลสารดังนี้

- $PM_{2.5}$
- TSPM
- CO_2

1.3.8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจรและระดับเสียง

ใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) เพื่อประเมินความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของสภาพการจราจร ทั้งค่า PCU/hr และ V/C ที่มีต่อระดับเสียง $L_{eq(1h)}$, L_{10} และเสียงรบกวน รวมทั้งพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr และ V/C เพื่อสร้างสมการทำนายประเมินสถานการณ์ในอนาคตเมื่อปริมาณยานพาหนะเปลี่ยนแปลง

1.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดเนื้อหาในการมุ่งเน้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย ดังนี้

1. ตัวแปรต้นในงานวิจัยนี้กำหนดให้เป็นสภาพการจราจร (ซึ่งในที่นี้คือ จํานวนยานพาหนะแยกชนิด จํานวนยานพาหนะเทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่ง, และค่าสภาพการจราจร (การลื่นไหลหรือการติดขัด) ในปริมาณการจราจรพื้นที่ถนนสายหลัก และสายรอง จํานวน 10 พื้นที่ ของเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก

2. ตัวแปรตามในงานวิจัยนี้กำหนดให้เป็นระดับเสียง โดยเปรียบเทียบระหว่างนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และ ในช่วงการจราจรหนาแน่น ในพารามิเตอร์ทั้งเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ระดับเสียงที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ระดับ 10 และอื่นๆ

3. ข้อมูลตัวแปรตามด้านการระบายมลสารชนิดสำคัญ คือ $PM_{2.5}$, TSPM, CO_2 โดยนำข้อมูลตัวแปรต้นคือจำนวนยานพาหนะแยกชนิด/ชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งระดับความเร็วมารวมคำนวณ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลสาร

ผลการศึกษาของข้อมูลทั้งหมดจะนำไปสู่การวิเคราะห์ สัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ระหว่างยานพาหนะและระดับเสียงในรูปแบบต่างๆ และ พิจารณาผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเหตุการณ์นอกช่วงการจราจรหนาแน่น และในช่วงการจราจรหนาแน่น เพื่อให้ทราบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันของพื้นที่เขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก

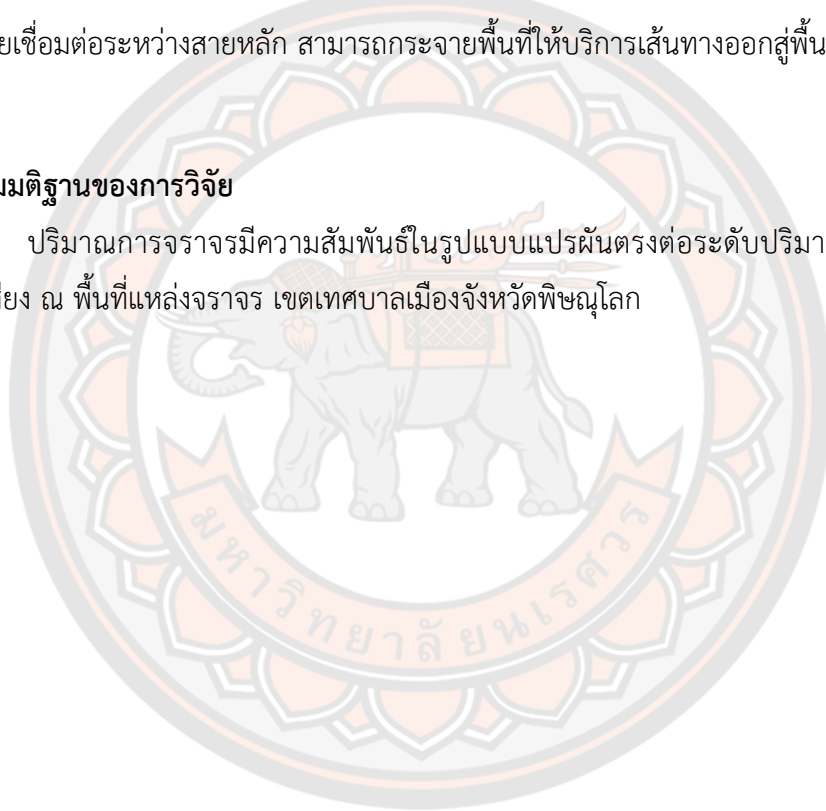
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอนลงมา
2. ระดับเสียงทั่วไป (Ambient Noise) หมายถึง ระดับเสียงรบกวนที่มีแหล่งกำเนิดหลายแหล่งกำเนิด รวมทั้งระดับเสียงพื้นฐานระยะใกล้และระยะไกล รวมทั้งแหล่งกำเนิดที่สนใจศึกษา ในที่นี้คือ แหล่งจราจร
3. ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงในช่วงการจราจรหนาแน่นหมายถึง ระดับเสียงที่วัด ณ พื้นที่ริมถนนในเขตการจราจรในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งระดับเสียงเฉลี่ยที่วัดได้ไม่ควรเกิน 70 เดซิเบลเอ ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ตามค่ามาตรฐาน (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021)
4. PCU/hr (Passenger Car Unit/hr) หมายถึง จำนวนทั้งหมดของยานพาหนะทุกประเภทเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล/1 ชั่วโมง โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของยานพาหนะแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent Factor: PCE) (สำนักอำนวยการความปลอดภัย, 2555)
5. เสียงรบกวน หมายถึง ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดขณะมีการรบกวนที่มีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงพื้นฐานและมีระดับการรบกวนเกินกว่าค่าระดับเสียงรบกวนที่กำหนดไว้ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 17 (2543) ที่ระดับ 10 เดซิเบลเอ ซึ่งหากระดับการรบกวนที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่าระดับเสียงรบกวนที่ 10 เดซิเบลเอ ให้ถือว่าเป็นเสียงรบกวน
6. ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (โดยระบุแหล่งกำเนิด) (Elevated Noise Level) หมายถึง ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่ระบุอย่างชัดเจน โดยใช้วิธีการคำนวณที่ประยุกต์จากการคำนวณเสียงรบกวน (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)
7. ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (L_{90}) หมายถึง ระดับเสียงที่ร้อยละ 90 ของเวลาที่ตรวจวัดจะมีระดับเสียงเกินระดับนี้(คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 17, 2543)

8. ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) หมายถึง ระดับเสียงที่ร้อยละ 10 ของเวลาที่ตรวจวัด จะมีระดับเสียงเกินระดับนี้
9. ระดับเสียงพื้นฐาน หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมเดิม ขณะยังไม่มีเสียงรบกวนจาก แหล่งกำเนิดเป็นระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (Percentile Level 90, L_{90})
10. ถนนสายหลัก หมายถึง เส้นทางสายประธานในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีลักษณะเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายระหว่างถนนสายหลักต่าง ๆ ในพื้นที่ และเชื่อมต่อระหว่างแยก (สี่แยกห้าแยก) สำคัญในเขตเทศบาล
11. ถนนสายรอง หมายถึง เส้นทางที่เชื่อมโยงกับถนนสายหลัก แต่ไม่มีลักษณะเป็นโครงข่ายเชื่อมต่อระหว่างสายหลัก สามารถกระจายพื้นที่ให้บริการเส้นทางออกสู่พื้นที่ย่อย

1.6 สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณการจราจรมีความสัมพันธ์ในรูปแบบแปรผันตรงต่อระดับปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ และระดับเสียง ณ พื้นที่แหล่งจราจร เขตเทศบาลเมืองจังหวัดพิษณุโลก



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปพื้นที่เมืองในเมืองขนาดใหญ่ หรือ เขตที่แสดงความเป็นเมืองของทุกพื้นที่ในโลก เป็นแหล่งที่มีการจราจรหนาแน่นมากกว่าพื้นที่อื่นๆ และพบว่าพื้นที่ถนนส่วนใหญ่ในพื้นที่ดังกล่าวถูกใช้บริการโดยยานพาหนะประเภทต่าง ๆ อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าผลจากการใช้บริการบนท้องถนนอย่างเต็มศักยภาพเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อให้เกิดการระบายมลสารออกสู่บรรยากาศหลายประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอัตราการระบายแตกต่างกันไปจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และชนิดของยานพาหนะ และยิ่งกว่านั้นยังเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง ที่พบว่าเป็นมลพิษสิ่งแวดล้อมในเขตริมถนนอันดับรองลงมาอีกเช่นกัน

การวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงให้ความสำคัญ กับการศึกษาอิทธิพลของระดับการจราจรที่มีต่อการระบายมลสาร และระดับเสียงบริเวณริมถนนสายสำคัญ ของจังหวัดพิษณุโลก โดยหนึ่งในกระบวนการสำคัญเพื่อการรองรับงานวิจัย คือการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อยืนยันสมมติฐาน และเพื่อเป็นฐานข้อมูลในอธิบายผลการศึกษา ในด้านข้อมูลพื้นฐานการจราจร การศึกษาวิจัยด้านการจราจร ข้อมูลพื้นฐานของมลสารในบรรยากาศ และระดับเสียงในท้องถนน ดังแสดงรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานด้านการจราจร

สถานการณ์ของโลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ซึ่งในปัจจุบันแต่ละประเทศมีความเจริญก้าวหน้าในทุกๆด้าน เช่น การขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ การขนส่งคมนาคม โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว การจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน ที่ก่อให้เกิดความรำคาญมากที่สุด ซึ่งเสียงรบกวนจากจราจรในปัจจุบันได้มีการพัฒนาในหลายด้าน เช่น เสียงของรถยนต์ โครงสร้าง การใช้ งาน เสียงล้อสัมผัสกับพื้นถนน เป็นต้น (พัฐจักร, 2561) ซึ่งในสหภาพยุโรป มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดปัญหามลพิษจากเสียงที่เกิดจากการจราจรทางบก เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ (Shelton and Kiss, 2005)

ในเขตเมืองพิษณุโลก พบว่าการจราจรยังเป็นแหล่งกำเนิดหลักของปัญหามลพิษทางเสียงที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ริมถนน โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งเขตเมืองพิษณุโลกที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมของภาคเหนือตอนล่าง ที่มีการ

ขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและประชากรอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้มีการจราจร การขนส่ง ที่หนาแน่นขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียงตามมา ซึ่งในอนาคตอาจมีการขยายตัวทางด้าน ประชากรและ เศรษฐกิจที่มากขึ้น และส่งผลให้มีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง อาจส่งผลให้มีการจราจรที่ หนาแน่นมากยิ่งขึ้น (อินวดี, 2552)

2.2 เขตการจราจร

ในปัจจุบันเขตเมืองและในภูมิภาค มีการขยายตัวของเขตเมืองในด้านต่างๆ เช่น ประชากร คมนาคมขนส่ง และ เศรษฐกิจ ทำให้เริ่มมีปัญหการจราจรติดขัดและมีแนวโน้มว่าปัญหาจะมีความ รุนแรงมากยิ่งขึ้น (สำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) WHO ได้ระบุว่า มลภาวะทาง เสียงจากการจราจร ส่งผลกระทบต่อสุขภาพด้านร่างกายและจิตใจ ในการดำเนินชีวิต ซึ่งที่ผ่านมา ประชาชนได้สูญเสียสุขภาพที่ดีไปในทุกๆปี ด้วยอาการเจ็บป่วย ทูพพลภาพ หรือการเสียชีวิตก่อนวัย อันควร ซึ่งสาเหตุหลักมาจากเสียงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของรถยนต์ที่สัมผัสกับพื้นถนนและความเร็ว ในการวิ่งของรถยนต์ ซึ่งปัญหานี้ได้ส่งผลกระทบต่อ

ต่อหลายๆประเทศที่มีการใช้ยานพาหนะที่สูง หรือมีการจราจรที่หนาแน่น (Lazarte, 2017) ซึ่งใน ปัจจุบันประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงในทุกด้าน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม การศึกษา วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาประเทศไปสู่ยั่งยืนในอนาคต ซึ่งในการพัฒนาในด้านต่างๆ ส่งผลให้ประชาชนมีการใช้รถ ใช้ถนน ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดตามมา และกลายเป็นปัญหาสำคัญของคนในเขตเมือง จึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงตามมา (น้ำฝน, 2557)

ในประเทศอินเดียการจราจรเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากสภาพการจราจรในประเทศอินเดีย ซึ่งมียานพาหนะที่แตกต่างกันหลากหลายประเภท และมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน มีความซับซ้อน ของยานพาหนะ ซึ่งกำลังพัฒนาช่องทางการจราจรเพื่อให้มีการเคลื่อนตัวของยานพาหนะที่คล่องตัว ขึ้น ซึ่งยานพาหนะแต่ละประเภทจะมีความคล่องตัวและการไหลแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ซึ่งได้ทำ การประเมินจำนวนยานพาหนะต่าง ๆ ตามมาตรฐานบนทางหลวง HCM 1965 ของรถยนต์ทุกชนิด บนท้องถนนโดยเปรียบเทียบกับค่าเทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่ง (PCU)

2.2.1 ลำดับชั้นของถนน

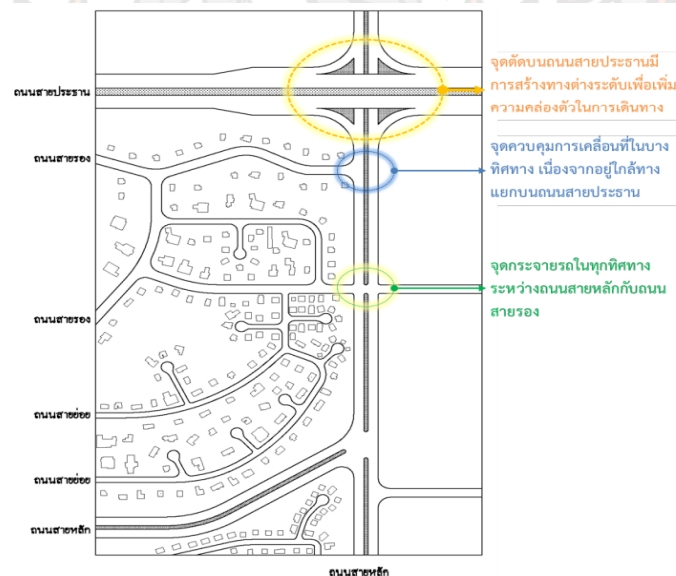
โดยทั่วไป ถนนในเขตเมือง มีหลากหลายรูปแบบและมีการให้บริการที่แตกต่างกันไป ข้อมูล จากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559) ได้ระบุลำดับชั้นของถนนออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้ (ภาพที่ 1)

(1) ถนนสายหลัก (Arterials) มีนิยามว่า เป็นถนนที่ยานพาหนะสามารถขับขี่โดยใช้ความเร็วได้ในระดับสูง เป็นถนนที่เชื่อมโครงข่ายกับจุดสำคัญต่างๆ ของ เขตเมือง เช่น ย่านการค้า ย่านธุรกิจ แหล่งทำงาน หรือเป็นเส้นหลักที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัด เป็นต้น

(2) ถนนสายรอง (Collector) มีนิยามว่าเป็นถนนที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างถนนสายหลักกับถนนท้องถิ่น เพื่อให้ยานที่พิกอาศัยสามารถเชื่อมต่อและเข้าถึงย่านอื่นๆ ผ่านถนนสายหลักต่อไป

(3) ถนนท้องถิ่น (Locals) เป็นถนนในเขตภายในตัวเมืองเป็นหลัก มีเป็นพื้นที่ที่ชุมชนอาศัยเป็นหลัก ที่ใช้พื้นฐานสำหรับเชื่อมต่อกับเขตพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างใกล้ชิดที่สุด และ ส่งผ่านปริมาณจราจรจากพื้นที่ไปยังถนนเส้นอื่น ๆ

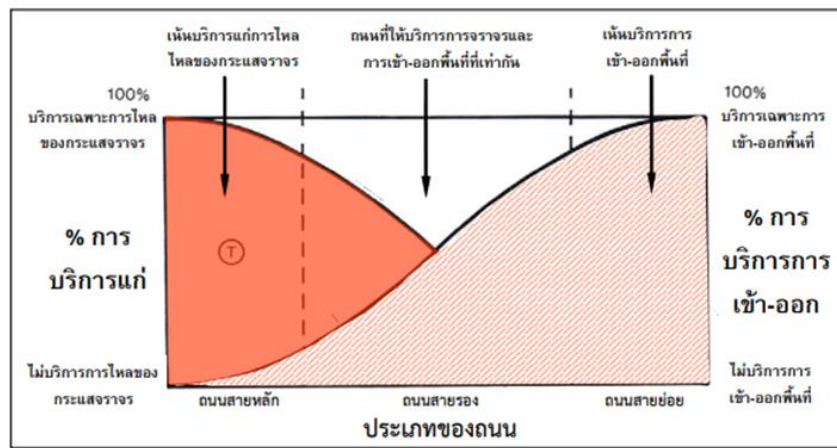
จากภาพ 1 แสดงถึง ลำดับชั้นของถนน จากถนนสายหลัก ซึ่งใช้เชื่อมต่อระหว่างเมืองแยกย่อยเป็นถนนสายรอง และถนนท้องถิ่น สำหรับเชื่อมต่อเข้าไปในพื้นที่ชุมชนทั่วไป จะเห็นได้ว่าถนนทั้งสามประเภทมีลักษณะการใช้งานที่ แตกต่างกัน ดังนั้น ถนนในแต่ละลำดับชั้น จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความสะดวกรวดเร็วในการ เดินทาง (Mobility) หรือการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) เป็นหลัก(สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)



ภาพ 1 ลักษณะแต่ละประเภทของถนนและโครงข่ายที่เกิดขึ้นตามการใช้งาน

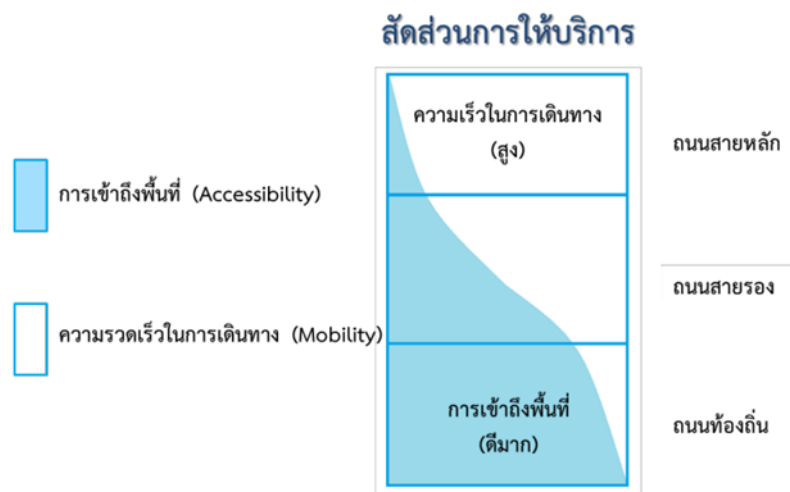
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

ภาพ 2 แสดงถึงความสัมพันธ์ของประเภทถนน การให้บริการจราจร และการเข้าออกพื้นที่ ส่วนภาพ 3 แสดงวัตถุประสงค์ของการใช้งานสำหรับถนนแต่ละลำดับชั้น จะเห็นได้ว่าถนนสายหลักมีความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางมาก แต่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้น้อย แต่ในทางกลับกันถนนท้องถิ่นจะมีการเข้าถึงพื้นที่ได้มาก แต่มีความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางต่ำ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)



ภาพ 2 ความสัมพันธ์ของประเภทของถนน การให้บริการจราจร และการเข้าออกพื้นที่

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)



ภาพ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางและการเข้าถึงพื้นที่ของถนนประเภทต่าง

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

2.2.2 การไหลของกระแสจราจรและความสัมพันธ์พื้นฐาน

การไหลของกระแสจราจรแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) กระแสจราจรไหลอย่างสะดวก (Uninterrupted flow facilities) คือการที่กระแสจราจรสามารถ เคลื่อนที่โดยไม่ถูกปัจจัยภายนอกรบกวนจนเกิดการกีดขวางกระแสจราจร เช่น ทางด่วน หรือถนนสาย ประชาน ถนนนอกเมือง

2) กระแสจราจรถูกกีดขวาง (Interrupted flow facilities) คือการที่กระแสจราจรถูกปัจจัยภายนอก รบกวนจนเกิดการกีดขวางของกระแสจราจรในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากการปล่อยสัญญาณไฟ ป้ายหยุด ป้ายให้ทาง การเกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมได้บริเวณทางแยก เป็นต้น เช่น ถนนในเมือง

2.2.3 ความสัมพันธ์พื้นฐานของการไหลของกระแสจราจร

การไหลของกระแสจราจรสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

1) ปริมาณจราจรหรืออัตราการไหล (Volume or rate of flow) คือ จำนวนยานพาหนะที่ไหลผ่าน จุดอ้างอิงบนถนนต่อทิศทางต่อช่องทางจราจร

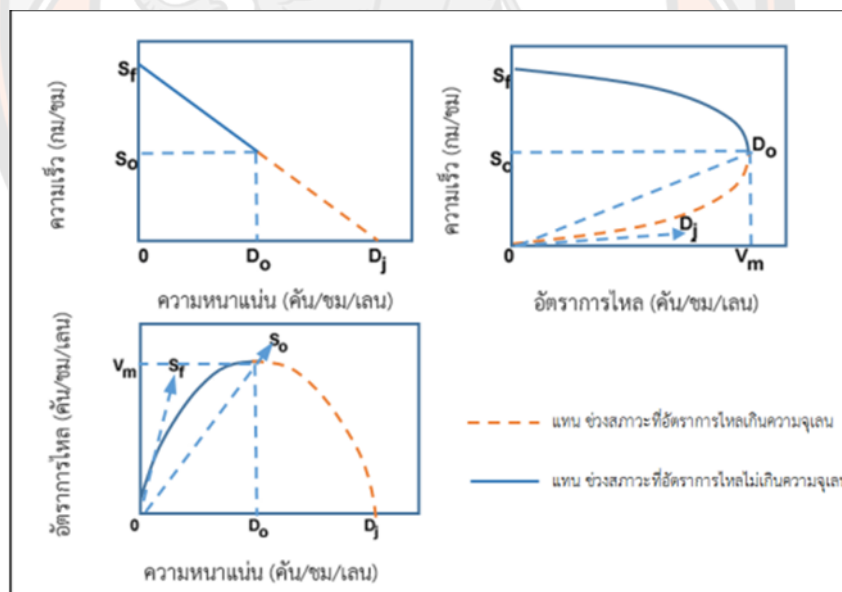
2) ความเร็ว (Speed) คือ ความเร็วของยานพาหนะแต่ละคัน เมื่อวัดจากระยะทางต่อระยะเวลาที่ใช้

3) ความหนาแน่น (Density) คือ จำนวนยานพาหนะที่อยู่ในช่วงหนึ่งของถนนหรือช่องทางจราจร

จากรูป 4 อัตราการไหล ความเร็ว และความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กันดังนี้

1) หากไม่มีอัตราการไหล (เท่ากับ 0) สามารถเกิดได้ 2 เงื่อนไขที่แตกต่างกันคือ ไม่มียานพาหนะบนถนน ทำให้ความหนาแน่นเป็นศูนย์ อัตราการไหลจึงเป็นศูนย์ หรือยานพาหนะบนท้องถนนหยุด เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ อัตราการไหลจึงเป็นศูนย์

2) ระหว่างจุดสูงสุดทั้งสองจุด อัตราการไหลที่เริ่มจากศูนย์เพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อยานพาหนะใช้ความเร็วลดลง อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดของความจุถนน (Capacity) เนื่องจากผลคูณของความเร็วและความหนาแน่นของถนนทำให้เกิดค่าอัตราการไหลมากที่สุด เรียกสภาวะนี้ว่า “Optimum speed” หรือ “Critical speed” ในกรณีของความเร็วเรียกสภาวะนี้ว่า “Optimum density” หรือ “Critical density” ในกรณีของความหนาแน่น และ “Maximum flow” ในกรณีของอัตราการไหล (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)



ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ความเร็ว และความหนาแน่น

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559)

2.3 ปัญหาของการจราจรในเขตเมือง

ปัญหาการจราจรในเมืองเกิดขึ้นได้จากหลายมิติ ได้แก่

2.3.1 ความล่าช้าในการเดินทาง

เกิดจากการเติบโตของการใช้ที่ดินในเขตเมืองส่งผลให้มีผู้อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น จึงมีความต้องการในการเดินทาง และความต้องการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเพื่อเดินทางไปยังจุดต่างๆ มากขึ้น เมื่อมีปริมาณจราจรเข้าสู่ถนนเพิ่มมากขึ้นจนเกินความจุถนนที่รองรับได้ จะทำให้เกิดการติดขัดของจราจรและทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางตามมา อีกทั้งสภาพโครงข่ายถนนที่ไม่รองรับปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางได้ จึงควรมีการจัดการจราจรที่ดีเพื่อลดปัญหานี้

2.3.2 ปัญหามลพิษ

เนื่องจากการมียานพาหนะจำนวนมากบนท้องถนนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการปล่อยมลพิษเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการติดขัดของกระแสจราจรจะพบว่าการปล่อยมลพิษของยานพาหนะมากขึ้น เนื่องจากมีการเผาผลาญเชื้อเพลิงโดยไม่จำเป็นจำนวนมาก จึงควรลดการใช้ยานพาหนะส่วนตัวด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้บริการขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถส่วนตัว การจัดการรับส่งพนักงานให้กับพนักงานที่มีพื้นที่ใกล้เคียงกัน การทำ Carpool เป็นต้น

2.3.3 อุบัติเหตุ

การเกิดอุบัติเหตุจะส่งผลให้การจราจรติดขัดมากขึ้น เนื่องจากจุดที่เกิดอุบัติเหตุจะเกิดสภาพเป็นคอขวด นอกจากนี้การเกิดอุบัติเหตุย่อมก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น การแก้ไขปัญหาจุดอันตรายจึงมีความสำคัญและถือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดระบบการจราจร จึงควรมีมาตรการในการจัดการกับอุบัติเหตุเพื่อให้ระบบกลับสู่สภาวะปกติได้เร็วที่สุด

ดังนั้น การแก้ปัญหาจึงไม่ควรมุ่งเน้นประเด็นใดประเด็นหนึ่ง จนมองข้ามความสำคัญของปัญหาในองค์รวม เช่น บางครั้งวิศวกรอาจมุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาความล่าช้าในการเดินทาง โดยมิได้พิจารณาถึงความปลอดภัยในการเดินทาง จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)

2.4 การวิเคราะห์สภาพการจราจร

ปัญหาการจราจรดังกล่าวเกิดขึ้นทั่วโลก อาทิเช่นในประเทศอินเดียซึ่งพบว่าการจราจรหนาแน่นเป็นปัญหาสำคัญ ทำให้ประเทศอินเดียมีปัญหาดังกล่าวอันดับต้น ๆ ของโลก เนื่องจากสภาพการจราจรในประเทศอินเดีย ซึ่งมียานพาหนะที่แตกต่างกันหลากหลายประเภท และมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน มีความซับซ้อนของยานพาหนะ ซึ่งกำลังพัฒนาช่องทางการจราจรเพื่อให้มีการเคลื่อน

ตัวของยานพาหนะที่คล่องตัวขึ้น ซึ่งยานพาหนะแต่ละประเภทจะมีความคล่องตัวและการไหลแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ด้วยความหลากหลายดังกล่าวทำให้ประเทศอินเดียมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานะของการจราจรจำนวนมาก หนึ่งในประเภทงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือการประเมินจำนวนยานพาหนะต่าง ๆ ตามมาตรฐานบนทางหลวง ของรถยนต์ทุกชนิดบนท้องถนนโดยเปรียบเทียบกับค่าเทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่ง (PCU) ซึ่งได้ทำการประเมิน HCM 1965

สำหรับข้อมูลการจราจร ในประเทศไทยพบว่าในปัจจุบันการคมนาคมขนส่งทางบกของประเทศไทยได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ตามยุคของเศรษฐกิจ จึงมีจำนวนยานพาหนะบนท้องถนนที่เพิ่มมากขึ้น และต้องขยายช่องทางจราจรเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับปริมาณการใช้นยานพาหนะที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปี ดังนั้นการคมนาคมขนส่งจึงเป็นปัจจัยสำคัญหลักของการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ หากระบบการคมนาคมทางบกเกิดการติดขัดอาจก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งทางเศรษฐกิจ และ สังคม ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวสำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวงจึงได้มีการประเมินสภาพการจราจรของถนนในช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจราจรติดขัดบนทางหลวง และความหนาแน่นของการจราจร โดยใช้เทคนิคการประเมินโดยค่าอัตราส่วน V/C (Volume Capacity Ratio) และความหนาแน่นการจราจร (Traffic Density : D) (สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2560) โดยการนำข้อมูลจาก ผลการคำนวณของยานพาหนะใน รูปแบบ PCU/hr (Passenger Car Unit/hr) คือ จำนวนทั้งหมดของยานพาหนะทุกประเภทเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล/1ชั่วโมง โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของยานพาหนะแต่ละชนิด (สำนักอำนวยการความปลอดภัย, 2555) มาประเมินสภาพการสิ้นไหลของการจราจร(หรือติดขัด) (V/C) ในรูปแบบอัตราส่วน ระหว่างปริมาณยานพาหนะรวม (เทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล 7 ที่นั่ง (V) ศักยภาพในการรองรับจำนวนยานพาหนะได้ของถนนเส้นนั้น (C)

สำหรับประเทศต่าง ๆ ของโลก ก็ได้ใช้เทคนิคการประเมินที่คล้ายคลึงกัน โดยพบว่า การประเมินสถานะการจราจรด้วยค่า PCU โดยคำนวณให้จำนวนยานพาหนะทุกประเภทให้เทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล (PCU :Passenger Car Unit) นั้นได้รับความนิยมในพื้นที่ที่มียานพาหนะหลากหลายชนิด เพื่อให้ข้อมูลจากการประเมินนั้นนำไปสู่การวางแผนการรับมือกับสถานะการจราจรที่แตกต่างกันอย่างแม่นยำ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินยานพาหนะในรูปแบบของ PCU (Passenger Car Unit/hr) ได้รับการวิเคราะห์พบว่า มีทั้งข้อดี และ ข้อจำกัดซึ่งนักวิจัยกลุ่มหนึ่ง ได้กำหนดค่าของ PCU แต่ในขณะเดียวกันมีนักวิจัยบางกลุ่ม ได้ตระหนักถึงลักษณะของพลวัตที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ดังนั้นหากกำหนดค่าของค่าของ PCU อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนได้ จากนั้นได้มีการศึกษาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่า PCU ตามลักษณะการจราจร ลักษณะของถนน และ ปัจจัยอื่นๆ ซึ่งได้มีการทบทวนค่า PCU ในปัจจุบัน พบว่าค่า PCU

ที่ได้รับการแนะนำในเอกสารพบว่าเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละพื้นที่ (ลักษณะการจราจร ลักษณะการขับชี่ยานพาหนะ) ที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความไม่สอดคล้องกันในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแต่ละประเทศ และยิ่งพบว่าค่า PCU ยังมีความแปรผันตามปัจจัยควบคุมอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน (Sharma and Biswas (2020)

ดังได้กล่าวถึงในเบื้องต้น พารามิเตอร์ในการไหลของการจราจรนั้นส่งผลต่อการติดขัด หรือการเคลื่อนตัวของจราจรในแต่ละพื้นที่ ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้มีผลต่อการวางแผนออกแบบและการดำเนินงานรองรับการจราจร ปัจจุบันคณะกรรมการวิจัยการขนส่งทางหลวงของอเมริกา (HCM :The Highway Research Board) ได้จัดทำมาตรฐานการคำนวณเกี่ยวกับความจุทางหลวงและระดับการให้บริการ (Level of Service) สำหรับถนนทุกประเภท และตีพิมพ์เป็นคู่มือความจุทางหลวง (Highway Capacity Manual) ออกมาเผยแพร่สำหรับประเทศต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่นคู่มือปี ค.ศ. 2010 (Transportation Research Board 2010) ได้ใช้รูปแบบการประเมินสภาพการจราจรด้วย PCU เพื่อประเมินสภาพการจราจรของอเมริกา อย่างไรก็ตามชนิดของยานพาหนะในถนนของอเมริกาในแต่ละพื้นที่นั้นมักจะเป็นประเภทเดียวกัน และส่วนมากมักจะเป็นยานพาหนะส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง (passenger cars) ในขณะที่สัดส่วนของรถบรรทุก

มีจำนวนน้อย (ในเขตเมือง) และพฤติกรรมการขับชี่จะมีความเป็นระเบียบตามกฎหมาย ซึ่งจะแตกต่างจากประเทศในโซนเอเชียที่มีความหลากหลายของชนิดยานพาหนะและรูปแบบของการจราจรที่แตกต่างและหลากหลายมากกว่าทั้งชนิดรถและพฤติกรรมการขับชี่ ดังนั้น ค่า PCE (ค่าถ่วงน้ำหนักการให้บริการถนนให้เทียบเท่ากับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล) จึงควรเป็นค่าเฉพาะสำหรับแต่ละพื้นที่ และควรมีการประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม (Kumar et al., 2018)

วรพล และ ปันดดา (2557) ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระแสจราจรในเขตเมือง ระหว่าง ความเร็วและอัตราการไหล ความเร็วและความหนาแน่น และอัตราการไหลและความหนาแน่น เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของตัวแปรกระแสจราจรบน ถนนที่ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลกระทำที่ถนน แจ้งวัฒนะตำบลบางตลาด นนทบุรี ซึ่งได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการไหลปกติ และ ช่วงอัตราการไหลที่สภาพการจราจรติดขัด พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกระแสจราจร จากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราการไหล ความเร็วและความหนาแน่น อัตราการไหลและความหนาแน่น มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับทฤษฎี ของ Greenshields ซึ่งทฤษฎีของ Greenshields คือความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่นบนขวงถนน (Basic freeway segment) ที่ได้รับการศึกษาและนำเสนออย่างหลากหลาย โดยแบบจำลองความเร็วและความหนาแน่นบนขวงถนนแบบเชิงเส้นซึ่งถูกนำเสนอครั้งแรกในปี ค.ศ. 1934 โดย Greenshields (ฤทธิ, 2542)

2.5 การปล่อยมลสาร และ CO₂ จากภาคส่วนการจราจร

มลพิษทางอากาศ เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญมากของเมืองใหญ่ ซึ่งในขณะเดียวกันก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก พบว่ามากกว่าร้อยละ 37-49 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ถูกปล่อยออกมาจาก 50 เมืองใหญ่ (Marcotullio et al., 2013) นอกจากนี้ยังพบว่ามลสารทางอากาศและและก๊าซเรือนกระจก ในเขตเมือง มีแหล่งกำเนิดหลักจากการปล่อยของท่อไอเสียยานพาหนะชนิดต่าง ๆ (Pachauri et al., 2014) สารมลพิษจากท่อไอเสีย มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง (Mage et al., 1996) จากสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2554 - 2561 ในภาพรวม มีแนวโน้มที่ทรงตัว แต่พบว่าฝุ่น PM_{2.5} ก๊าซโอโซน ฝุ่น PM₁₀ และสารเบนซิน เกินค่ามาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) นอกจากนี้นโยบายและมาตรการควบคุม การระบายสารมลพิษจากยานพาหนะด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ มีประสิทธิภาพในการบรรเทาการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศได้มากกว่าก๊าซเรือนกระจก มาตรการจำกัดจำนวนรถยนต์และการส่งเสริมการใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับมาตรการจัดการคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น (วรรณรัฐ, 2563)

จากการประมาณการของรายงานแนวโน้มความเป็นเมืองของโลก 2018 ประชากรโลกอาศัยอยู่ในเขตเมืองร้อยละ 55.3% (DESA, 2018) ซึ่งทำให้ประชากรจะต้องเผชิญกับมลพิษในระดับสูงที่ปล่อยออกมาจากการจราจรบนท้องถนน ซึ่งการจราจรจากการขนส่งบนท้องถนนเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิด PM_{2.5} ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และมลพิษทางอากาศที่เป็นพิษอื่นๆ (Yang et al., 2019) ซึ่งผู้โดยสาร และผู้ที่สัญจรบนท้องถนนเป็นผู้ที่สัมผัสการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะโดยตรง (Dallmann et al., 2014) ซึ่งการสูดดมเข้าไปเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5}) ในระบบทางเดินหายใจ ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และทำให้เกิดการเสียชีวิตและการเจ็บป่วยที่สูงขึ้น (WHO, 2006) นอกจากนี้ PM ที่เกิดจากท่อไอเสียรถยนต์ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพหลายอย่าง เช่น โรคหัวใจ และหลอดเลือด โรคปอด และมะเร็ง (Geller et al., 2006) ซึ่งการปล่อยมลพิษไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย เช่น การเกิดฝนกรด และ ภาวะโลกร้อน ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่ก่อให้เกิด มลพิษ และ ปัญหาต่างๆ ซึ่งปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นบนท้องถนนที่เกิดจากยานพาหนะซึ่งมีหลายปัจจัย เช่น คุณลักษณะของเชื้อเพลิง สภาพการใช้งาน ประเภทของเครื่องยนต์ และการควบคุมการปล่อยท่อไอเสีย (Jin et al., 2017) ซึ่งได้เปรียบเทียบการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน และดีเซล พบว่ามีการปล่อยมลพิษที่แตกต่างกัน (Hao et al., 2019)

ปัจจุบันปัญหามลพิษจากการใช้ยานพาหนะ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย กำลังประสบปัญหาในการใช้รถยนต์ เพื่อทำเดินทาง หรือทำกิจกรรมต่างๆมากขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาด้าน

การจราจรติดขัด ที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ สุขภาพจิต และ ทางด้านร่างกายของมนุษย์ รวมไปถึงการสะสมของสารพิษในร่างกาย เช่น CO, HC, NO_x จากปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มสูงขึ้น และเป็นอีกหนึ่งสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก หรือที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภท CO₂ จากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ (Williams et al., 2015)

มลพิษที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และฝุ่น PM ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Kim et al., 2018) ได้มีการศึกษาหลายครั้งเกี่ยวกับการปล่อย PM ของยานพาหนะที่ใช้น้ำมัน แก๊สโซลีน และ ดีเซล พบว่าเครื่องยนต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีอัตราการปล่อยมลพิษที่สูง และยานพาหนะที่มีการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน และ ดีเซล มีอนุภาคของสารมลพิษที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย คือ แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ตะกั่ว (Pb) และ แอนติโมนีหรือพลวง (Sb) (Yang et al, 2019)

ในช่วง 30-40 ปีที่ผ่านมา มีการปล่อยฝุ่นละออง(PM) จากท่อไอเสีย ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), และไฮโดรคาร์บอน (HCs) ลดลงอย่างมาก ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีน และ ดีเซล ซึ่งภายหลังได้มีการพัฒนาให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านกฎระเบียบที่เข้มงวด ในการปลดปล่อยมลพิษ (ระดับ 3 ในสหรัฐอเมริกา, LEV III ในแคลิฟอร์เนีย และ กฎยูโร 6 ในสหภาพยุโรป) มลสารจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน แก๊สโซลีน และ ดีเซล (ตาราง 1) ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ยานพาหนะที่เพิ่มมากขึ้นก็ตาม ซึ่งผลจากการควบคุมการปล่อยก๊าซจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ พบว่าคุณภาพอากาศในเมืองต่างๆดีขึ้นเรื่อย ๆ ในสหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป ซึ่งจะมีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจในเขตเมืองในอนาคต (Winkler et al. 2018)

ตาราง 1 การเปรียบเทียบมาตรฐาน การปล่อยมลพิษของยานพาหนะใน สหรัฐอเมริกา และ สหภาพยุโรป จากการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมัน Gasoline จากระถไฟฟ้า ประเภท ICE และ BEVs เบรก และการสึกหรอของยาง

mg/km	
PM2.5	
Vehicle standards (test cycle)	
US Tier 3	2
Euro 6 (gasoline)	0.3b
Euro 6 (diesel)	0.3b
US 2017 ICE	
Best-in-class (HEV) (test cycle) ⁴²	0.06c v
2016 fleet averaged (onroad)	
EU ICE	
Average Euro 6 gasoline DI ICE (RDE) ⁴	0.2–0.4b
Typical 2017 BEV electricity emissions	
2014 US elec. grid	7
2016 US elec. grid	
2030 US elec. grid	
Brake and Tire Wear	
Brake wear	2–6
Tire wear	1–5 (PM _{2.5}) 4–13 (PM ₁₀)

aBased on 5 mg S/kg fuel, fully converted to SO₂ during combustion, 8 L/ 100 km (29.4 miles per gallon)

bBased on particle number standard of 6 × 10¹¹ #/km; 2 × 10¹² #/km equals 1 mg/km. PM mass standard is 4.5 mg/km

cTotal PM

dChicago, IL area; assumed 22 miles per gallon gasoline [FHWA Highway Statistics 2016, Table VM-1]

ที่มา: Winkler et al, (2018)

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) ส่วนใหญ่มาจากการปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้ การขนส่งทางบกถือเป็นหนึ่งในแหล่งสำคัญของการปล่อย $PM_{2.5}$ ซึ่งพบการเพิ่มขึ้นของการคมนาคมขนส่งบนท้องถนนถึง 6.17 พันล้านกม./กม² และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของยานพาหนะที่สัญจรบนท้องถนนและปริมาณการเพิ่มขึ้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ $PM_{2.5}$ อยู่ที่ระดับ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพที่มากมาจากการขนส่งเพียงร้อยละ 1.09 และยิ่งกว่านั้น พบว่าการขนส่งทางบกทำให้ประชากรในพื้นที่เสียชีวิตจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ก่อนวัยอันควร ในช่วงปี 2003-2016 ถึง 50,223 คน คิดเป็นร้อยละ 6.49 ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตปริมณฑล ทั้งนี้การที่จะลดปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างทางสถานะทางเศรษฐกิจ หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้นด้วย (Li and Managi, 2021)

ในปัจจุบัน ทั่วโลกเกิดปัญหาภาวะโลกร้อน ที่เกิดจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจก จึงทำให้สภาพอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น และมีผลกระทบต่าง ๆ ตามมา เช่น ปัญหาภาวะโลกร้อน น้ำท่วม ภัยแล้ง โรคระบาด และภัยพิบัติอื่น ๆ ทางธรรมชาติ พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอันดับหนึ่งของโลกคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2) และมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยในบรรยากาศโลกประมาณ 413.2 ppm ในปี ค.ศ. 2020 ประมาณว่าเพิ่มขึ้นถึง 149% เทียบกับยุคก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม (WMO, 2021) และยังพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีแหล่งกำเนิดสำคัญคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล จากภาคการขนส่ง นั่นคือ จากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะในภาคส่วนคมนาคมนั่นเอง(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) พบว่าเฉพาะภาคส่วนคมนาคมเป็นแหล่งปลดปล่อย CO_2 ถึง 1 ใน 5 ส่วน ของปริมาณ ที่ถูกปลดปล่อยออกมาทั้งหมดของโลก (IEA, 2020)

กลไกการปลดปล่อย CO_2 จากน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นเกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงเช่นน้ำมันเบนซิน (Gasoline) มีธาตุคาร์บอน (C) และ ไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นในระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงคาร์บอนรวมตัวกับออกซิเจน (O_2) ในบรรยากาศ ทำให้รวมเป็นสารประกอบ carbon dioxide (CO_2) นั่นเอง และยังส่งผลต่อการปลดปล่อยมลสารประเภทอื่น ๆ ได้อีก เช่น NO_x เป็นต้น (National Resource, Canada, 2014)

จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยในปี 2564 พบว่าลดลงจากปีก่อน เนื่องจากปัญหาการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในประเทศต่างๆทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ซึ่งการปล่อยก๊าซ CO_2 ในประเทศไทยจากภาคการขนส่ง มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO_2 ถึงร้อยละ 28 ซึ่งพบว่าการลดลงจากปีก่อน ถึงร้อยละ 7.4 เนื่องจากสถานการณ์โควิดที่มีการจำกัดการเดินทาง โดยมาตรการทำงานที่บ้าน (Work from home) ทำให้การใช้ยานพาหนะในการเดินทางลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในสถานการณ์ปกติ

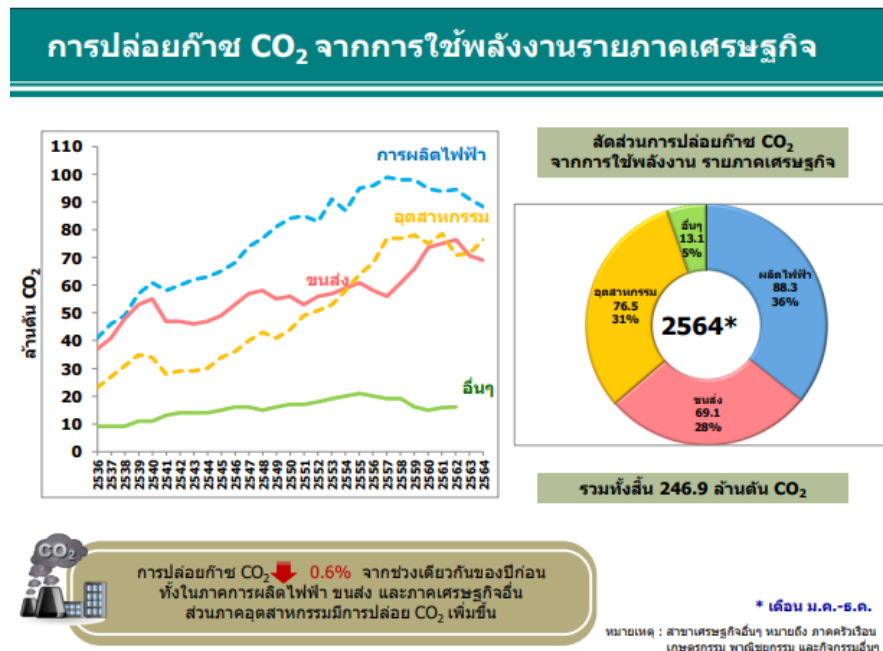
ก่อนเหตุการณ์โรคระบาด โควิด 19 พบว่าในปี พ.ศ. 2562 ระดับ CO₂ จากภาคการขนส่งเพิ่มขึ้น 2% (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) ทั้งนี้การปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้พลังงานแยกรายชนิดของเชื้อเพลิง พบว่าเชื้อเพลิงหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อย ก๊าซ CO₂ ได้แก่ น้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน/ลิกไนต์ โดยในปี 2564 น้ำมันสำเร็จรูป มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ สูงที่สุด คือร้อยละ 37 และยังพบว่าน้ำมันสำเร็จรูป มีการปล่อยก๊าซ CO₂ ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีก่อนถึงร้อยละ 5.9 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2564)

ตาราง 2 ปริมาณการปล่อย CO₂ รายภาคเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564

						การเปลี่ยนแปลง (%)		
	2560 (2017)	2561 (2018)	2562 (2019)	2563 (2020)	2564 (2021)	2562	2563	2564
ภาคการผลิตไฟฟ้า	94.7	93.9	94.4	90.9	88.3	0.5	-3.7	-2.9
ภาคการขนส่ง	73.6	75.2	76.7	74.6	69.1	2.0	-2.7	-7.4
ภาคอุตสาหกรรม	75.2	78.4	70.4	69.6	76.5	-	-1.2	9.9
ภาคเศรษฐกิจ อื่นๆ	15.0	15.9	16.0	13.5	13.1	10.2	-	-2.5
รวม	258.5	263.4	257.4	248.5	246.9	0.5	15.8	-2.3
						-2.3	-3.5	-0.6

หมายเหตุ; หน่วย : ล้านตัน CO₂

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2564)



ภาพ 5 การปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้พลังงานรายภาคเศรษฐกิจ

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2564)

มีข้อมูลต่าง ๆ จากการวิจัยและการศึกษาที่ได้กล่าวถึง และยืนยันได้ว่าแหล่งคมนาคมเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญต่อการปลดปล่อย CO₂ อาทิเช่น Youngguk and Seong-Min (2013) ได้ระบุรายงานที่สอดคล้องกันว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากภาคการขนส่งทางบก เกิดขึ้นขณะใช้ยานพาหนะบนท้องถนน เนื่องจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เมื่อยานพาหนะวิ่งด้วยความเร็วสูง หรือ มีปริมาณการจราจรที่หนาแน่น ก็จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นเกิดจาก การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ในภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง ซึ่งมีผลกระทบต่อสมดุลของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความเป็นอยู่ จึงส่งผลให้เกิดความต้องการในการอุปโภคและบริโภคสินค้ารวมถึง การบริการต่าง ๆ เพิ่มมากยิ่งขึ้น

สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ปล่อย CO₂ แหล่งใหญ่ ประมาณ 1 ใน 3 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลก พบว่าแหล่งกำเนิดสำคัญซึ่งมาจากภาคการขนส่งเช่นกัน โดยพบว่าเป็นแหล่งปลดปล่อย ถึงร้อยละ 80 ซึ่งชนิดของยานพาหนะที่ปลดปล่อยหลักคือรถยนต์ส่วนบุคคล

และรถบรรทุก ด้วยปัญหาดังกล่าวหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงได้กำหนดนโยบายและได้ผลักดันให้มีการใช้เทคโนโลยีผลิตรถยนต์ยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพในการลดการปล่อยมลสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ร่วมกับการผลักดันให้มีการพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก และสร้างมาตรการในด้านการจราจร เพื่อลดระยะทางในการเดินทางในภาพรวมทั้งหมดเพื่อลดการปล่อย CO₂ จากภาคการขนส่ง ปัจจุบันอเมริกายังได้ผลักดันให้มีการส่งเสริมการปรับปรุงการผลิตยานพาหนะที่มุ่งเน้นให้เล็กและเบามากขึ้น (โดยยังคงความปลอดภัย) ปรับปรุงประสิทธิภาพและแนะนำเทคโนโลยีทางเลือก แต่ในปัจจุบันแนวทางดังกล่าวยังไม่ประสบความสำเร็จมากนักเนื่องจากปัญหาการจราจรคับคั่งยังคงเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อย CO₂ ก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน (Barth and Boriboonsomsin, 2009)

2.6 ข้อมูลพื้นฐานและแหล่งกำเนิดฝุ่น

ฝุ่นละออง (Particulate matter) เป็นอนุภาคแขวนลอยอยู่ในอากาศซึ่งมีแหล่งกำเนิดต่างกันไป ฝุ่นแต่ละชนิด ลักษณะทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ แตกต่างกันไป ซึ่งฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในอากาศเกิดจากการพัด ทุบ ตี จะทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดจะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศและตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดมลพิษฝุ่นละอองและเป็นผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน และสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ และ สภาพของผู้รับมลพิษ (วงศ์พันธ์ , 2543) ดังนี้

การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ (transportation and transformation of pollutants) ได้แก่ สภาพอุตุนิยมวิทยาและสภาพแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษ สภาพอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ(กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งส่งผลต่อสภาพอากาศ ความกดอากาศ ทิศทางลมประจำฤดู อุณหภูมิ ปริมาณ ฝน ความชื้น ทำให้ระดับฝุ่นละอองในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีระดับสูง เนื่องจากสภาพอากาศแห้ง และทิศทางลมตะวันออกเฉียงเหนือพัดพาฝุ่นละอองจากการเผาชีวมวลในพื้นที่ เกษตรกรรม ประกอบกับการแปรปรวนสภาพอากาศรายวัน หากในช่วง วันดังกล่าวมี อุณหภูมิต่ำ ความกดอากาศสูง ท้องฟ้าปิด สภาพอากาศสงบนิ่งไม่กระจายตัว จะเกิดการสะสมของมลพิษทำให้ระดับมลพิษสูงกว่าปกติ (วงศ์พันธ์ , 2543)

สภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษอากาศ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา ชายฝั่งทะเล รวมถึงสิ่งกีดขวาง ลมที่พัดพามลพิษให้แพร่กระจายและเจือจาง เช่น อาคาร และสิ่งปลูก สร้าง ฝั่งเมืองได้กำหนดความหนาแน่นและการกระจายตัวของการใช้

ประโยชน์ที่ดินโดยเฉพาะที่พักอาศัยหรือ ผู้ที่ได้รับมลพิษ ที่ตั้งและการกระจายตัวของแหล่งกำเนิดมลพิษ จะส่งผลต่อระดับมลพิษในพื้นที่ได้ลม ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

สภาพของผู้รับมลพิษ ได้แก่ สภาพส่วนตัวของผู้รับมลพิษ เช่น ความเสี่ยงต่อการรับมลพิษ เป็นผลมาจากอาการป่วย สภาวะความเป็นเด็กหรือคนชรา และความไวต่อการรับมลพิษ (Sensitivity) และสภาพภายนอก ได้แก่ อาชีพ กิจกรรม การเดินทาง ที่ตั้งที่ทำงานและที่พักอาศัย รวมถึงสภาพที่ทำงานและที่พักอาศัย ซึ่งจะส่งผลต่อระดับมลพิษที่ได้รับและความรุนแรงของอาการของแต่ละรายบุคคล ซึ่งการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศจะใช้ข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยาของประชากรทั้งหมดในพื้นที่ โดยคำนึงถึงกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงเป็นพิเศษ ประกอบด้วยทั้งสองปัจจัยที่กล่าว เป็นข้อมูลที่สำคัญในการจัดการมลพิษอากาศ แต่เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในการจัดการมลพิษอากาศคือแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ทั้งนี้ในการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศและการกำหนดมาตรการควบคุมมลพิษอากาศ จะต้องสามารถระบุถึงแหล่งกำเนิดที่สำคัญและมีข้อมูลสัดส่วนที่มาของแหล่งกำเนิดมลพิษดังกล่าวในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดลำดับความสำคัญของมาตรการควบคุมมลพิษอากาศ รวมถึงการประเมินความคุ้มค่าของแต่ละมาตรการ (นพภาพร และคณะ, 2550)

2.6.1. แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

1) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น จากภูเขาไฟระเบิด จากมลภาวะต่างๆ และจากอีกหลายๆอย่างในสภาพแวดล้อมทั่วไป

2) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์

เช่น การคมนาคม จาการรถบรรทุก ดิน หิน ทราย การก่อสร้างถนนใหม่ การก่อสร้างจากการรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฝืน ส่งผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ โดยพบว่าหากฝุ่นละอองยังมีขนาดเล็กเท่าไหร่ ก็ยังสามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจในระดับลึกลงไปได้เรื่อย ๆ จากจมูก ปอด หลอดลม ถุงลม จนกระทั่งอาจเข้าสู่กระแสเลือดได้ (ธรรมสินธ์, 2560)

2.6.2. ขนาดและประเภทของฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง จะมีการจัดแบ่งประเภทตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ได้แก่

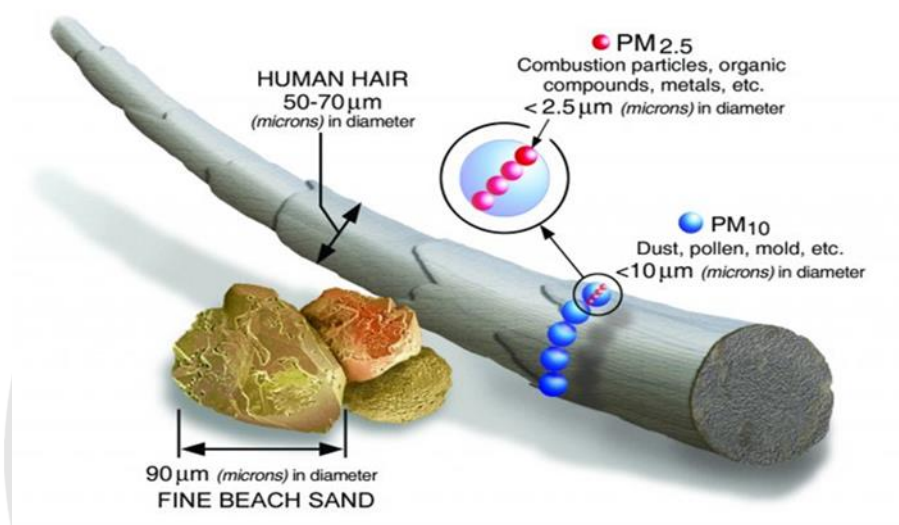
1) Total Suspended Particle (TSP)

เป็นฝุ่นที่รวมฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50-100 ไมครอนลงมา

2) PM₁₀ (Particulate matter less than 10 micron)

เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนลงมา

- 3) $PM_{2.5}$ (Particulate matter less than 2.5 micron)
 เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอนลงมา
- 4) $PM_{0.1}$ (Particulate matter less than 0.1 micron) หรือ Ultra-fine particle
 ในปัจจุบันมีการเพิ่มฝุ่นอีกหนึ่งประเภทเข้ามา คือ Ultra-fine particle หรือ $PM_{0.1}$ หรือ ฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 ไมครอนลงมา (ธรรมสินธ์, 2560) (ภาพ 6)



ภาพ 6 ขนาดและประเภทของฝุ่นละออง

ที่มา: EPA (2022)

2.7 สถานการณ์และปัญหาของฝุ่น $PM_{2.5}$

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน เทียบได้ว่ามีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นผมมนุษย์ เล็กจนขนจมูกของมนุษย์ที่ทำหน้าที่กรองฝุ่นนั้นไม่สามารถกรองได้ สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินหายใจ กระแสเลือด และเข้าสู่อวัยวะอื่น ๆ ในร่างกายได้ ฝุ่นเป็นพาหะนำสารอื่นเข้ามาในร่างกายได้ด้วย เช่น แคดเมียม ปรอท โลหะหนัก และสารก่อมะเร็งอื่น ๆ สาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่น ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มาจากสองแหล่งกำเนิดใหญ่ๆ แหล่งกำเนิดโดยตรง ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การคมนาคมขนส่ง การผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรม การผลิต การรวมตัวของก๊าซอื่น ๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) รวมทั้งสารพิษอื่น ๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ เช่น สารปรอท (Hg),

แคดเมียม (Cd) อาร์เซนิก (As) หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่เป็นอันตรายและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และในปีพ.ศ.2556 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดให้ PM_{2.5} อยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็งจนถึงปัจจุบันเนื่องจากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ทำให้กรมควบคุมมลพิษประเทศไทยได้ติดตามตรวจสอบระดับฝุ่น PM_{2.5} และได้จัดสถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{2.5} จำนวน 19 สถานีใน 14 จังหวัดทั่วประเทศที่สามารถติดตามตรวจสอบและรายงานค่า PM_{2.5} (Greenpeace, 2560)

2.7.1. มาตรฐาน PM_{2.5} ในประเทศไทย และ WHO

องค์การอนามัยโลก หรือ World Health Organization (WHO) ได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละออง PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ปี ไว้ที่ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไว้ที่ ระดับ 25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่กรมควบคุมมลพิษของประเทศไทย กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองเฉลี่ย 1 ปี ที่ระดับ 25 ไมโครกรัม/ ลูกบาศก์เมตร และเฉลี่ย 24 ชั่วโมงที่ระดับ 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังตาราง 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) รายงานของธนาคารโลก (World Bank) ที่ระบุว่า ประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศมากถึง 50,000 ราย ส่งผลไปถึงระบบเศรษฐกิจ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่รัฐต้องสูญเสียเกี่ยวกับค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยจากมลพิษทางอากาศนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

นอกจากเกณฑ์ค่ามาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 1 แล้ว ยังสามารถใช้เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย แบ่งดัชนีคุณภาพอากาศเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป โดยใช้เป็นตัวเปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพ ดังตาราง 4

ตาราง 3 ค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ชนิด PM_{2.5} PM₁₀ และ PM₁₀₀

ขนาดฝุ่น ละออง	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ในเวลา	ค่ามาตรฐาน	WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ เกิน 100 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม. ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.	75 35
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ เกิน 10 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม. ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.	50 25
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม. ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.	37.5 15

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2564)

ตาราง 4 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย สำหรับ PM_{2.5} ในประเทศไทย

AQI	PM _{2.5} (มคก./ลบ. ม.)	คุณภาพ อากาศ	สีที่ใช้	ข้อความแจ้งเตือน
0 - 25	0 - 25	ดีมาก	ฟ้า	เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการ ท่องเที่ยว
26 - 50	26 - 37	ดี	เขียว	สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการ ท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51-100	38 - 50	ปานกลาง	เหลือง	สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ แต่ถ้าเป็นผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ หากมีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดิน หายใจ และระคายเคืองตา ไม่ควรทำ กิจกรรมกลางแจ้งนาน

101 - 200	51 - 90	เริ่มมี ผลกระทบ ต่อ สุขภาพ	สัมผัส	ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ระคายเคืองตา ไม่ควรทำกิจกรรมกลางแจ้งนาน หรือใช้อุปกรณ์ป้องกัน ส่วนผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ แล้วมีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แขนงหน้าอกปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	91 ขึ้นไป	มี ผลกระทบ ต่อ สุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งทุกอย่างหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพ ควรปรึกษาแพทย์

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, (2564)

2.7.2. สถานการณ์ฝุ่น PM_{2.5} ในประเทศไทย

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ในประเทศไทยได้เกิดขึ้นมาระยะหนึ่งแล้ว ซึ่งในประเทศไทยเริ่มตรวจวัดค่า PM_{2.5} มาตั้งแต่ พ.ศ.2544 หลังจากนั้นกรมควบคุมมลพิษได้ทำการมอบหมายให้มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เป็นผู้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องฝุ่นละออง และคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมได้ออกประกาศการกำหนดมาตรฐานฝุ่น PM_{2.5} (ดังตาราง 2) ใน พ.ศ.2533 และ ในปี พ.ศ.2564 ปัญหามลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ PM_{2.5} ยังคงเป็นอันตรายต่อเนื่อง และเมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนธันวาคม จะเห็นได้ว่ามีหลายพื้นที่ขมุกขมัวที่เกิดจากมลพิษอากาศย่ำแย่ และภาคเหนือมีค่าเกินมาตรฐานทุกปี ย้อนดูจากสถานการณ์มลพิษในไทยตั้งแต่ปีที่ผ่านมาในกรุงเทพ และ ปริมณฑล จะเกินเกณฑ์มาตรฐานทุก ๆ ปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) ฝุ่นในพื้นที่กทม-และปริมณฑล ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ร้อยละ 65 มีแหล่งที่มาจากแหล่งกำเนิดหลัก ๆ 2 ประเภทด้วยกัน คือ 1 การคมนาคมขนส่งทางถนน โดยเฉพาะรถที่ใช้ น้ำมันดีเซล และ 2 การเผาชีวมวลประเภทต่าง ๆ ในที่โล่ง ซึ่งครอบคลุมถึงการเผาชีวมวลในที่โล่งในจังหวัดพื้นที่ภาคกลางที่อยู่รอบกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลด้วย (คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) ซึ่งสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละออง PM_{2.5}

ปี 2563 อยู่ในช่วง 20-25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลดลงกว่าปี 2562 ค่าเฉลี่ยทั้ง 6 จังหวัด คือ กทมฯ นนทบุรี สมุทรปราการ นครปฐม ปทุมธานี และสมุทรสาคร ถึง 23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลดลงจากปี 2562 ร้อยละ 12 ทั้งนี้สถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่ กทม.และปริมณฑล มีแนวโน้มดีขึ้น เนื่องจากการกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้น และติดตามตรวจสอบและรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในพื้นที่เป็นประจำทุกวัน วันละ 3 เวลา คือ 7.00 น. 12.00 น. และ 17.00 น. เพื่อแจ้งเตือน สื่อสาร และสร้างการรับรู้ให้กับประชาชน ส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนในการแก้ไขปัญหา การใช้ข้อมูลทางวิชาการในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาหมอกพิษทางอากาศ (สำนักข่าวไทยพีบีเอส, 2564)

สำหรับสถานการณ์หมอกควันภาคเหนือ มีความรุนแรงกว่าปี 2562 เล็กน้อย จำนวนวันที่ ฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน 112 วัน ซึ่งเท่ากับปี 2562 จุดความร้อนสะสมมีค่า 88,855 จุด ลดลงจากปี 2562 ร้อยละ 2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด 366 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เพิ่มขึ้นจากปี 2562 ร้อยละ 4 สาเหตุหลักมาจากการเผาในพื้นที่การเกษตรจำนวนมาก ประกอบกับสภาพอากาศที่แห้งแล้ง ส่งผลให้มีการลุกลามของไฟป่าอย่างรวดเร็ว (สำนักข่าวไทยพีบีเอส, 2564)

อย่างไรก็ตามในพื้นที่ประเทศไทยกรมควบคุมมลพิษ ได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศ เฝ้าระวังและแจ้งเตือนกรณีพบปริมาณสารมลพิษเกินค่ามาตรฐานข้อมูลคุณภาพอากาศที่ตรวจวัดได้ นำมาใช้ประกอบการกำหนดแผนงาน/มาตรการในการบริหารจัดการคุณภาพอากาศสำหรับการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเริ่มดำเนินการตรวจวัดตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมา ในปี 2560 พื้นที่กรุงเทพมหานคร มีสถานีตรวจวัด PM_{2.5} จำนวน 7 สถานี (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

จากรายงานสถานการณ์ ฝุ่น PM_{2.5} ในประเทศไทย พบว่าในปี 2563 มลพิษทางอากาศ ในภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากปี 2561 โดยพารามิเตอร์ที่เกินค่ามาตรฐาน ได้แก่ ฝุ่นละออง PM₁₀ ฝุ่นละออง PM_{2.5} ก๊าซโอโซน และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ พื้นที่ที่มีปัญหาหมอกพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีการจราจรหรือรถบรรทุกขนสงหนาแน่น และพื้นที่เขตอุตสาหกรรม ซึ่งในภาพรวมทั้งประเทศค่าเฉลี่ย PM_{2.5} รายปีเท่ากับ 24.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานจากสถานการณ์ฝุ่นละออง PM_{2.5} พบว่ามีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี 2558 แต่ในปี 2562 กลับพบค่าเฉลี่ยรายปี เกินมาตรฐานเพิ่มขึ้นจาก ปี 2561 ในเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเมื่อพิจารณาในช่วงปี 2554-2562 พบว่าฝุ่นละออง PM_{2.5} บริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สระบุรี (หน้าพระลาน) มีแนวโน้มลดลง แต่บริเวณพื้นที่ภาคเหนือยังคงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

(สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) และต่อมาในรายงานสถานการณ์ปี 2564 พบว่าในปี 2563 มลพิษทางอากาศ มีแนวโน้มที่ดีขึ้น กว่าปี 2562 เนื่องจากการแก้ปัญหาหมอกควันด้านฝุ่นละออง ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของ โควิด 19 ทำให้ประชาชนลดการเดินทางออกนอกพื้นที่ การจราจรขนส่งลดลง แต่ก็พบจังหวัดที่เกินค่ามาตรฐานอยู่บ่อยครั้งส่วนมากเป็นพื้นที่ภาคเหนือ และที่พบไม่เกินค่ามาตรฐานส่วนใหญ่อยู่ทางพื้นที่ภาคใต้ของประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564)

2.8 มลพิษทางเสียง

2.8.1. ผลกระทบของมลพิษทางเสียงที่มีต่อมนุษย์

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) คือ ระดับเสียงที่ตั้งในระดับที่สูงกว่าปกติ หรือมีความดังยาวนานจนก่อให้เกิดทั้งความรำคาญ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่นส่งผลต่ออาการโรคหัวใจ รวมทั้งส่งผลต่อระบบจิตสรีรวิทยา (psychophysiological effects) รวมทั้งก่อให้เกิดการรบกวนชีวิตประจำวันของประชาชน เช่นรบกวนการนอน หรืออื่นๆ จนส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยปกติของมนุษย์ (WHO, 2021)

มลพิษทางเสียงส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ดังที่กล่าวมาในเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับระดับความดังจากแหล่งกำเนิดเสียง ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ที่ได้ยิน และระยะเวลาในการได้ยินเสียงนั้น และมีข้อมูลจากการศึกษาโดย ศิวพันธ์ ชูอิน (2556) ที่ระบุว่า การที่มนุษย์ได้ยินเสียงนั้นมียอดประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ แหล่งกำเนิดเสียง ตัวกลาง และหู แต่หากคลื่นเสียงที่ปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมีความรุนแรงจะส่งผลกระทบต่อหูได้ ปัญหาที่สำคัญที่เกิดจากมลพิษทางเสียง คือ การที่หูได้ยินเสียงที่มีระดับสูงอยู่อย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน มีอาการหูหนวก และหูตึงได้

ซึ่งผลกระทบของมลพิษทางเสียง โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประการ คือ ผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิต ถ้ามนุษย์ได้ยินเสียงรบกวนที่ดังและยาวนาน จะทำให้ร่างกายหลังสารอะดรีนาลีนมากขึ้น ทำให้ความดันโลหิตสูง อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เกิดความเครียด หงุดหงิด รำคาญ ซึ่งส่งผลเสียต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงาน สองคือผลกระทบต่อ การได้ยิน ถ้าได้ยินเสียงที่ดังเกินกว่าขีดจำกัดของการได้ยิน อาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินไปชั่วคราว หรืออาจถึงขั้นสูญเสียการได้ยินถาวร โดยขึ้นอยู่กับระดับของเสียง ความถี่ของเสียง และระยะเวลาที่ ได้ยินเสียงนั้น (พิชญ์ จงวัฒนากุล, 2559; WHO, 2021)

เสียงเป็นคลื่นเชิงกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุสั่นสะเทือน ก็จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง และถูกส่งผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ ไปยังหู แต่เสียงสามารถเดิน

ทางผ่านสสารในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็งก็ได้ แต่ไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ เมื่อการสั่นสะเทือนนั้นมาถึงหู มันจะถูกแปลงเป็นพัลส์ประสาท ซึ่งจะถูกส่งไปยังสมอง ทำให้เรารับรู้ และจำแนกเสียงต่าง ๆ ได้ ซึ่งมลพิษทางเสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนนที่ส่งผลกระทบต่อ ประชากร พบว่าเสียงรบกวนมีความสัมพันธ์ทั้งทางสังคม และ ปัจเจกบุคคล ที่ก่อให้เกิดความรำคาญ (Ouis, 2001)

2.8.2. แหล่งกำเนิดเสียง

แหล่งกำเนิดเสียงสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การจำแนกประเภทตามลักษณะของการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม การจำแนกประเภทตาม ความรู้สึก และการจำแนกประเภทตามระดับความเป็นอันตราย โดยจะจำแนกตามลักษณะของการปลดปล่อยเสียงสู่สิ่งแวดล้อม คือ แหล่งกำเนิดอยู่กับที่หรือ รู้จุดปล่อยแน่นอน (Point Source) เป็น เช่น เสียงจากสถานประกอบการ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรกล โดยเสียงดังรบกวนดังกล่าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ชนิดและประเภทของเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดจากแหล่งกำเนิดดังนี้ (รัฐพล, 2554)

1) แหล่งกำเนิดประเภทแพร่กระจาย (Diffuse Source) เสียงที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณและกิจกรรมของแหล่งกำเนิดนั้น เช่น รถยนต์ รถบรรทุกโดยสาร เครื่องบิน รถไฟ และเรือยนต์

2) จำแนกตามความรู้สึกของผู้ได้ยิน

- เสียงสพอารมณ์ (Sound) หมายถึง เสียงที่ผู้ได้ยินรู้สึกสบายใจ มีความสุข เหมาะต่อการพักผ่อนหรือทำงานอย่างมีความสุข

- เสียงอึกทึก (Noise) เป็นเสียงที่ฟังแล้วเกิดความหงุดหงิดรำคาญใจ เสียสมาธิในการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจากขาดความไพเราะ ไม่นุ่มนวล หรือดังเกินไป

3) จำแนกตามระดับความเป็นอันตราย

- ระดับของเสียงส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของมนุษย์ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพ การได้ยินจึงแยกระดับความเป็นอันตราย

- เสียงปกติมีความดังอยู่ระหว่าง 0-27 dB ซึ่งไม่มีผลเสียต่ออารมณ์ผู้ฟังและอวัยวะการได้ยิน

- เสียงรบกวน มีความดังระหว่าง 28-85 dB ผู้ฟังจึงหงุดหงิด รำคาญ

- เสียงที่เป็นอันตราย คือ เสียงที่ดังเกินกว่า 85 dB

2.8.3. แหล่งกำเนิดเสียงจากการจราจร

เสียงรบกวนที่เกิดจากการคมนาคมขนส่งทางบกทำให้เกิดมลพิษทางเสียง สามารถเกิดขึ้นได้หลายปัจจัย เช่น ชนิด อายุการใช้งาน ชนิดของยาง ชนิดของผิวถนน และ สภาพแวดล้อมโดยรอบ

เป็นต้น ซึ่งกลไกการทำงานของเครื่องยนต์เป็นแหล่งกำเนิดหลักของเสียง โดยเฉพาะรถที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะปลดปล่อยเสียงรบกวนที่มีความถี่ต่ำมากกว่ารถยนต์ขนาดเล็ก เช่น รถบรรทุก หนึ่งคันที่วิ่งมาด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีความดังเทียบเท่ากับรถยนต์จำนวน 28 คัน ที่วิ่งด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยปริมาณยานพาหนะ 2000 คันต่อชั่วโมง มีความดังเป็น 2 เท่าของปริมาณยานพาหนะ 200 คันต่อชั่วโมง และการจราจรที่มีความเร็วของยานพาหนะประมาณ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความดังเป็น 2 เท่าของการจราจรที่มีความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (รัฐพล, 2554; JimRost, 2006)

2.8.4 เสียงจากการจราจรบนท้องถนน

มลพิษทางเสียงจากการจราจรบนท้องถนน เกิดการรบกวนจากเสียงที่เกิดจากยานพาหนะบนถนน โดยเสียงที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ โครงสร้างของเครื่องยนต์ และท่อไอเสีย ตลอดจนเสียงที่เกิดจากยางรถยนต์ ดังนี้ (พัฐจักร, 2561)

1) เสียงจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบนท้องถนน

เกิดได้จาก เครื่องยนต์ ล้อรถยนต์ที่สัมผัสกับถนน และ การแปรปรวนของอากาศ ซึ่งเขตการจราจรในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นมาก ยานพาหนะก็จะสามารถเคลื่อนตัวได้ช้าด้วยความเร็วที่ต่ำ ซึ่งแหล่งกำเนิดเสียงส่วนใหญ่มาจากเครื่องยนต์ สำหรับเสียงที่เกิดจากการสัมผัสระหว่างล้อยางกับพื้นถนน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงเกิดจากเสียงยางบดถนน เสียงของเครื่องเกิดจากพื้นผิวขรุขระ จากท่อไอเสีย ระบบการส่งกำลัง และพัดลมระบายความร้อน

2) เสียงจากท่อไอเสีย

ท่อไอเสีย ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการเกิดเสียง ในระดับความดังที่ปล่อยออกมาจะแปรตามอัตราการหมุนของเครื่องยนต์ เมื่ออัตราการหมุนเพิ่มมากขึ้น ระดับความดังของเสียงจะสูงขึ้น

3) เสียงจากเครื่องยนต์และโครงสร้างของเครื่องยนต์

เกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ ระดับความดังของเสียงจะขึ้น อยู่กับคุณสมบัติและขนาดของแรงที่มากกระทำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความถี่ของการสั่นสะเทือน

4) เสียงจากล้อยางสัมผัสกับพื้นถนน

การสัมผัสหรือเสียดสีระหว่างล้อยางกับพื้นผิวถนน มีผลต่อระดับเสียงค่อนข้างมาก เมื่อมีความเร็วของการเคลื่อนที่อยู่ในช่วงความเร็วสูง การออกแบบลักษณะของสภาพพื้นถนนจึงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดเสียงดัง

5) เสียงที่ปะทะด้วยยานยนต์

ระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้น เกิดจากเสียงลมที่ปะทะกับยานพาหนะ เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ระดับความดังของเสียงก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

6) เสียงจากส่วนอื่นๆ เกิดความขำรูดสีหรือ ความหลวมของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เสียงจากเกียร์ของเฟืองท้ายก็เป็นสาเหตุหนึ่งให้เกิดเสียงดังได้เช่นกัน

2.8.5. สถานการณ์มลพิษทางเสียงในประเทศไทย

มลพิษทางเสียงในประเทศไทยยังคงเป็นปัญหาใหญ่ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของคนเพราะทำให้เกิดการรบกวนการ รับรู้เสียงที่ต้องการหรือความเจ็บ และเป็นเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน ซึ่งความดังของเสียงจะขึ้นอยู่กับ ความสูงหรือแอมพลิจูด (Amplitude) ของคลื่นเสียง ส่วนความถี่ แหวมของเสียงขึ้นกับความถี่ ซึ่งเป็นเสียงที่ยังไม่สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลจากการศึกษาสถานการณ์ระดับเสียงต่อเนื่องในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าระดับเสียงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยปัญหาหลักเกิดขึ้นมาจากเส้นทางจราจร พื้นที่ริมถนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานโดยค่าเฉลี่ยในระดับมาตรฐาน ในเวลา 24 ชั่วโมง ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ (ตาราง 5 และ ตาราง 6) (รัฐพล, 2554)

จากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องเป็นผล ทำให้มีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง และการเพิ่มขึ้นของประชากรในเขตเมือง ตลอดจนมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้อย่างมากมาย ภายใต้ความเจริญรุ่งเรือง ซึ่งเป็นผลกระทบต่อเนื่องและกำลังเป็นปัญหาที่สำคัญ คือปัญหามลพิษทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งปัญหามลพิษทางด้านเสียงก็เป็นปัญหาหนึ่งที่มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณริมถนน หรือ ใกล้เส้นทางจราจร (สำนักงบประมาณของรัฐสภา, 2562)

ตาราง 5 มาตรฐานระดับเสียงและวิธีการตรวจวัด

มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป	
ค่ามาตรฐานระดับเสียง	การตรวจวัดระดับเสียงโดยทั่วไป
1. ค่าระดับเสียงสูงสุด ไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ	1. การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุด ให้ใช้มาตรฐานระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีคนอยู่หรืออาศัยอยู่
2. ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ	2. การตรวจวัดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ให้ใช้มาตรฐานระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมงใด ๆ
	3. การตั้งไมโครโฟนของมาตรฐานระดับเสียงที่บริเวณภายนอกอาคารให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยในรัศมี 3.50 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่
	4. การตั้งไมโครโฟนของมาตรฐานระดับเสียงที่บริเวณภายในอาคารให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยในรัศมี 1.00 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ และต้องห่างจากช่องหน้าต่างหรือช่องทางที่เปิดออกนอกอาคารอย่างน้อย 1.50 เมตร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564)

ตาราง 6 มาตรฐานระดับเสียงรบกวน

มาตรฐานระดับเสียงรบกวน	
ค่ามาตรฐานระดับเสียง ระดับความแตกต่างของ ระดับเสียงขณะมีการ รบกวนกับระดับเสียง พื้นฐาน(L_{90}) กำหนดระดับ เสียงรบกวนเท่ากับ 10 เดซิ เบลเอ	<p>การตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐานและระดับเสียงขณะมีการรบกวน</p> <p>1.กรณีเสียงรบกวนเกิดขึ้นต่อเนื่อง 1 ชม ขึ้นไป ให้วัดเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชม ($L_{eq}1$ hr)</p> <p>2.กรณีที่เสียงรบกวนเกิดขึ้นต่อเนื่องไม่ถึง 1 ชม. ให้วัดระดับเสียงตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง</p> <p>3.กรณีที่เสียงรบกวนเกิดขึ้นไม่ต่อเนื่อง มากกว่าหนึ่งช่วงเวลา และช่วงเวลาไม่ถึง 1 ชม. ให้วัดระดับเสียงทุกช่วงเวลาใน 1 ชม.</p> <p>4.กรณีบริเวณที่ตรวจวัดเสียงรบกวนเป็นพื้นที่ที่ต้องการความเงียบสงบ เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน และ/หรือ เกิดในช่วงเวลา 22.00-06.00 น. ให้ตรวจวัดเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที ($L_{eq} 5$ min) และบวกเพิ่ม 3 เดซิเบลเอ</p>

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาด $PM_{2.5}$ และ เสียง ในพื้นที่เขตการจราจร

$PM_{2.5}$ เป็นหนึ่งในมลสารในบรรยากาศที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพประชาชนในลำดับต้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับมลสารในบรรยากาศชนิดอื่น ๆ มีรายงานจำนวนมากระบุถึงปัญหานี้ในพื้นที่ต่างๆ ของโลก เช่น ปัญหาการสัมผัสต่อระดับเสียงรบกวนของประชาชนในเขตยุโรป โดยแหล่งกำเนิดสำคัญมาจากภาคการขนส่ง เกิดจากการจราจรบนท้องถนนซึ่งสูงกว่า 55 เดซิเบล ซึ่งองค์การอนามัยโลกระบุว่าเมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีแหล่งกำเนิดสำคัญมาจากเขตการจราจรนั้นพบว่าระดับเสียงรบกวนเพียงปัจจัยเดียวก็มีศักยภาพเพียงพอต่อสุขภาพของประชาชนในระดับอันตรายได้ เช่นเดียวการวิจัยในเขตยุโรปซึ่งยืนยันข้อมูลดังกล่าว (Eionet, 2021) ด้วยสถานการณ์ดังกล่าวจึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของมลพิษทางเสียงจากการจราจรบนท้องถนนต่อประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ จำนวนมาก ซึ่งจากงานวิจัยในเขตการจราจรในหลายประเทศมีความสอดคล้องกัน โดยแสดงให้เห็นชัดเจนว่าเสียงจากการจราจรบนถนนเป็นสาเหตุของความรำคาญ และปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับสูงคือเขตเอเชียตะวันออก เช่น อินเดีย บังคลาเทศ จนนำไปสู่

การกำหนด $PM_{2.5}$ ให้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในระดับสากล (Pal and Bhattacharya, 2012)

สถานการณ์ มลพิษทางอากาศยังคงเป็นปัญหาหลักจากการจราจรบนท้องถนน ที่การจราจรติดขัดซึ่งจะมีปัญหารุนแรงกว่าในบริเวณที่การจราจรคล่องตัว ซึ่งมลพิษเหล่านี้เกิดได้จากหลายแหล่ง เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรม ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากการคมนาคมขนส่ง ซึ่งทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

มลพิษทางเสียงในพื้นที่เขตการจราจร ยังคงเป็นปัญหาอย่างยาวนาน ซึ่งปัจจุบันมีการจัดระเบียบ เกณฑ์มาตรฐานของรถแต่ละชนิด มีมาตรการจำกัดจำนวนยานพาหนะ การส่งเสริมให้ประชาชนลดการใช้ถนนโดยมีมาตรการบังคับใช้กฎหมาย เช่น มีการตรวจสอบจำนวนพาหนะ การจำกัดความเร็วของยานพาหนะ การกำหนดและปรับมาตรฐานระดับเสียงของยานพาหนะ แต่ละชนิด (ดังตาราง 7 และตาราง 8)

ตาราง 7 มาตรฐานระดับเสียงของรถจักรยานยนต์

มาตรฐานระดับเสียงของรถจักรยานยนต์	
ค่ามาตรฐาน*	วิธีเร่งเครื่องยนต์
ไม่เกิน 95 เดซิเบลเอ ที่ระยะ 0.5 เมตร* ระดับเสียงขณะที่เดินเครื่องยนต์อยู่กับที่ โดยไม่รวมเสียงแตรสัญญาณ	เร่งเครื่องยนต์ที่ 3/4 ของความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ให้กำลังสูงสุด ถ้าความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ให้กำลังสูงสุดไม่เกิน 5,000 รอบต่อนาที หรือเร่งเครื่องยนต์ที่ 1/2 ของความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ให้กำลังสูงสุดเกิน 5,000 รอบต่อนาที

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2564)

ตาราง 8 มาตรฐานระดับเสียงของรถยนต์

ค่ามาตรฐาน	มาตรฐานระดับเสียงของรถยนต์	
	ประเภทรถยนต์	วิธีเร่งเครื่องยนต์
ไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ ที่ระยะ 7.5 เมตร หรือไม่เกิน 100 เดซิเบลเอ ที่ระยะ 0.5 เมตร* ระดับเสียงขณะที่เดินเครื่องยนต์อยู่กับที่ โดยไม่รวมเสียงแตรสัญญาณ	รถยนต์ดีเซล	เร่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบสูงสุด
	รถยนต์แก๊สโซลีน	เร่งเครื่องยนต์ที่ 3/4 ของความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ให้กำลังสูงสุด

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2564)

Nawahda (2013) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการลดความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศญี่ปุ่น ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2009 โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดมลพิษอากาศ 1,843 แห่งในญี่ปุ่น ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (RR; Relative Risk) เท่ากับ 1.04 (95 % confidence interval (CI), 1.01– 1.08) ทุก ๆ 10 มคก./ลบ.ม. ที่สูงกว่าค่ามาตรฐานรายปี 10 มคก./ลบ.ม. ขององค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาชี้ว่าคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นในช่วงเวลาที่ศึกษาช่วยลดจำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรโดยเฉพาะกับกลุ่มเสี่ยง ข้อมูลนี้ใช้ในการทำนายว่าหากทำการลดระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ ลงเหลือ 10 มคก./ลบ.ม. จะช่วยลดจำนวนผู้เสียชีวิตได้อีก 3,602 ราย ในจำนวนนี้ร้อยละ 77 เป็นกลุ่มผู้มีอายุมากกว่า 75 ปี ผลการศึกษารูปได้ว่าการปรับปรุง คุณภาพอากาศสามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรได้โดยเฉพาะกับกลุ่มผู้สูงอายุ

Shi et al. (2018) ใช้ข้อมูลระยะยาวของความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ จากดาวเทียมความละเอียดสูง (0.01×0.01) เพื่อคาดคะเนการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SSEA) ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2557 (15 ปี) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,447,000 ราย จำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรเพิ่มจาก 1,179,400 รายในปี พ.ศ. 2542 เป็น 1,724,900 และในปี พ.ศ. 2557 Shi et al. (2018) ได้แสดงถึงการใช้นวัตกรรมข้อมูลดาวเทียมเพื่อแสดงภาพความเข้มข้นมลพิษครอบคลุมพื้นที่หลายภูมิภาคซึ่งยังไม่มีข้อมูลการตรวจวัดภาคพื้นดิน เพื่อใช้ในการคาดคะเนการสูญเสียเนื่องจากมลพิษอากาศ

Mahesh (2021) รายงานถึงสถานการณ์ปัญหาของฝุ่นละออง PM_{2.5} และระดับเสียงในเขตจราจรที่มีต่อประชาชนในประเทศอินเดียโดยสรุปว่าประชาชนจำนวนหลายล้านคนในประเทศอินเดียรวมทั้งประเทศที่กำลังพัฒนาเป็นจำนวนสัดส่วนใหญ่ของประเทศที่ต้องพึ่งพาระบบขนส่งสาธารณะเช่นรถประจำทาง (รถเมล์) ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากสามารถเข้าถึงได้ง่ายและราคาไม่แพง ทำให้ประชาชนต้องประสบกับการสัมผัสกับฝุ่นละอองที่มีความเข้มข้นสูง และเสียงรบกวนที่เกินระดับมาตรฐานอยู่เสมอ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ป้ายรถประจำทาง ที่ประชาชนทั่วไปใช้เวลาในการขึ้นรถทำให้มีความเสี่ยงในการสัมผัสกับระดับฝุ่นและเสียงในระดับที่อันตรายอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในการศึกษานี้ ได้เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} และระดับเสียงบริเวณป้ายรถเมล์ 6 พื้นที่ ณ เมืองเจนไน ประเทศอินเดีย โดยใช้เซ็นเซอร์ออปติคัลแบบพกพา ราคาประหยัด เพื่อตรวจวัดฝุ่นละออง PM_{2.5} และตรวจวัดระดับเสียงโดยใช้ แอปพลิเคชัน Android ที่ติดตั้งในสมาร์ทโฟน นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลปริมาณการจราจรและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องบริเวณถนนที่อยู่ติดกับป้ายรถเมล์ ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น PM_{2.5} 1 ชั่วโมงที่วัดระหว่างเดือนมกราคมและตุลาคมมีปริมาณเท่ากับ 44.2 ไมโครกรัม/ลบ.ม. และ 48.5 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้ว ปริมาณ PM_{2.5} ของป้ายรถเมล์ทุกแห่งโดยใช้เวลารอ 15 นาทีคือ 7.6 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เสียงเฉลี่ยที่ป้ายรถเมล์อยู่ที่ 76.8 dBA อย่างไรก็ตามพบว่าระดับเสียงเกิน 95 dBA บ่อยครั้งเนื่องจากผู้ขับขี่จำนวนมากใช้แตร โดยสรุปผลการวิจัยพบว่าผู้โดยสารที่รอที่ป้ายรถเมล์ต้องเผชิญกับมลภาวะทางอากาศและทางเสียงในระดับที่ไม่ดีต่อสุขภาพ

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลการศึกษาในประเทศไทย เช่นการศึกษาโดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 (ลำปาง) ในปี พ.ศ.2562 ได้ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณบ้านแป้นโป่งชัย ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง โดยเน้นพื้นที่ในเขตใกล้ถนนที่ใช้ในการสัญจรของยานพาหนะในพื้นที่ โดยทำการเก็บตัวอย่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ในเวลา 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นละออง PM_{2.5} มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทย และผลการศึกษาในบริเวณพื้นที่อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงก็พบว่าแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เช่นผลการติดตาม ณ จุดเก็บตัวอย่างบ้านแป้นโป่งชัย พบว่ามีระดับฝุ่น PM_{2.5} ในระดับสูงเช่นเดียวกัน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง, 2562)

พิจารณาผลการศึกษาในพื้นที่เขตการจราจรในจังหวัดพิษณุโลก จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (2564) รายงานคุณภาพอากาศโดยการใช้ค่าฝุ่นละออง PM_{2.5} เป็นดัชนีในการตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัดบริเวณทางเข้าติดถนน ตำบลในเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปี 2564 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่เกินเกณฑ์มาตรฐานไปค่อนข้างมากและค่าเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเดือน มกราคม และกุมภาพันธ์ โดยมีค่าเท่ากับ 57 และ 56 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์

มาตรฐาน และมีค่าเฉลี่ยลดลงในช่วงเดือนมีนาคม และยังพบว่าค่าสูงสุด (maximum) ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2564 มีค่าเกินระดับมาตรฐานประมาณ 2 เท่า ทั้ง 3 เดือน โดยมีค่าเท่ากับ 96, 91 และ 110 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และลดลงหลังจากเดือน มีนาคม เช่นกัน

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการศึกษาในระดับฝุ่นและมลพิษทางเสียงในเขตจังหวัดพิษณุโลก พบว่ายังขาดการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมลพิษทางเสียง รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างจำนวนยานพาหนะ หรือระดับการจราจรติดขัดร่วมกับระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ และ ระดับเสียง ดังนั้นจึงควรที่จะดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาสถานการณ์ในปัจจุบันและประเมินสถานการณ์ที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในอนาคต ภายใต้ปริมาณยานพาหนะที่สูงขึ้นตามจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของจังหวัดพิษณุโลกในอนาคต

นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเมืองที่มีขนาดใหญ่และเป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งถูกขนานนามว่า "เมืองที่ไม่เคยหลับใหล" เพราะเหตุนี้จึงทำให้เกิดผลสะท้อนจากความเป็นศูนย์กลางทางด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในเรื่องของปัญหาเสียงดังรบกวนที่มีความรุนแรงมากจนกลายเป็นปัญหาอันดับ 1 ซึ่งเป็นเสียงที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน โดยเฉพาะคนและสัตว์ มีผลกระทบต่อสภาพร่างกายหรือจิตใจ รบกวนโสตประสาทต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งประชาชนได้ร้องเรียนต่อหน่วยงานท้องถิ่นเฉลี่ย 1,000 สายต่อวัน (พีรพล , 2553)

สุนันทา (2540) กล่าวว่า ผลกระทบของเสียงต่อสุขภาพของมนุษย์ เกิดจากการได้ยินเสียงรบกวนที่รุนแรง หรือเสียงดังเกินมาตรฐานที่มนุษย์จะรับได้ อาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรง (ได้แก่ หูตึง หูหนวก) และทางอ้อม (ได้แก่ เพิ่ม ความเครียด อารมณ์ขุ่นมัว ความดันโลหิตสูง ฯลฯ) เสียงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเสียงที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของเสียง ซึ่งจำแนกออกได้ 3 ประเภท ได้แก่ เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) คือเสียงที่มีความถี่เดียว เสียงผสม (Complex tone) คือเสียงที่มีหลายความถี่ผสมกันอย่างมีจังหวะที่เหมาะสม และเสียงรบกวน (Noise) คือเสียงที่มีหลายความถี่ผสมกันโดยไม่มีจังหวะที่เหมาะสม ซึ่งเสียงรบกวนเป็นเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญหรือเกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของมนุษย์

การใช้ค่า Emissions factors (EF) (ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยมลสาร) เพื่อประเมินการปลดปล่อยมลสารจากยานพาหนะเป็นวิธีการพื้นฐานที่นำมาประยุกต์ใช้ในประเทศต่าง ๆ มาเป็นระยะเวลานานหลายทศวรรษ ส่วนหนึ่งเป็นการใช้เพื่อจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลสารในบรรยากาศจากยานพาหนะ เพื่อนำไปสู่การจัดการคุณภาพอากาศในประเทศต่าง ๆ วิธีการคำนวณโดยพื้นฐานจะเป็นการประเมินโดยใช้ค่ากิจกรรม (ประเภทและปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

ร่วมกับอัตราเร็วของการขับเคลื่อน หรือ ปริมาณเชื้อเพลิง คำนวณร่วมกับ EF ของยานพาหนะแต่ละประเภทและประเภทการใช้น้ำมันเป็นต้น) (EPA, 2022)

การกำหนดค่า Emission Factor (EF) ต้องมีปัจจัยทางด้านการปล่อยมลพิษของรถยนต์ ที่ใช้น้ำมัน แก๊สโซลีน หรือ ดีเซล เพื่อสร้างสถานการณ์การวิเคราะห์สารมลพิษทางอากาศ การปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียของรถ ซึ่งการปล่อยมลพิษทางอากาศ ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงข้อมูลจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง การเสื่อมสภาพ เป็นต้น (Cai and Xie 2013)

ในงานวิจัยฉบับนี้ มีการประเมินค่าอัตราการคำนวณการระบายมลสารที่ต่างกันของยานพาหนะแต่ละชนิด ซึ่งการคำนวณ $PM_{2.5}$ โดยประเมินการระบายมลสารประเภทฝุ่น $PM_{2.5}$ ซึ่งแบ่งประเภทเป็น $PM_{2.5}$, OC, $PM_{2.5}$, BC และ $PM_{2.5}$, Sulfate โดยใช้ในการประเมินจากค่า Emission Factor (EF) หน่วย $g/mile$ สำหรับยานพาหนะส่วนบุคคลที่ผลิตในช่วงระหว่างปี 1990-2020 ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งแก๊สโซลีน และ ดีเซล ซึ่งได้กำหนดระยะทางสำหรับการประเมินที่ 1 km โดยใช้ในการประเมินมาจาก EPA (2013) และ Cai and Xie (2013) สำหรับการประเมินยานพาหนะประเภท รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) และ ยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง

การประเมินการระบายมลสารรวม TSP (Total Suspended Particulate Matter) คำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย Emission Factor (EF) หน่วย $g/mile$ สำหรับยานพาหนะที่ส่วนบุคคลผลิตในช่วงระหว่างปี 1990-2020 ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซิน และดีเซล ได้กำหนดระยะทาง สำหรับการประเมินที่ 1 km โดยประเมินร่วมกับเงื่อนไขของการขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็ว ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดที่ 10 km/hr , 20 km/hr ความเร็วระดับปานกลางที่ 40 km/hr 50 km/hr 60 km/hr 70 km/hr หรือ 80 km/hr หรือจนถึงระดับความเร็วสูงสุดของยานพาหนะชนิดนั้น ๆ โดยการเลือกค่า EF ที่กำหนดโดยกองจัดการคุณภาพอากาศนั้น จะกำหนดรุ่นของยานพาหนะที่ทันสมัยที่สุดคือเป็นรุ่นการผลิต EURO III หรือรุ่นเก่าไม่ต่ำกว่า EURO II สำหรับประเมินยานพาหนะประเภท รถตู้ รถกระบะ รถบัส และรถบรรทุก โดยใช้ในการประเมินจากค่า EF ของกรมควบคุมมลพิษ (2565)

สุรียพร (2538) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินการปลดปล่อยมลสารชนิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยใช้ค่า Emission Factor และ Emission Load จากรถยนต์นั่งขนาดเล็กใช้น้ำมันเบนซิน ความจุกระบอกสูบ 1300 ซีซี. และ 1600 ซีซี. และรถยนต์บรรทุกทุกขนาด เล็กใช้น้ำมันดีเซล ในการวิจัยได้ทำการบันทึกพารามิเตอร์ คือ ความเร็วรถยนต์, ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซไนโตรเจน ออกไซด์, ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอุณหภูมิก๊าซไอเสีย

ทุก หนึ่งนาที่ ผลจากการศึกษาพบว่ารถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมาก อัตรา การปล่อยก๊าซมลพิษสูงขึ้น และพื้นที่การจราจรติดขัด จะมีอัตราการปล่อยก๊าซพิษมากกว่าพื้นที่ที่การจราจรไม่ติดขัด รวมทั้งพบว่าค่าการประเมินค่า Emission Factor ในเขตกรุงเทพมหานคร ของก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ได้จากรถยนต์นั่งขนาด เล็ก คือ 1.020 g/km, 0.100 g/km และ 0.0057 g/km ขณะที่รถบรรทุกขนาดเล็กราคามีค่า Emission Factor เป็น 2.15 g/km, 1.04 g/km และ 0.0365 g/km ตามลำดับ

พิจารณาจังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งเป็นเมืองที่มีการพัฒนา เส้นทางคมนาคมอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจที่มีความโดดเด่นในเขต ภาคเหนือตอนล่าง และมีผู้คนจากภายนอกจังหวัดเข้ามาพักผ่อน ทั้งเดินทางมาทำงาน หรือเดิน ทางผ่านจังหวัดนี้เพื่อไปยังจังหวัดอื่น ในจังหวัดพิษณุโลกเป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยว ที่สวยงาม น่าดึงดูดใจให้คนต่างจังหวัดมาเที่ยว รวมทั้งห้างสรรพสินค้า และแหล่งท่องเที่ยววัฒนธรรม อีกมากมาย จึงทำให้มีการสัญจรที่เพิ่มขึ้นในทุกๆปี

ซึ่งจากจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นในทุกๆปีนั้น จึงทำให้เกิดปัญหาทางด้านจราจรติดขัด ฝุ่น PM_{2.5} และปัญหามลพิษทางเสียง เป็นต้น พิจารณาข้อมูลจากสำนักอำนวยการความปลอดภัย (2564) พบว่ามีปริมาณยานพาหนะที่ใช้บริการถนนในพื้นที่เทศบาลเมืองพิษณุโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) การศึกษาภาพรวมในพื้นที่เขตการจราจรในจังหวัดพิษณุโลกจำนวนรถใน 1 ปี ตามข้อมูลปี 2564 มีจำนวนรถยนต์ถึง 2,822,013,243 คัน และ รถจักรยานยนต์ถึง 610,929,364 คัน สำนักอำนวยการความปลอดภัย (2564) จึงทำให้เกิดการปล่อยมลพิษจากการจราจร ค่อนข้างมาก โดยในแต่ละปีค่าเฉลี่ย PM_{2.5} สำหรับประเทศไทยการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าสัดส่วนของแหล่งกำเนิด PM_{2.5} ในเขตเมืองเกิดจากยานพาหนะ ร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับ กิจกรรมประเภทอื่นๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ทางภาคเหนือตรวจพบฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) อยู่ที่ 38-103 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งเกินค่ามาตรฐาน และจากข้อมูลของ กรมควบคุมมลพิษ (2565) รายงานคุณภาพอากาศโดยใช้ค่า ฝุ่นละออง PM_{2.5} พบว่าปริมาณฝุ่น ละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในจังหวัดพิษณุโลก สูงสุดในช่วงเดือน มกราคม-เมษายน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่เกินเกณฑ์มาตรฐานไปค่อนข้างมากอยู่ที่ 58-110 ไมโครกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี และย่อม เป็นแหล่งกำเนิดมลสารทางอากาศและมลพิษทางเสียง

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาปัญหาของมลพิษทางเสียง ในเขตจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ยังมีการศึกษาในเขตพื้นที่ถนน ในเขตเมืองไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับมลพิษทางด้านอื่นๆ เนื่องจากปัญหามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาที่ได้รับความสำคัญรองจากปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม ประเภทอื่น ๆ อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาในพื้นที่บริเวณพื้นที่สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก

แห่งที่ 1 (8 ชม.) ในปี พ.ศ. 2558 ผลการศึกษาพบว่าบริเวณตัวสถานีขนส่งผู้โดยสารมีระดับความดังเสียงเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงระดับต่ำสุดประมาณ 71 DBA และสูงสุดบริเวณทางเข้าสถานีขนส่งที่ระดับ 76.5 DBA ซึ่งเกินมาตรฐานของประเทศไทย (การวัด 8 ชม.) อย่างไรก็ตามยังขาดงานวิจัยที่แสดงถึงความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของการจราจรในเขตเมืองพิษณุโลกที่มีต่อมลพิษอากาศและระดับเสียงที่ตรงประเด็น (กนกพร และ ธันวดี, 2550)

อย่างไรก็ตามพิจารณาในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา งานวิจัยด้านระดับฝุ่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระดับเสียง บริเวณริมถนนทั่วเมืองจังหวัดพิษณุโลก ยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดระดับเสียงในช่วงการจราจรหนาแน่นที่สุดของวัน หรือ การวิเคราะห์ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์เสียงพื้นฐาน รวมทั้งยังขาดการศึกษาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างจำนวนยานพาหนะ หรือระดับการจราจรติดขัดร่วมกับระดับฝุ่น PM_{2.5} และ ระดับเสียง ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

เมื่อพิจารณาข้อมูลในเบื้องต้นที่ได้กล่าวถึง ร่วมกับการวิเคราะห์ปัญหาในเขตเมืองจังหวัดพิษณุโลก ทำให้มีจุดประสงค์ในการศึกษาสถานการณ์และวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และระดับเสียงรบกวน ร่วมกับค่าดัชนีการจราจรติดขัด ณ แหล่งกำเนิดสำคัญในพื้นที่การจราจร เขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อให้เป็นข้อมูลให้กับเทศบาลนครพิษณุโลก รวมทั้งภาครัฐและเอกชน หรือ ผู้ที่สนใจจะนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินการระบายมลสารจากรถชนิดต่างๆ ทั้ง 12 ประเภท
2. เพื่อการลดปัญหาการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะที่ใช้ น้ำมันประเภทแก๊สโซลีน และ ดีเซล
3. เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการจราจรติดขัดในพื้นที่เขตเมืองพิษณุโลก
4. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการลดปัญหาระดับเสียงรบกวนในเขตเมืองพิษณุโลก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย พื้นที่เก็บตัวอย่าง การศึกษาการวิเคราะห์สภาพการจราจร ระดับเสียง ระดับการปลดปล่อยมลสาร และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจรและพารามิเตอร์ของงานวิจัยดังรายละเอียด

3.1 การกำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

กำหนดประเภทพื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บตัวอย่างสภาพการจราจรและดัชนีการติดขัด (V/C ratio) ระดับเสียง และเพื่อประเมินอัตราการระบายมลสารในอากาศ (ประเภท PM_{2.5}, TSPรวม และ CO₂) จากยานพาหนะ ในพื้นที่เขตเมือง (Urban Areas) จังหวัดพิษณุโลก ทั้งหมด 6 ประเภท คือถนนสายหลักที่มีการจราจรหนาแน่น ห้าแยกสำคัญที่มีการจราจรหนาแน่น ถนนสายรองหรือชุมชนสำคัญ พื้นที่อ่อนไหว (หรือพื้นที่ควบคุมสำหรับงานวิจัย) โดยพื้นที่ทั้ง 4 ประเภทดังกล่าวมีจำนวน 10 พื้นที่เก็บตัวอย่าง (ภาพ 7) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 พื้นที่เส้นทางถนนสายหลักของพื้นที่ตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก (Arterials)

ในการศึกษากำหนดถนนสายหลักของตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลกที่มีการจราจรหนาแน่น โดยพิจารณาจากโครงข่ายเชื่อมต่อระหว่างจังหวัด ซึ่งเป็นถนนที่ให้บริการผู้ใช้เส้นทางสัญจรระหว่างเมือง มีความคล่องตัวในการสัญจร มากที่สุด โดยที่มีความเร็วหรือความคล่องตัวในการเดินทางสูง จึงมีแนวโน้มของปริมาณการจราจรสูงกว่าถนนประเภทอื่น (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) ในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ประเภทนี้จำนวน 4 พื้นที่

- ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน)
- ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล)
- ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ)
- ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง)

3.1.2 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยกสำคัญที่มีการจราจรหนาแน่นของตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก

ในการศึกษากำหนดพื้นที่แยกสำคัญของตัวเมืองพิษณุโลกคือ 4 แยก และ 5 แยกที่มีผู้ใช้เส้นทางหนาแน่น และมีแนวโน้มการปริมาณการจราจรสูง ในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ประเภทนี้จำนวน 2 พื้นที่ ดังนี้

- สี่แยกบ้านคลอง

- ห้าแยกโคกมะตูม

3.1.3 พื้นที่ถนนสายรองที่สำคัญ ของตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก

ในการศึกษากำหนดพื้นที่ถนนสายรองที่สำคัญ ของตัวเมืองพิษณุโลกโดยเป็นถนนที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างถนนสายหลักกับถนนท้องถิ่น มีแนวโน้มปริมาณการจราจรน้อยกว่า ถนนสายหลัก และมักพบว่ามีความคล่องตัวหรือการใช้ความเร็วของยานพาหนะต่ำกว่า พื้นที่ถนนสายหลัก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) ในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ประเภทนี้ จำนวน 3 พื้นที่ ดังนี้

- ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน)
- ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว้า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร
- ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง)

3.1.4 พื้นที่อ่อนไหว

ในการศึกษากำหนดพื้นที่อ่อนไหว หรือเป็นพื้นที่ควบคุมสำหรับงานวิจัย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีระดับการจราจรหนาแน่นต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเภทพื้นที่ในข้อที่ 3.1.1, 3.1.2 และ พื้นที่ 3.1.3 นอกจากนั้นยังจัดว่าเป็นพื้นที่อ่อนไหวในด้านมลพิษอากาศ และมลพิษทางเสียงสำหรับประชาชน ในงานวิจัยนี้ได้เลือก ถนนสายสันตนาการที่เป็น พื้นที่สวนสาธารณะริมแม่น้ำน่าน สำหรับพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนที่สำคัญ ตั้งอยู่บริเวณใจกลางเมืองของจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 พื้นที่ดังนี้

- ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน

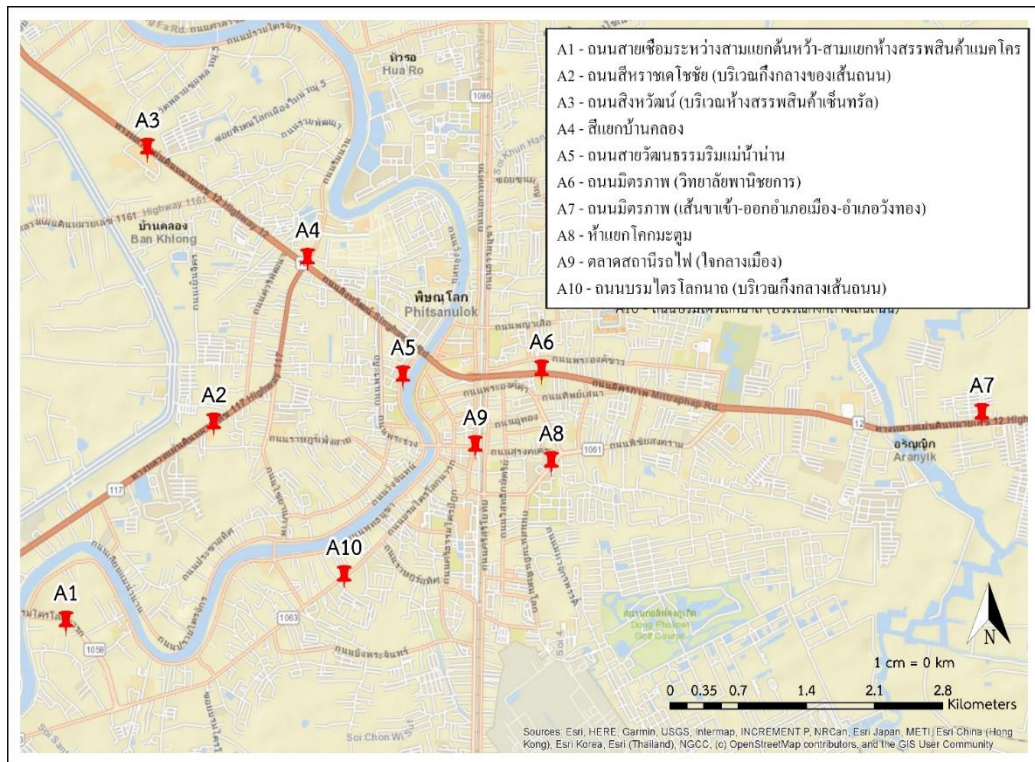
หมายเหตุ“พื้นที่ที่ไวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive Area)” หมายความว่า พื้นที่หรือองค์ประกอบของพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวหรือมีความเปราะบาง ที่มีโอกาสเกิดความเปลี่ยนแปลงใดๆ ในเชิงลบหากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ไม่ว่าจะเป็ผลกระทบต่อทางตรงหรือทางอ้อม จากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เช่น สถาบันการศึกษา โรงพยาบาล สถานที่ราชการ แหล่ง โบราณสถาน (ประกาศกระทรวงพลังงาน, 2556) ในการวิจัยนี้ กำหนดพื้นที่อ่อนไหวสำหรับประชาชนในด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม และระดับเสียงโดยตีกรอบให้เป็นพื้นที่ที่ประชาชนต้องการความสงบจากเสียงและมีระดับมลพิษต่ำ เนื่องจากมีประชาชนกลุ่มอ่อนไหว คือ เด็กและผู้สูงอายุจำนวนมากใช้พื้นที่สาธารณะแห่งนี้เพื่อสันตนาการ พื้นที่ศึกษาทั้ง 10 พื้นที่นี้ได้กำหนดด้วยชื่อที่เป็นสัญลักษณ์ของพื้นที่และจำนวนช่องทางการจราจรและเพื่อการแสดงผลในบทที่ 4 แสดงในตารางที่ 9 และภาพที่ 8



ภาพ 7 แผนที่แสดงตัวเมืองพิษณุโลก

ตาราง 9 พื้นที่ศึกษาและชื่อแสดงแทนพื้นที่ศึกษารวมทั้งจำนวนช่องทางการจราจรในแต่ละพื้นที่

พื้นที่ศึกษา	ชื่อพื้นที่ที่	จำนวน	พิกัด X	พิกัด Y
	กำหนดใน การแสดงผล	ช่องทาง การจราจร		
ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้น หว้า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมค โคร	A1	4	630589	1857804
ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณ กึ่งกลางของเส้นถนน)	A2	6	627333	1852694
ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณ ห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล)	A3	8	631425	1862410
สี่แยกบ้านคลอง	A4	8	633071	1861337
ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน	A5	2	634050	1860194
ถนนมิตรภาพ (บริเวณวิทยาลัย พาณิชยการ)	A6	6	635473	1860249
ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออก ระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวัง ทอง)	A7	4	639993	1859828
ห้าแยกโคกมะตูม	A8	8	635571	1859357
ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง)	A9	2	634791	1859512
ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณ กึ่งกลางเส้นถนน)	A10	4	633447	1858248



ภาพ 8 แผนที่แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่าง 4 ประเภทถนน จำนวน 10 พื้นที่

3.2 การกำหนดระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บตัวอย่างจำนวนยานพาหนะและระดับเสียง

จำนวน 10 พื้นที่ โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา เพื่อเปรียบเทียบ 2 สถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขของขอบเขตการวิจัย

- 1) เก็บตัวอย่างช่วงการจราจรหนาแน่น
- 2) เก็บตัวอย่างช่วงการจราจรเบาบาง
- 3) เก็บตัวอย่างเฉพาะวันราชการ ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ โดยสุ่มเลือกวันในการเก็บ

ตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ให้มีความเท่าเทียมกัน

3.2.2 ระยะเวลาและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่ จำนวน 3 ชั่วโมง (1พื้นที่/ 1 ชั่วโมง/ 1 เดือน) ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ.2565 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างของแต่ละพื้นที่ และเวลาแสดงในตารางที่ 10-11

ตาราง 10 การสุ่มเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างในช่วงวันเวลาราชการ

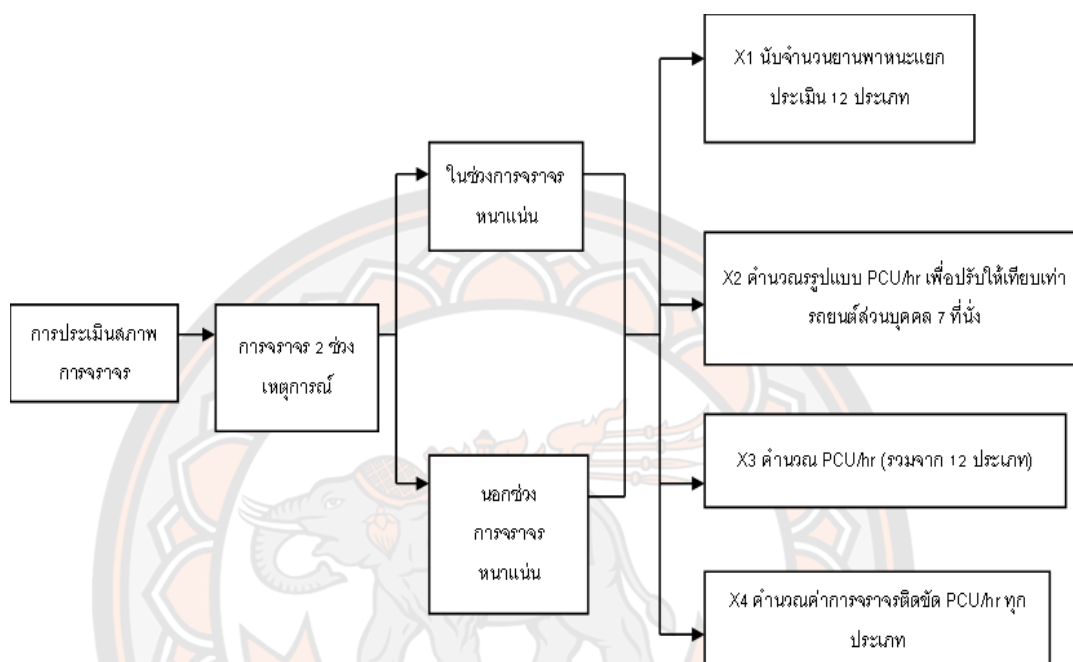
วัน	นอกช่วงการจราจรติดขัด			ในช่วงการจราจรติดขัด		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
จันทร์	A1, A5	A3, A6	A2, A10	A1, A5	A3, A6	A2, A10
อังคาร	A3, A8	A9, A10	A4, A6	A3, A8	A9, A10	A4, A6
พุธ	A4, A9	A1, A7	A5, A8	A4, A9	A1, A7	A5, A8
พฤหัสบดี	A6, A10	A2, A8	A7, A9	A6, A10	A2, A8	A7, A9
ศุกร์	A2, A7	A4, A5	A1, A3	A2, A7	A4, A5	A1, A3

ตาราง 11 ในช่วงวันเวลาราชการ 1 ชั่วโมงเพื่อเก็บตัวอย่าง 10 พื้นที่วิจัย

ชื่อพื้นที่ที่กำหนดในการ แสดงผล	เวลาในการเก็บตัวอย่างนอกช่วง การจราจรหนาแน่น	เวลาในการเก็บตัวอย่างในช่วง การจราจรหนาแน่น
A1	15.00-16.00	16.30-17.30
A2	15.30-16.30	16.30-17.30
A3	15.30-16.30	16.30-17.30
A4	16.00-17.00	17.00-18.00
A5	15.00-16.00	16.00-17.00
A6	15.30-16.30	16.30-17.30
A7	14.30-15.30	16.00-17.00
A8	15.00-16.00	16.30-17.30
A9	15.30-16.30	17.00-18.00
A10	15.00-16.00	16.00-17.00

3.3 การประเมินสภาพการจราจร

การประเมินสภาพการจราจร ทั้ง 10 พื้นที่ในการศึกษานี้มีลำดับชั้นการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังนี้ และแสดงรายละเอียดภาพรวมในภาพที่ 9



ภาพ 9 แผนผังลำดับชั้นการศึกษาเพื่อประเมินสภาพการจราจร 10 พื้นที่ 2 ช่วงเหตุการณ์

3.3.1 ศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท

ใช้กล้องวีดีโอบันทึกจำนวนยานพาหนะบริเวณพื้นที่ศึกษา 10 พื้นที่ แยกเป็น 2 ช่วงเหตุการณ์ คือนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และในช่วงการจราจรหนาแน่น และนับจำนวนยานพาหนะแยกประเภท 12 ประเภท (ตารางที่ 3.4) โดยประยุกต์จาก สำนักอำนวยการความปลอดภัย (กองวิศวกรรมจราจร) กรมทางหลวง ในปี พ.ศ. 2551 และปรับการนับบางประการ คือไม่นับรถจักรยาน และแยกประเภทยานพาหนะไม่เกิน 7 ที่นั่งเป็น 3 ประเภทคือ ยานพาหนะยานพาหนะรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (รถเก๋งทุกประเภทแต่ไม่รวมรถกระบะ รวมทั้งประเภท SUV) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน ประเภทรถกระบะและรถกระบะเสริมหลังคา และรถตู้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินอัตราการระบายมลสารจากยานพาหนะ ซึ่งเป็นหัวข้องานวิจัยที่สำคัญอีกหนึ่งประเด็น

3.3.2 ศึกษาคำนวณยานพาหนะเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง (PCU: Passenger Car Unit)

ทำการวิเคราะห์จำนวนยานพาหนะแยกประเภทจาก ข้อ 3.3.1 เพื่อปรับเป็นรูปแบบเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง/ชั่วโมง โดยการคำนวณ PCU (Passenger Car Unit) (หน่วยคัน/ชั่วโมง) โดยการนำค่าจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภทคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง (Passenger Car Equivalent: PCE) และปรับค่าที่คำนวณได้ให้เป็นรายชั่วโมงโดยการหารด้วยจำนวนชั่วโมงที่นับจำนวนยานพาหนะ

โดยที่ค่าถ่วงน้ำหนัก Passenger Car Equivalent (PCE) คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่ง โดยเป็นค่าแสดงผลกระทบของยานพาหนะแต่ละประเภทต่อการจราจรเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล หรือเป็นค่าระดับการใช้บริการพื้นที่ถนนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้บริการพื้นที่ถนนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ในการศึกษาใช้ค่า PCE ที่กำหนดโดยสำนักอำนวยการความปลอดภัย (กองวิศวกรรมจราจร) กรมทางหลวง ในปี พ.ศ. 2551 และ 2555 ดังแสดงในตาราง 12 และคำนวณเพื่อประเมินค่า PCU (Passenger Car Unit) ต่อชั่วโมงทั้งแบบแยกประเภท (สมการที่ 3.1) และ รวมทุกประเภท TPCU (Total Passenger Car Unit) ต่อชั่วโมง (สมการที่ 3.2) ดังนี้

$$PCU_i/hr = \frac{CU_i \times PCE_i}{T} \dots\dots\dots 3.1$$

เมื่อ

PCU _i /hr (Passenger Car Unit)	คือ จำนวนยานพาหนะประเภท i เทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่งในเวลา 1 ชั่วโมง
CU _i (Car Unit)	คือ จำนวนยานพาหนะประเภท i
PCE _i	คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก Passenger Car Equivalent (PCE) ของยานพาหนะประเภท i เทียบเท่ารถยนต์นั่ง (ค่า PCE แสดงในตารางที่ 12)
T	คือจำนวนชั่วโมงในการนับยานพาหนะ

ที่มา: พัฒนสมการโดยประยุกต์จากวิธีการคำนวณโดย สำนักอำนวยการความปลอดภัย (2551)

Total PCU (หรือค่า V Vehicle Volumes)

$$\text{Total PCU/hr} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{CU}_i \times \text{PCE}_i}{T} \dots\dots\dots 3.2$$

เมื่อ

Total PCU/hr (Total Passenger Car Unit/hr) คือ ผลรวมของจำนวนยานพาหนะประเภททุกประเภทที่ศึกษา หรือค่า V (Vehicle Volumes) เทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่งในเวลา 1 ชั่วโมง

CU_i (Car Unit) คือ จำนวนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ (ตั้งแต่ประเภทที่ i ถึงประเภทที่ n)

PCE_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก Passenger Car Equivalent (PCE) ของยานพาหนะประเภทต่าง i (ตั้งแต่ประเภทที่ i ถึงประเภทที่ n) เทียบเท่ารถยนต์นั่ง (ค่า PCE แสดงในตารางที่ 12)

T คือ จำนวนชั่วโมงในการนับยานพาหนะ

ที่มา: พัฒนาสมการโดยประยุกต์จากวิธีการคำนวณโดย สำนักอำนวยความปลอดภัย (2551)

ตาราง 12 ค่าถ่วงน้ำหนัก ของยานพาหนะในแต่ละประเภทเทียบเท่ารถยนต์นั่ง (PCE, Passenger Car Equivalents)

ประเภทรถ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (PCE, Passenger Car Equivalents)
1) รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle)	0.3
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (ยกเว้นกระบะ) - รถเก๋งทุก ประเภท + SUV	1.0
3) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน (Passenger Car \leq 7 Person) - รถกระบะ - รถกระบะเสริมหลังคา (สำหรับบรรทุกสินค้า) - รถกระบะโดยสารปรับอากาศ	1.0
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) - รถตู้ทั่วไป	1.0
5) รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก (Light Bus) - รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง - รถ 2 แถว	1.0
6) รถยนต์โดยสารขนาดกลาง (Medium Bus) - มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	1.0
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ - รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นับรวมกัน - รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	1.5
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) - เช่นรถขนส่งพัสดุ	1.3
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	1.5
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	1.7
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	2.0
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	2.0

ที่มา: ประยุกต์จากสำนักอำนวยความปลอดภัย (2551)

3.3.3 การคำนวณค่าดัชนีการติดขัดหรือสภาพการเคลื่อนตัวของการจราจร (V/C)

การศึกษาสภาพการจราจรใน 10 พื้นที่ ได้นำค่า Total PCU/hr มาวิเคราะห์ดัชนีการจราจรติดขัด หรืออีกนัยหนึ่งคือการวิเคราะห์สภาพการเคลื่อนตัวของการจราจรบนท้องถนน หรือเรียกว่า Volume Capacity Ratio (V/C) โดยวิธีการของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (2561) แสดงในสมการที่ 3.3 และ 3.4 ดังนี้

ค่าดัชนีการจราจรติดขัด

$$V/C \text{ ratio} = \frac{\text{Vehicle Volumes (V)}}{\text{Carrying capacity of vehicles (C)}} \dots\dots\dots 3.3$$

$$C = \text{ปริมาณความจุของช่องการเดินรถ (คัน/ชั่วโมง)} \times \text{จำนวนช่องทางการเดินรถ (คัน/ชั่วโมง)} \dots\dots 3.4$$

เมื่อ

V คือ Total PCU/hr (Total Passenger Car Unit/hr) ผลรวมของจำนวนยานพาหนะประเภททุกประเภทที่ศึกษาเทียบเท่ารถยนต์ 7 ที่นั่งในเวลา 1 ชั่วโมง เป็นผลการคำนวณจากสมการ 3.2

C คือ ค่าขีดความสามารถของถนนในการรองรับจำนวนยานพาหนะเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล/ชั่วโมงตามจำนวนช่องทางการจราจรที่ศึกษา โดยคำนวณจากสมการที่ 3.4 โดยที่ ค่า C ให้นำค่าคงที่ที่กำหนดโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2551 มาใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

ความจุของถนนสายหลัก = 1,500 คัน / ชั่วโมง/1ช่องจราจร (PCU/ช่องจราจร) และ
ความจุของถนนสายรอง = 1,200 คัน / ชั่วโมง/1ช่องจราจร

ในการคำนวณ ให้คูณด้วยจำนวนช่องทางการจราจรในทิศทางที่นับรถเช่น 2 ช่องทาง ให้คูณด้วย 2 (แยกระหว่าง 2 เลนของขาเข้า หรือ 2 เลนของขาออก) นำผลการคำนวณ V/C ratio พิจารณาสภาพการจราจรติดขัดหรือความคล่องตัว ตามข้อมูลในตาราง 13

ตาราง 13 ค่ามาตรฐานสำหรับจำแนกสภาพการจราจรโดยประเมินจากค่า V/C

อัตราส่วนของปริมาณจราจร (V/C ratio)	สภาพการจราจร
0.89-1.00	สภาพการจราจรติดขัดอย่างรุนแรง
0.68-0.88	สภาพการจราจรติดขัดมาก
0.53-0.67	การเคลื่อนตัวของสภาพการจราจรพอใช้
0.37-0.52	สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี
0.20-0.36	สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก

ที่มา: เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี, 2540

3.4 การศึกษาและวิเคราะห์ระดับเสียง

3.4.1 การสำรวจเบื้องต้น

สำรวจถนนสายหลัก และสายรอง ของพื้นที่เทศบาลเมืองพิษณุโลก เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น จดบันทึกข้อมูลในการสำรวจว่าบริเวณใดที่การจราจรหนาแน่น หรือมีพื้นที่เขตก่อสร้าง แล้วพิจารณา ว่าชุมชนใกล้เคียงได้รับการรบกวนจากเสียงเพียงใด จากนั้นกำหนดจุดที่เหมาะสมในการจัดวาง เครื่องมือวัดระดับเสียง

3.4.2 การเตรียมเครื่องมือวัดเสียง

- เลือกใช้เครื่องมือวัดเสียงรุ่น ST-107 Tenmars (ภาพที่ 10)
- ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดเสียงว่าเครื่องวัดเสียงสามารถใช้งานได้ปกติหรือไม่
- การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดเสียงให้ห่างจากกำแพง สิ่งปลูกสร้าง หรือวัสดุที่ทำให้เกิดการสะท้อนอย่างน้อย 3.5 เมตร และควรสูงจากพื้น 1.3 -1.5 เมตร (ภาพที่ 11)
- ติดตั้งเครื่องวัดเสียงบริเวณริมขอบทางเดินเท้า และหันไมโครโฟนไปในทิศทางของจราจร กรณีไม่มีทางเดินเท้าให้ติดตั้งเครื่องวัดเสียงบริเวณขอบของถนน

3.4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัดระดับเสียง

- เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) และฟองน้ำกันลม (Wind Screen) รุ่น ST-107 Tenmars (ภาพที่ 10)

- ขาตั้ง (Tripod) และตลับเมตร
- นาฬิกาจับเวลา
- อุปกรณ์สำหรับจดบันทึกและแบบฟอร์ม



ภาพ 10 เครื่องวัดเสียงรุ่น ST-107 Tenmars และชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระดับเสียง

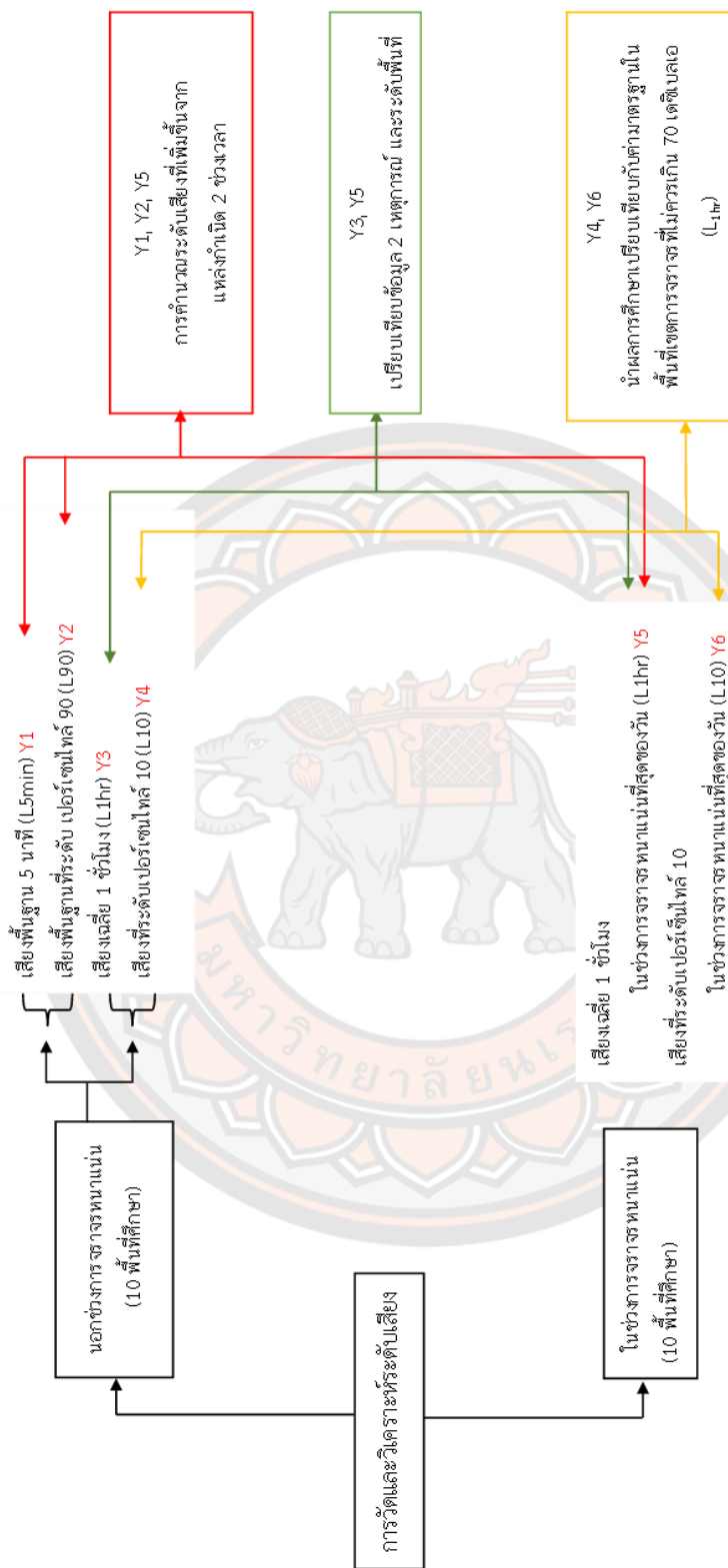


ภาพ 11 วิธีการตั้งเครื่องวัดระดับเสียงบริเวณริมถนน

3.4.4 ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ระดับเสียง

การวิเคราะห์ค่าระดับเสียงในพื้นที่การจราจร 10 พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการเก็บตัวอย่างใน 2 ช่วงเหตุการณ์ ภายใต้การพิจารณาว่าแหล่งกำเนิดเสียงในเขตจราจร คือระดับเสียงที่เกิดจากจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่มีการจราจรหนาแน่นที่สุดของวัน ดังนั้นจึงทำการเพื่อวิเคราะห์เสียงพื้นฐาน (background noise) ช่วงการจราจรเบาบาง และเสียงในช่วงเวลาที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นหลายพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การคำนวณเสียงรบกวนที่เพิ่มขึ้นและเปรียบเทียบเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ภาพรวมการดำเนินงานแสดงด้วยเส้นทางผังกรอบการดำเนินงาน ในภาพที่ 12





ภาพ 12 แผนผังแสดงการอบการศึกษาและวิเคราะห์ระดับเสียงในพื้นที่ถนน 10 พื้นที่

วิธีการศึกษามีกระบวนการตามลำดับขั้นดังนี้

1) วัดระดับเสียงนอกช่วงการจราจรหนาแน่น เก็บตัวอย่างระดับเสียงเพื่อคำนวณระดับเสียงดังรายละเอียด

1.1 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์เสียงพื้นฐานเฉลี่ย 5 นาที (L_{5min}) โดยมีจำนวนตัวอย่างข้อมูล 60 ข้อมูล และคำนวณระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 (L_{90})

1.2 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์เสียงพื้นฐาน 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) โดยมีจำนวนตัวอย่างข้อมูล 60 ข้อมูล และคำนวณระดับเสียงที่ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10})

1.3 นำค่าระดับเสียง L_{10} เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเสียงระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของเขตจราจรใน 1 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021) การคำนวณเสียงเฉลี่ย และค่าระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์แสดงในสมการที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

n

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10_i^{L/10} \quad \dots\dots\dots 3.5$$

ที่มา: EPA (2017)

$$PR = \frac{\left(cf_1 + \frac{1}{2}f \right) \times 100}{N} \quad \dots\dots\dots 3.6$$

เมื่อ

Leq	คือ ระดับเสียงเฉลี่ยที่ตรวจวัด
Li	คือ ค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในขณะนั้นของแต่ละตัวอย่าง ตั้งแต่ตัวอย่างที่ i ถึงตัวอย่างที่ n
N	คือ จำนวนการเก็บตัวอย่างระดับเสียง

เมื่อ

PR	คือ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
----	----------------------------

Cf1	คือ ความถี่สะสมของคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนนั้น/แทนความถี่สะสมของระดับเสียงที่ต่ำกว่าระดับเสียงที่กำหนด
F	คือ ความถี่สะสมของคะแนนที่ต้องการหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์/แทนความถี่สะสมของระดับเสียงที่ต้องการหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
N	คือ คะแนนทั้งหมด/แทนระดับเสียงทั้งหมด

2) วัดระดับเสียงช่วงการจราจรหนาแน่น

2.1 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์เสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุดของวันโดยมีจำนวนตัวอย่างข้อมูล 60 ข้อมูล และคำนวณระดับเสียงที่ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10})

2.2 นำค่าระดับเสียง L_{10} เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเสียงระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของเขตจราจรใน 1 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021) การคำนวณเสียงเฉลี่ย และค่าระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์แสดงในสมการที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

2.3 ประเมินค่าการรบกวนหรือค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (N-different) ระหว่าง 2 เหตุการณ์

ประเมินค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากแหล่งกำเนิดซึ่งเกิดจากการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเสียงพื้นฐานและช่วงที่ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน โดยการพิจารณาดังนี้ ค่าระดับความแตกต่างของระดับเสียง ระหว่าง 2 เหตุการณ์ ที่ระบุแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจนในงานวิจัยครั้งนี้คือ

เหตุการณ์ที่ 1 เหตุการณ์เสียงจากแหล่งกำเนิดยังไม่เกิดขึ้น

เหตุการณ์ที่ 2 มีเหตุการณ์ของเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ระบุไว้ชัดเจน

ในการวิจัยนี้ เสียงจากแหล่งกำเนิดในเหตุการณ์ที่ 2 คือเสียงจากปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นในช่วงจราจรหนาแน่นกว่าเหตุการณ์ที่ 1 การคำนวณ N (different) ประยุกต์จากคู่มือวัดเสียงรบกวน กรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) จากสมการที่ 3.7-3.9

$$N \text{ (Dif) (dBA)} = N \text{ (B)} - N_i \text{ (L}_{90}\text{)} \dots\dots\dots 3.7$$

โดยที่

$$N \text{ (B)} = N_f \text{ (1hr)} - S \dots\dots\dots 3.8$$

$$N \text{ (A)} = N_f \text{ (1hr)} - N_i \text{ (5 min)} \dots\dots\dots 3.9$$

เมื่อ

Ni (L ₉₀)	คือ ระดับเสียงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 เริ่มต้น (ก่อนเกิดเหตุการณ์เพิ่มระดับเสียง/เสียงพื้นฐาน) ตรวจวัดในเวลา 5 นาที
Ni (5 min)	คือ ระดับเสียงเฉลี่ยเริ่มต้น (ก่อนเกิดเหตุการณ์เพิ่มระดับเสียง/เสียงพื้นฐาน) ตรวจวัดในเวลา 5 นาที
Nf (1 hr)	คือ ระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเหตุการณ์เพิ่มระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ได้ระบุ ตรวจวัดในเวลา 1 ชั่วโมง
N(A)	คือ ผลต่างของค่าระดับเสียง (dBA) ระหว่าง Nf (1 hr) และ Ni (5 min) ซึ่งใช้เป็นตัวปรับค่าระดับเสียง เป็นค่าที่กำหนดในตารางคู่มือของกรมควบคุมมลพิษ (2561) เพื่อนำไปสู่การเลือกค่า S (ดูตารางที่ 14)
S	คือ ค่าปรับระดับเสียงที่เลือกจากช่วงผลต่างของค่าระดับเสียง N(A) เป็นค่าที่กำหนดในตารางคู่มือของกรมควบคุมมลพิษ (2561) ซึ่งพิจารณาจากค่า N(A) ที่คำนวณได้ (ดูตารางที่ 14)

** ค่า N(A) และ ค่า S ให้ดูจากตาราง A เช่น คำนวณค่า N(A) ได้เท่ากับ 1.6 ให้พิจารณาเลือก ค่า S เท่ากับ 4.5

** ค่าเฉลี่ยระดับเสียง Ni (5 min) และ Nf (1 hr) ให้คำนวณโดยใช้สมการที่ 3.5

ตาราง 14 ปรับค่าระดับเสียงตามคู่มือการวัดเสียงรบกวน

ผลต่างของค่าระดับเสียง (dBA)	ตัวปรับค่าระดับเสียง (dBA)
พิจารณาจากค่า N(A) ที่คำนวณได้	S
1.4 หรือน้อยกว่า	7.0
1.5-2.4	4.5
2.5-3.4	3.0
3.5-4.4	2.0
4.5-6.4	1.5
6.5-7.4	1.0
7.5-12.4	0.5
12.5 หรือมากกว่า	0

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ(2561)

3.5 การวัดระดับปัจจัยทางกายภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวัดปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญในช่วงเวลาเดียวกับการวัดระดับเสียงคือ

3.5.1 ระดับอุณหภูมิและความชื้น

ในการศึกษากำหนดการวัดปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญด้านอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการวัดในช่วงเวลาเดียวกับการวัดระดับเสียงและการบันทึกผลการจราจร โดยใช้เครื่องมือการวัดระดับก๊าซในบรรยากาศ Air Quality Monitor for CO₂, Humidity, Temperature CO₂ meter (Testo 440) ทำการวัดแบบ real time measurement ภาคสนาม หน่วยการวัดเป็น องศาเซลเซียส และ % ความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 13)



ภาพ 13 เครื่องมือวัดระดับอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศ

3.5.2 ระดับความเร็วลม

ในการศึกษากำหนดการวัดปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญอีกประการหนึ่งหรือ ระดับความเร็วลม (หน่วย เมตร/วินาที) โดยการทำการวัดในช่วงเวลาเดียวกับการวัดระดับเสียงและการบันทึกผลการจราจร รวมทั้งระดับอุณหภูมิและความชื้นบรรยากาศ โดยใช้เครื่องมือ Velocity meter (รุ่น Kimo Model VT200) ทำการวัดแบบ real time measurement ภาคสนาม (ภาพที่ 14)



ภาพ 14 เครื่องมือวัดระดับความเร็วลมในบรรยากาศ

3.6 การประเมินอัตราการระบายมลสารในบรรยากาศ

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดพารามิเตอร์ด้านมลสารอากาศที่สำคัญ โดยประเมินจากชนิดของยานพาหนะ จำนวนยานพาหนะ ชนิดของเชื้อเพลิง และอัตราเร็วของการเคลื่อนตัว ดังรายละเอียด

3.6.1 กำหนดชนิดของมลสารที่สำคัญในการประเมินดังนี้

1) อนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) โดยแบ่งเป็นประเภท

1.1 Carbonaceous PM ประเภท

1.1.1 PM_{2.5}, OC (organic carbon)

1.1.2 PM_{2.5}, BC (black carbon)

1.1.3 Anion PM ชนิด PM_{2.5}, Sulfate

1.2 มลสารในบรรยากาศอื่นๆ

1.2.1 HC (ไฮโดรคาร์บอน)

1.2.2 CO (คาร์บอนมอนอกไซด์)

1.2.3 NO_x (ออกไซด์ของไนโตรเจน)

3.6.2 คำนวณการระบายมลสาร

คำนวณโดยใช้ สมการการประมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการวิจัยจากห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2565) ดังสมการ 3.10

$$E_{ij} = N_j \times EF_{ij} \times D \dots\dots\dots 3.10$$

เมื่อ

E _{ij}	คือ อัตราการระบายสารมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัมต่อชั่วโมง)
N _j	คือ ปริมาณยานพาหนะของยานพาหนะประเภท j (คันต่อชั่วโมง)
E _{fij} (Emission Factor)	คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)
D	คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กิโลเมตร)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

การคำนวณการระบายมลสารของยานพาหนะแต่ละชนิดกำหนดดังนี้

3.6.3 การคำนวณการระบาย $PM_{2.5}$

คำนวณตามสูตรที่แสดงในสมการ 3.10 โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย g/mile จาก the Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES2010) ซึ่งพัฒนาจาก EPA's MOBILE6.2 and California Air Resource Board's EMFAC models สำหรับยานพาหนะที่ส่วนบุคคลผลิตในช่วงระหว่างปี 1990-2020 ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซิน และ ดีเซล (Cai et al, 2013) และกำหนดระยะทางสำหรับการประเมินที่ 1 km ค่า EF แสดงในตารางที่ 15 (หมายเหตุ 1 ไมล์ มีค่าเท่ากับ 1.609344 กิโลเมตร) ดังนั้นการปรับหน่วยให้เป็น การระบายมลสาร g/km ให้ใช้เลข EF/1.609344)



ตาราง 15 ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเบนซิน และดีเซล หน่วยการระบาย g/mile

Model	Year	PM _{2.5} , exhaust		PM _{2.5} , OC		PM _{2.5} , BC		PM _{2.5} , Sulfate	CH ₄	N ₂ O
		PM _{2.5} , exhaust	PM _{2.5} , OC	PM _{2.5} , BC	PM _{2.5} , Sulfate					
A2 gasoline passenger cars	2020	0.007	0.0055	0.0015	0.00002	0.0116	0.0043			
A3 diesel passenger cars	2020	0.0049	0.0037	0.001	0.00014	0.092	0.0007			
A4 gasoline passenger trucks	2020	0.0121	0.0106	0.0015	0.00003	0.026	0.0077			
A5 diesel passenger trucks	2020	0.0099	0.0086	0.0009	0.00032	0.091	0.0028			
A6 gasoline light-duty commercial trucks	2020	0.0119	0.0103	0.0015	0.00003	0.0282	0.0084			
A7 diesel light-duty commercial trucks	2020	0.0098	0.0086	0.0009	0.00031	0.093	0.0029			
A8 diesel intercity buses	2020	0.0282	0.025	0.0024	0.00083	0.0567	0.0024			
A9 gasoline transit buses	2020	0.01	0.0086	0.0013	0.0001	0.0371	0.01			
A10 diesel transit buses	2020	0.0199	0.0176	0.0017	0.00062	0.0644	0.0029			
A11 gasoline school buses	2020	0.0146	0.0114	0.0031	0.00007	0.092	0.0243			
A12 diesel school buses	2020	0.0151	0.0134	0.0013	0.00045	0.1151	0.0044			
A13 gasoline refuse trucks	2020	0.0085	0.0075	0.0008	0.00012	0.017	0.0062			
A14 diesel refuse trucks	2020	0.0255	0.0225	0.0021	0.00081	0.0587	0.0026			
A15 gasoline single-unit short-haul	2020	0.008	0.0068	0.0011	0.00008	0.0437	0.0108			

trucks											
A16	diesel	single-unit	short-haul	trucks	2020	0.0135	0.0119	0.0011	0.00049	0.0756	0.0031
A17	gasoline	single-unit	longhaul	trucks	2020	0.0079	0.0069	0.001	0.00007	0.0289	0.0089
A18	diesel	single-unit	long-haul	trucks	2020	0.0132	0.0116	0.0011	0.00046	0.0708	0.0029
A19	gasoline	motor	homes		2020	0.0098	0.0086	0.0011	0.00008	0.0184	0.0067
A20	diesel	motor	homes		2020	0.0132	0.0116	0.0011	0.00051	0.0672	0.0026
A21	diesel	combination	short-haul	trucks	2020	0.0246	0.0217	0.002	0.00094	0.0471	0.0021
A22	diesel	combination	long-haul	trucks	2020	0.0331	0.0293	0.0028	0.00104	0.4634	0.002
A23	gasoline	motorcycles			2020	0.0352	0.0288	0.0065	0.00003	0.0601	0.0071

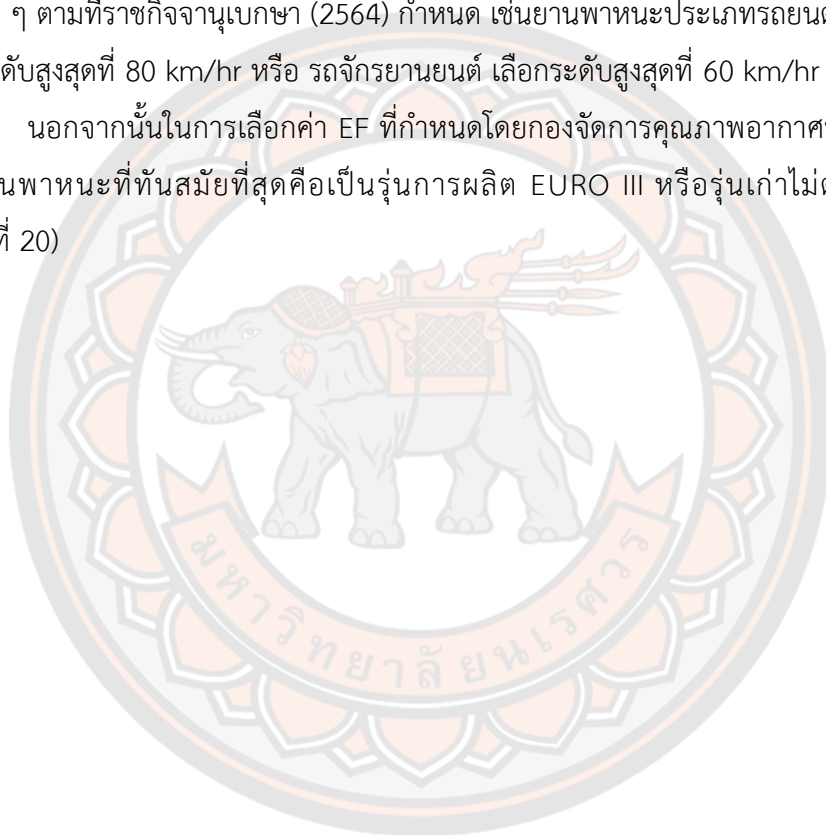
ที่มา: Cai et al. (2013)

3.6.4 การคำนวณการระบายมลสารในบรรยากาศที่สำคัญ

คำนวณตามสูตรที่แสดงในสมการ 3.10 โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย g/km จากการวิจัยของ ห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2565) ณ ระดับความเร็วต่าง ๆ สำหรับมลสารประเภท HC, CO และ NO_x และกำหนดระยะทางสำหรับการประเมินที่ 1 km ค่า EF แสดงในตารางที่ 16-18

การเลือกค่า EF ในการคำนวณ เลือกระดับความเร็วต่ำสุดที่ 20 km/hr ความเร็วระดับปานกลางที่ 40 km/hr 50 km/hr 60 km/hr 70 km/hr จนถึงระดับความเร็วสูงสุดของยานพาหนะชนิดนั้น ๆ ตามที่ราชกิจจานุเบกษา (2564) กำหนด เช่นยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง เลือกระดับสูงสุดที่ 80 km/hr หรือ รถจักรยานยนต์ เลือกระดับสูงสุดที่ 60 km/hr (ตารางที่ 19)

นอกจากนั้นในการเลือกค่า EF ที่กำหนดโดยกองจัดการคุณภาพอากาศนั้น จะกำหนดรุ่นของยานพาหนะที่ทันสมัยที่สุดคือเป็นรุ่นการผลิต EURO III หรือรุ่นเก่าไม่ต่ำกว่า EURO II (ตารางที่ 20)



ตาราง 16 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด HC (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประเภทต่างๆ

Vehicle Type	Level/Year	Fuel Type	Average Speed (km/h)								
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
BUS	2001-Later	DIESEL	1.830	1.05	0.76	0.61	0.51	0.44	0.44	0.46	0.49
			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EURO II (2001-2004)	NGV	8.910	5.65	4.33	3.58	3.09	2.74	2.48	2.27	2.10
			0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRUCK	2001-Later	DIESEL	0.830	0.55	0.43	0.36	0.32	0.29	0.29	0.30	0.32
			0	0	0	0	0	0	0	0	
PICK UP	EURO III (2005-2011)	DIESEL B3	0.107	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
			6	6	0	5	2	9	7	5	
	EURO III (2005-2011)	DIESEL B5	0.176	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06
			1	0	7	9	2	7	2	9	
EURO III (2005-2011)	CNG	0.612	0.22	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	
		9	9	6	2	8	9	2	7		
VAN	EURO I (Pre-2000)	DIESEL B3	0.162	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
			9	0	8	9	3	8	4	1	
	EURO III (2005-2011)	CNG	0.158	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
			3	6	5	8	4	2	0	8	
Passenger Car	EURO I (Pre-2000)	Gasoline 91 (3%)	0.650	0.36	0.26	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.10
			5	0	5	0	6	8	5	4	
	EURO III (2005-2011)	Gasohol 91 (30%)	0.017	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
			4	3	2	1	1	0	0	0	
	EURO III (2005-2011)	Gasohol 95 (42%)	0.009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			7	6	6	5	5	5	5	5	
EURO III (2005-2011)	Gasohol E20 (20%)	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		9	9	9	8	8	8	8	8		
EURO II (2001-2004)	LPG (1.5%) (2.5%)	0.351	0.24	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	
		5	8	0	2	8	7	9	2		
EURO III (2005-2011)	CNG (1.5%) (2.5%)	0.233	0.14	0.11	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	
		6	2	2	9	0	3	8	3		
Motorcycle	2009-2011	GASOLINE 91	0.300	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
			7	2	1	6	5	6	9	3	
	2004-2008	GASOLINE 95	1.527	0.93	0.70	0.57	0.49	0.43	0.38	0.35	0.32
			8	5	6	3	3	9	4	6	
2009-2011	GASOHOL 91 (สูงสุด)	0.288	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	
			7	4	4	0	9	1	4	8	

Tuk Tuk	NA	LPG	12.33	4.64	2.62	1.75	1.28	0.99	0.79	0.66	0.56
			0	0	0	0	0	0	0	0	0

ที่มา: ห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2565)

ตาราง 17 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด CO (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประเภทต่างๆ

Vehicle Type	Level/Year	Fuel Type	Average Speed (km/h)								
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
BUS	2001-Later	DIESEL	6.360	3.720	2.720	2.18	1.83	1.59	1.59	1.67	1.78
						0	0	0	0	0	0
TRUCK	EURO II (2001-2004)	NGV	1.220	1.030	0.940	0.88	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72
						0	0	0	0	0	0
TRUCK	1995-2000	DIESEL	4.240	3.460	3.080	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
						0	0	0	0	0	0
PICK UP	2001-Later	DIESEL	5.400	3.610	2.850	2.41	2.12	1.90	1.90	2.00	2.13
						0	0	0	0	0	0
PICK UP	EURO III (2005-2011)	DIESEL	1.394	0.841	0.626	0.50	0.43	0.37	0.33	0.30	0.28
		B3				8	1	8	8	6	1
PICK UP	EURO III (2005-2011)	DIESEL	1.628	0.875	0.609	0.47	0.38	0.32	0.28	0.25	0.22
		B5				1	5	7	5	3	8
VAN	EURO III (2005-2011)	CNG	0.255	0.092	0.050	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
						3	4	8	4	2	0
VAN	EURO I (Pre-2000)	DIESEL	1.291	0.967	0.816	0.72	0.66	0.61	0.57	0.54	0.51
		B3				4	0	1	3	2	6
VAN	EURO III (2005-2011)	CNG	0.017	0.017	0.017	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
						7	7	7	7	7	7
Passenger Car	EURO III (2005-2011)	Gasohol	0.338	0.284	0.256	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
		91				8	5	5	7	0	4
Passenger Car	EURO III (2005-2011)	Gasohol	0.094	0.092	0.091	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
		95				0	0	9	9	9	8
Passenger Car	EURO III (2005-2011)	Gasohol	0.062	0.063	0.064	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		E20				4	4	5	5	5	5
Passenger Car	EURO II (2001-2004)	LPG	3.744	1.329	0.725	0.47	0.33	0.25	0.20	0.16	0.14
						2	8	8	5	8	1

	EURO III (2005-2011)	CNG	0.132	0.084	0.065	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
						3	6	1	7	4	2
TAXI	EURO III (2005-2011)	LPG	0.745	0.470	0.359	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17
						6	6	6	4	7	3
	EURO III (2005-2011)	CNG	1.058	0.790	0.666	0.59	0.53	0.49	0.46	0.44	0.41
						0	7	7	6	0	9
Motorcycle	2009-2011	GASOLINE	2.377	2.597	2.735	2.83	2.91	2.98	3.04	3.09	3.14
		91				7	9	7	7	9	6
	2004-2008	GASOLINE	19.07	13.02	10.41	8.88	7.85	7.10	6.52	6.06	5.68
		95	8	1	4	8	9	8	9	6	5
	2009-2011	GASOHOL	2.963	2.920	2.895	2.87	2.86	2.85	2.84	2.83	2.82
		91				8	4	3	4	6	9
Tuk Tuk	NA	LPG	7.520	3.740	2.480	1.86	1.48	1.23	1.06	0.92	0.82
						0	0	0	0	0	0

ที่มา: ห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2565)



ตาราง 18 ค่าการอัตราการระบายมลสาร Emission Factor (EF) ชนิด NOx CO (g/km) จากประเภทของยานพาหนะ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ

Vehicle Type	Level/Year	Fuel Type	Average Speed (km/h)									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	
BUS	2001-Later	DIESEL	13.500	9.470	7.700	6.650	5.930	5.400	5.400	5.670	6.050	
	EURO II (2001-2004)	NGV	18.320	14.980	13.310	12.240	11.470	10.880	10.400	10.010	9.670	
TRUCK	1998-2000	DIESEL	15.020	10.440	8.440	7.260	6.450	5.860	5.860	6.160	6.570	
	2001-Later	DIESEL	15.070	10.030	7.910	6.680	5.860	5.260	5.260	5.530	5.890	
PICK UP	EURO III (2005-2011)	DIESEL B3	1.812	1.088	0.808	0.654	0.555	0.485	0.433	0.393	0.360	
	EURO III (2005-2011)	DIESEL B5	1.205	0.879	0.731	0.641	0.579	0.533	0.497	0.468	0.443	
	EURO III (2005-2011)	CNG	0.629	0.562	0.527	0.503	0.485	0.471	0.459	0.449	0.441	
VAN	EURO I (Pre-2000)	DIESEL B3	2.478	1.768	1.451	1.261	1.132	1.035	0.960	0.900	0.850	
	EURO III (2005-2011)	CNG	0.109	0.073	0.057	0.048	0.042	0.038	0.035	0.032	0.030	
Passenger	EURO III (2005-2011)	Gasohol 91	0.020	0.018	0.017	0.016	0.016	0.015	0.015	0.014	0.014	

Car	2011)																	
	EURO III (2005-																	
	2011)	Gasohol 95	0.101	0.054	0.038	0.029	0.024	0.020	0.018	0.016	0.014							
	EURO III (2005-																	
	2011)	Gasohol E20	0.042	0.030	0.025	0.021	0.019	0.017	0.016	0.015	0.014							
	EURO III (2005-																	
	2011)	CNG	0.238	0.280	0.307	0.329	0.346	0.361	0.374	0.386	0.397							
	EURO III (2005-																	
	2011)	LPG	3.297	2.876	2.655	2.509	2.401	2.316	2.247	2.189	2.138							
TAXI	EURO III (2005-																	
	2011)	CNG	0.420	0.266	0.204	0.168	0.145	0.129	0.117	0.107	0.099							
	2009-2011	GASOLINE 91	0.091	0.113	0.128	0.140	0.149	0.158	0.166	0.173	0.179							
Motorcycle	2004-2008	GASOLINE 95	0.166	0.224	0.268	0.304	0.335	0.363	0.388	0.412	0.434							
	2009-2011	GASOHOL 91	0.111	0.142	0.165	0.182	0.197	0.211	0.223	0.234	0.244							
Tuk Tuk	NA	LPG	0.610	0.430	0.360	0.310	0.280	0.250	0.230	0.220	0.210							

ที่มา: หน่วยงานจัดการจราจรจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2565)

ตาราง 19 กำหนดความเร็วสูงสุดของยานพาหนะแยกตามประเภทในเขตชุมชน ตามราชกิจจานุเบกษา (2564)

ประเภทรถ	ความเร็วสูงสุดในเขตชุมชน ตามราชกิจจานุเบกษา (2564) (km/hr)
1) รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle)	60
2) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน (Passenger Car ≤ 7 Person)	80
3.1 รถเก๋ง (7 ที่นั่ง รวม SUV)	
3.2 รถปิ๊กอัพ (pick up) (Passenger Car ≤ 7 Person)	80
3) รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (Passenger Car > 7 Person) เน็นรถตู้ (van)	80
4) รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก (Light Bus)	60
5) รถยนต์โดยสารขนาดกลาง (Medium Bus)	60
6) รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus)	60
7) รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) (Light Truck or Pick up)	60
8) รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) (Medium Truck)	60
9) รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) (Heavy Truck)	60
10) รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (Full Tractor)	60
11) รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (Semi Tractor)	60

“เขตชุมชน” หมายความว่า พื้นที่ที่มีประชาชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น หรือมีการสัญจรของประชาชนจำนวนมาก หรือมีสถานศึกษา สถานพยาบาล หรือโครงการพัฒนาพื้นที่ หรือมีกิจกรรมที่ทำให้ประชาชนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมากข้างเขตทาง

ที่มา: ราชกิจจานุเบกษา (2564)

ตาราง 20 การจำแนกเทคโนโลยียานพาหนะสำหรับประเทศไทย

ประเภทยานพาหนะ	เทคโนโลยียานพาหนะในประเทศไทย		
	Euro I	Euro II	Euro III
รถยนต์ส่วนบุคคล	ก่อนปี ค.ศ. 2000	ช่วงปี ค.ศ. 2001-2004	ปี ค.ศ. 2005 ถึงปัจจุบัน
รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ	ก่อนปี ค.ศ. 2000	ช่วงปี ค.ศ. 2001-2004	ปี ค.ศ. 2005 ถึงปัจจุบัน
รถจักรยานยนต์	ก่อนปี ค.ศ. 2008		ปี ค.ศ. 2008 ถึงปัจจุบัน
รถตู้โดยสาร	ก่อนปี ค.ศ. 2001		ปี ค.ศ. 2005 ถึงปัจจุบัน
รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่	ก่อนปี ค.ศ. 1999	ช่วงปี ค.ศ. 2000-2008	ปี ค.ศ. 2009 ถึงปัจจุบัน
รถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่	ก่อนปี ค.ศ. 1999	ช่วงปี ค.ศ. 2000-2008	ปี ค.ศ. 2009 ถึงปัจจุบัน
รถสามล้อเครื่อง	-	-	-

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2565)

3.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเพื่อประเมินผลและคาดการณ์ในอนาคต

3.7.1 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจร และระดับเสียง

ใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) เพื่อประเมินความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของสภาพการจราจร ทั้งค่า PCU/hr และ V/C ที่มีต่อระดับเสียง Leq ($1h$), L_{10} และเสียงรบกวน รวมทั้งพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr และ V/C ทั้ง 2 ช่วงเวลา (นอกช่วงและในช่วงการจราจรหนาแน่น)

รูปแบบความสัมพันธ์ (X,Y) ในการศึกษากำหนด ดังนี้

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) เพื่อทดสอบอิทธิพลของการจราจรในรูปแบบที่ประเมิน (PCU แยกชนิด, PCU รวม, V/C) ที่มีต่อระดับเสียง 1 hr (L_{1hr}) เสียงที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ระดับ 10 (L_{10}) และเสียงรบกวน หรือค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 2 เหตุการณ์ $N(dif)$ การจับคู่ความสัมพันธ์แสดงในตารางที่ 21 ดังนี้

ตาราง 21 คู่ความสัมพันธ์สำหรับการทดสอบสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R²)

การจราจร	นอกช่วงการจราจรหนาแน่น			ในช่วงการจราจรหนาแน่น			N(Dif)
	L _{1hr} DBa	L ₁₀ DBa	V/C	L _{1hr}	L ₁₀	V/C	
PCU แยกชนิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PCU รวม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V/C	✓	✓	x	✓	✓	x	✓

3.8 การประเมินความสัมพันธ์ดังกล่าวใช้สถิติดังนี้

3.8.1 ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ/ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination) (R²)

สัมประสิทธิ์การกำหนด (r²) หรือ ค่า R-Squared คือตัวสถิติที่ใช้วัดว่าตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้ี้มีความสมรูปกับข้อมูลมากน้อยอย่างไร หรือรู้จักกัน ในอีกความหมายหนึ่งว่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) ค่า R-Squared ถือเป็นค่าที่นำมาใช้วัดว่าตัวแบบสมการเชิงเส้นที่ได้มานั้นมีความเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ การคำนวณจะได้สมการการทำนายความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ดังสมการที่ 3.11

$$R^2 = \frac{b \cdot S_{xy}}{S_{yy}} \dots \dots \dots 3.11$$

$$\text{หรือ } R^2 = \frac{(S_{xy}/S_{xx}) \cdot S_{xy}}{S_{yy}}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า } b &= \frac{S_{xy}}{S_{xx}} & S_{xx} &= \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \\ S_{yy} &= \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} & S_{xy} &= \sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} \end{aligned}$$

เมื่อ

X และ Y คือ ค่าตัวแปรที่ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกัน

X คือ ตัวแปรต้น

Y คือ ตัวแปรตามที่เกิดการการณ์

โดยที่ X ในที่นี้คือจำนวนยานพาหนะ (PCU) หรือ ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) Y ในที่นี้คือระดับเสียงในรูปแบบต่างๆ

3.8.2 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ ระหว่าง 2 ช่วงเวลาการจราจรด้วยสถิติ T-test

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ช่วงเวลาการจราจร (การจราจรเบาบางและหนาแน่น) ที่เป็นอิสระต่อกัน ด้วยวิธีการทางสถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ของ Total PCU รถเก๋ง รถมอเตอร์ไซด์ รถกระบะ รถตู้ รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ทั้ง 2 ช่วงการจราจร การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท

4.1.1 จำนวนยานพาหนะ แยกประเภท 10 พื้นที่

จากภาพรวมการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยก 12 ประเภท (non-PCU) เปรียบเทียบจากการจราจรทั้ง 2 ช่วงเหตุการณ์ คือช่วงเบาบาง (นอกช่วงการจราจรหนาแน่น) และช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าช่วงการจราจรหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะมากกว่าช่วงการจราจรเบาบางในทุกพื้นที่ ซึ่งจำนวนยานพาหนะช่วงเบาบางพบว่าจำนวนยานพาหนะรวมทั้ง 12 ประเภทสูงสุด ณ พื้นที่ A4 (สี่แยกบ้านคลอง) มีจำนวน 4286 คัน พบจำนวนยานพาหนะรวมต่ำที่สุด ณ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) มีจำนวน 408 คัน ผลการศึกษายังพบว่าในช่วงการจราจรหนาแน่นจำนวนยานพาหนะในพื้นที่สอดคล้องกับผลการศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง โดยมีจำนวนยานพาหนะรวมสูงสุด ณ พื้นที่ A4 มีจำนวน 4759 คัน พบจำนวนต่ำที่สุด ณ พื้นที่ A5 มีจำนวน 1055 คัน (ตารางที่ 22 และ 24)

เมื่อพิจารณาแยกประเภทยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท ทั้ง 2 ช่วงเหตุการณ์ รวม 10 พื้นที่ พบว่ายานพาหนะ 2 ประเภทคือประเภทรถจักรยานยนต์ (มอเตอร์ไซค์) และ รถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (นับชนิดรถเก๋งทุกประเภทรวมประเภท SUV) มีจำนวนที่โดดเด่นกว่ายานพาหนะชนิดอื่น ๆ อีก 10 ประเภท เนื่องจากเมื่อคำนวณในรูปแบบการเทียบเป็นสัดส่วนร้อยละ (โดยใช้จำนวนรวมทั้งหมดของพื้นที่นั้น ๆ เป็นฐานในการคำนวณ) พบว่ามีสัดส่วน % สูงอย่างโดดเด่น (ตารางที่ 23 และ 25) ดังรายละเอียด

ในช่วงการจราจรเบาบางยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พบสูงสุดในพื้นที่ A4, A5, A8, A9 และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 44.7%, 67.6%, 52.9%, 45.0%, และ 44.3% ตามลำดับ ส่วนรถรถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง พบสูงสุดในพื้นที่ A1, A2, A3, A6 และ A7 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 35.3%, 41.1%, 41.7%, 42.8% และ 38.2% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่ายานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พบสูงสุดถึง 6 พื้นที่คือพื้นที่ A3, A4, A5, A8, A9 และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 41.6%, 42.3%, 62.1% 69.1%, 53.9% และ 51.2% ตามลำดับ ส่วนรถรถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง พบสูงสุดใน 4 พื้นที่คือ A1, A2, A6 A7 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 32.5%, 45.3%, 42.6% และ 42.5% ตามลำดับ

และเมื่อพิจารณายานพาหนะที่น้อยที่สุดใน 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงเหตุการณ์ พบว่ารถประเภท รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) เป็นชนิดที่น้อยกว่า 1 % ในทุกพื้นที่

4.1.2 จำนวนยานพาหนะ แยกประเภทเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU/hr) 10 พื้นที่ (อธิบายรวม 2 สถานการณ์)

ผลการศึกษานับจำนวนยานพาหนะ 12 ประเภทที่คำนวณให้เทียบเท่ากับยานพาหนะส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (Passenger Car Unit: PCU) (รายละเอียดดังแสดงในบทที่ 3) ค่าระดับ PCU ทั้ง 12 ประเภท (แสดงในตารางที่ 26 และ 28) เมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างการจราจรทั้ง 2 ช่วง เหตุการณ์ คือช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าช่วงการจราจรหนาแน่นมี จำนวนยานพาหนะมากกว่าช่วงการจราจรเบาบางในทุกพื้นที่อย่างชัดเจน ซึ่งจำนวนยานพาหนะช่วง เบาบางพบว่าจำนวน PCU รวมทั้ง 12 ประเภทสูงสุด ณ พื้นที่ A4 (สี่แยกบ้านคลอง) โดยมีจำนวน 2973 คัน ในขณะที่พบจำนวนยานพาหนะรวมต่ำที่สุด ณ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) มีจำนวน 219 คัน ผลการศึกษายังพบว่าในช่วงการจราจรหนาแน่นจำนวนยานพาหนะในพื้นที่สอดคล้องกับผล การศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง โดยมีจำนวนยานพาหนะรวมสูงสุด และต่ำสุด ณ พื้นที่ A4 (จำนวน 3368 คัน) และ A5 (จำนวน 599 คัน) ตามลำดับ (ตารางที่ 26 และ 28)

เมื่อพิจารณาแยกประเภทยานพาหนะในรูปแบบ PCU ทั้ง 12 ประเภท ทั้ง 2 ช่วงเหตุการณ์ รวม 10 พื้นที่ พบว่ายานพาหนะ 3 ประเภท คือประเภทรถจักรยานยนต์ (มอเตอร์ไซค์) รถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (รถเก๋งรวมประเภท SUV) และ รถกระบะ พบว่าจำนวน PCU ของยานพาหนะทั้ง 3 ประเภท นี้มีจำนวนสูงอย่างโดดเด่นกว่ายานพาหนะประเภทอื่น ๆ ในพื้นที่เดียวกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม พบว่าจำนวน PCU สูงที่สุด คือยานพาหนะประเภทรถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (นับชนิดรถเก๋งทุกประเภท รวมประเภท SUV) รองลงมาอีก 2 ประเภทคือ ประเภท รถจักรยานยนต์ (มอเตอร์ไซค์) และ รถกระบะ โดยพิจารณาจากการคำนวณจำนวน PCU ในรูปแบบการเทียบเป็นสัดส่วนร้อยละ (ตารางที่ 27 และ 29) เช่นเดียวกับข้อมูลการนับจำนวนยานพาหนะ 12 ประเภทในตารางที่ 23 และ 25 ดังที่ได้แสดงมาแล้ว ดังรายละเอียด

ข้อมูลตารางที่ 27 ซึ่งแสดงค่าสัดส่วน % ของ PCU แต่ละชนิด ในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าจำนวน PCU ประเภทรถเก๋งมีสัดส่วนร้อยละสูงที่สุดถึง 8 พื้นที่ คือ พื้นที่ A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9 และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 41.1%, 46.1%, 50.6%, 52.5%, 45.7%, 40.3%, 42.4% และ 42.1% ของจำนวนยานพาหนะทุกประเภทตามลำดับพื้นที่ เป็นที่น่าสังเกต ว่าพื้นที่ A6 (ถนนมิตรภาพหน้าวิทยาลัยพาณิชยการ) มีสัดส่วนของรถเก๋งสูงที่สุดถึงร้อยละ 52.5 ส่วนรถกระบะพบว่ามีค่าสัดส่วน % PCU สูงสุด ณ พื้นที่ A4 เพียง 1 พื้นที่โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 45.9% เช่นเดียวกับ รถมอเตอร์ไซค์ พบค่า PCU สูงสุด ณ ในพื้นที่ A5 เพียง 1 พื้นที่เช่นกัน โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 37.7%

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาสัดส่วน % ของจำนวน PCU ของยานพาหนะแต่ละชนิดในช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่ายานพาหนะประเภทประเภทรถจักรยานยนต์เก๋ง พบสัดส่วนร้อยละสูงสุดเกือบทุกพื้นที่ (9 พื้นที่จากการศึกษาทั้งหมด 10 พื้นที่) ณ พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9 และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 40.4%, 56.5%, 52.3%, 40.7%, 55.0%, 51.3%, 41.9%, 49.8% และ 48.1% ตามลำดับ โดยพบว่าพื้นที่ A2 และ A6 มีสัดส่วนรถเก๋งสูงโดดเด่นกว่าพื้นที่อื่นๆ ชัดเจน (56.5%, และ 55.0%,) ส่วนรถกระบะพบสัดส่วนร้อยละสูงรองลงมาจากรถเก๋ง ณ ใน 3 พื้นที่คือ A1, A4 และ A7 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 35.8%, 38.3% และ 31.1% ตามลำดับ และ รถมอเตอร์ไซค์ พบสูงสุดในพื้นที่ A5 คิดเป็นร้อยละ 32.8% อย่างไรก็ตามยังพบว่าจำนวน PCU ของมอเตอร์ไซค์คิดเป็นสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงมากเช่นกันในพื้นที่ A8 โดยเทียบสัดส่วนเท่ากับ 40.0% (ระดับร้อยละเกือบเทียบเท่ากับรถเก๋งที่มีสัดส่วน 41.9%)

เมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า ยานพาหนะรูปแบบเทียบเท่า PCU 3 ประเภท คือ รถเก๋ง และ รถมอเตอร์ไซค์ พบว่ามีจำนวนการใช้ยานพาหนะทั้ง 2 ประเภทใกล้เคียงกันมากที่สุด ณ พื้นที่ A8 ส่วนประเภทยานพาหนะเทียบเท่ารูปแบบ PCU ที่มีจำนวนน้อยที่สุดใน 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงเหตุการณ์ คือยานพาหนะประเภทรถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) เป็นชนิดที่มีค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่า 1 % ในทุกพื้นที่ (พิจารณาจากการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง)

4.1.3 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงจำนวนยานพาหนะแยกประเภท (เปรียบเทียบกับ 2 สถานการณ์)

จากการศึกษาภาพรวมเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น ลดลง ของปริมาณยานพาหนะ ทั้ง 12 ประเภท (รูปแบบก่อนคำนวณให้เทียบเท่ายานพาหนะ 7 ที่นั่ง non-PCU) ในช่วงเวลาการจราจรหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น (ใช้ข้อมูลจำนวนยานพาหนะก่อนช่วงการจราจรหนาแน่นเป็นฐานในการคำนวณ) พบว่า ทั้ง 10 พื้นที่ มีปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิดเพิ่ม และ ลดลงของยานพาหนะแต่ละชนิดที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 30) เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่พบว่า มีเพียงยานพาหนะ 2 ประเภทคือ รถจักรยานยนต์ และรถเก๋ง ที่มีจำนวนร้อยละเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่ ในขณะที่ ยานพาหนะอีก 10 ประเภท พบว่ามีจำนวนร้อยละของการเพิ่ม และ ลดลงในช่วงการจราจรหนาแน่นในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันไป ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของยานพาหนะทั้ง 2 ประเภทนี้ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงการจราจรหนาแน่นในพื้นที่ถนนเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยพบว่าร้อยละของการเพิ่มขึ้นของมอเตอร์ไซค์เพิ่มขึ้นเกิน 100% ณ พื้นที่ถนน 5 พื้นที่ คือ A1, A2, A3, A5 และ A8 โดยเพิ่มขึ้น 114.9%, 102%, 102.9%, 137% และ 101.7% ตามลำดับ ส่วนประเภทรถเก๋ง พบว่าร้อยละการเพิ่มขึ้น สูงสุดเกิน 100% พบในพื้นที่ A5 เท่ากับ 101.6% เป็นที่สังเกตว่าพื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ที่มี

ร้อยละของการเพิ่มขึ้นของยานพาหนะทั้ง 2 ประเภทนี้สูงสุด (ตาราง 30) และข้อมูลยังพบว่าสอดคล้องกับผลการศึกษา % ของยานพาหนะที่แสดงในตารางที่ 23 ที่พบว่ายานพาหนะ 2 ประเภทนี้สูงอย่างโดดเด่น ณ ถนนที่ศึกษา 10 พื้นที่เช่นกัน

เมื่อพิจารณาพาหนะประเภทอื่น ๆ พบว่าประเภทกลุ่มรถกระบะ รถตู้ รถโดยสารขนาดเล็ก และรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ มีปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มสูงสุดในพื้นที่ A5 เช่นกัน อย่างไรก็ตามพบผลการศึกษาน่าสนใจคือ ยานพาหนะประเภทโดยสารขนาดใหญ่ และรถบรรทุกทุกประเภทมีจำนวนลดลงในช่วงการจราจรหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ลดลงถึง 100% ณ พื้นที่ A2 และ A5 เนื่องจากการนับยานพาหนะช่วงการจราจรหนาแน่นทำการศึกษาในช่วงเย็นถึงค่ำ ณ พื้นที่ A2 และ A5 ตั้งแต่ประมาณ 16.00 -17.30 น. เป็นช่วงที่ยานพาหนะขนาดใหญ่สัญจรน้อยลง (เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการจราจรหนาแน่น) นอกจากนี้ยังพบว่ารถบรรทุกทุกประเภท มีร้อยละที่ลดลง ณ พื้นที่ A2 และ A3 อย่างชัดเจน

ผลการประเมินร้อยละยานพาหนะที่เพิ่มสูงเกิน 1,000% ใน 10 พื้นที่ พบว่า รถตู้เพิ่มสูงสุดถึง 5,939.8% ณ พื้นที่ A5 เมื่อเปรียบเทียบกับยานพาหนะทุกประเภทและทุกพื้นที่ (เนื่องจากจำนวนช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่นแตกต่างกันมาก ตามตารางที่ 4.1 และ 4.3) และยานพาหนะประเภทที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเกิน 1,000% คือรถโดยสารขนาดกลาง (1,515.2% ณ พื้นที่ A1) และรถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (1,060.6 % ณ พื้นที่ A7)

ดังนั้นเมื่อพิจารณา เปรียบเทียบทั้ง 10 พื้นที่ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ร้อยละการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มสูงสุด พบในพื้นที่ A5 เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากชนิดยานพาหนะประเภท รถมอเตอริไซค์, รถเก๋ง, รถกระบะ, รถตู้, รถโดยสารขนาดเล็ก และ รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ เป็นประเภทที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในพื้นที่ A5 เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างยานพาหนะ 12 ประเภท (ตาราง 4.9) และรถตู้เพิ่มขึ้นสูงสุด ดังที่ได้อธิบายในเบื้องต้น

พิจารณาผลการศึกษากการแสดงผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ซึ่งได้แยกยานพาหนะประเภทรถเก๋ง รถมอเตอริไซค์ รถกระบะ และ รถตู้ มาคำนวณโดยใช้สถิติ F-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 10 พื้นที่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้ข้อมูลพื้นที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา ดังนี้

ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ทั้ง 2 สถานการณ์ พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ในพื้นที่ A6 สูงที่สุด

ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A6 และกลุ่มพื้นที่ A3, A6, A7 (ตาราง 22) ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A10 และกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A3, A6, A8 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A9 (ตาราง 24)



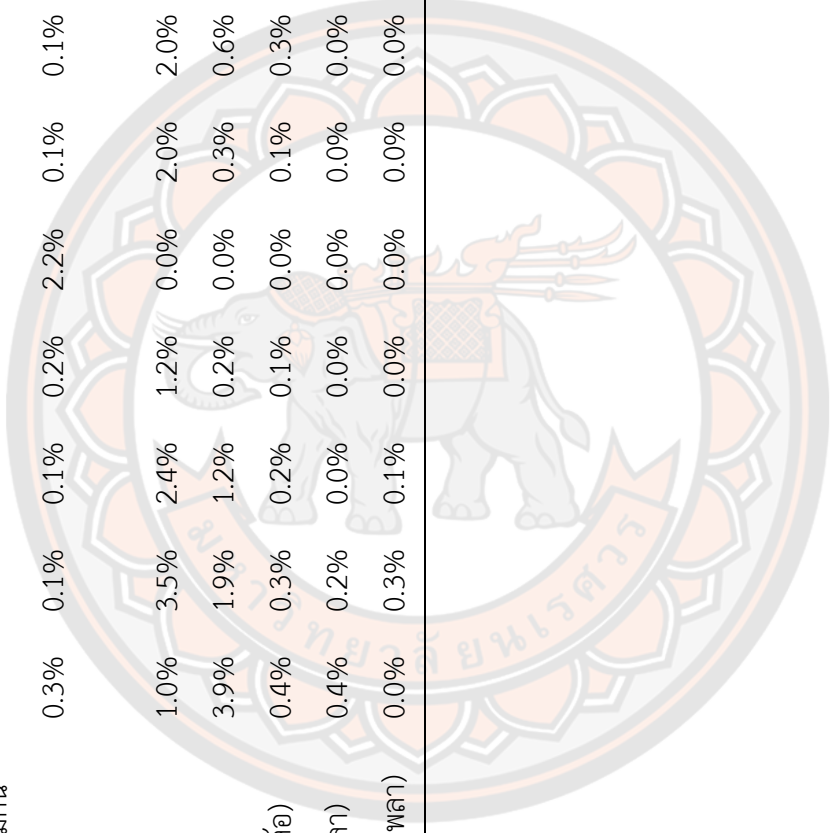
ตาราง 22 จำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงเบี่ยง

บาง

ประเภทยานพาหนะ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	จำนวนรวม
	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD	เฉลี่ย± SD
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	228.83 ^a ± 3.55	367.33 ^a ±2.08	759.33 ^b ± 9.02	1916.33 ^c ±50.00	275.83 ^a ± 28.51	790.33 ^b ± 134.00	670.33 ^b ± 205.00	939.33 ^d ± 75.00	784.33 ^c ± 26.01	1745.83 ^b ± 108.50	1745.83 ^b ± 108.50
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เบาะ) - รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	331.33 ^b ± 34.00	784.33 ^d ±7.02	1157.83 ^e ±14.51	895.33 ^e ± 86.00	72.83 ^a ± .53	1210.83 ^f ± 46.50	1008.33 ^f ± 79.00	457.33 ^e ± 27.01	514.83 ^e ± 35.50	1150.33 ^e ± 41.00	1150.33 ^e ± 41.00
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) – รถกระบะ	300.83 ^b ± 0.76	594.83 ^c ±0.76	702.33 ^c ± 6.03	1364.83 ^f ± 27.51	49.33 ^a ± .02	699.33 ^d ± 72.00	804.33 ^d ± 177.00	292.33 ^c ± 14.01	353.33 ^b ± 10.02	955.83 ^b ± 18.50	955.83 ^b ± 18.50
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) - รถตู้ - รถม่วงปรับอากาศ	10.33 ^a ± .15	40.83 ^{cd} ±8.52	42.83 ^d ± 57	30.33 ^b ± 1.02	1.33 ^a ± 15	57.33 ^e ± 15	65.83 ^e ± 1.51	35.33 ^{cd} ± 3.06	21.83 ^{cd} ± 4.54	39.33 ^b ± 4.0	39.33 ^b ± 4.0
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก - รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง - รถ 2 แถว	8.83± 1.6	0.00± 0.	0.00± 0.0	4.33± 2.08	0.00± 0.0	0.83± 0.76	5.33± 1.15	7.33± 3.0	4.33± 1.1	5.33± 2.08	5.33± 2.08
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง - มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	0.33± 0.5	0.00± 0.	1.83± 0.7	3.33± 1.15	0.00± 0.0	1.33± 1.15	3.83± 2.57	0.00± 0.0	0.00± 0.0	1.33± 1.15	1.33± 1.15
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ - รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น บัรรวมกัน - รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	2.83± 1.6	1.83± 0.	2.83± 2.5	8.33± 1.15	8.83± 1.6	3.33± 0.58	2.33± 2.08	0.00± 0.0	0.00± 0.0	3.33± 1.15	3.33± 1.15
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	9.83± 0.7	65.83± 4	66.33± 0.	49.33± 3.0	0.00± 0.0	55.83± 7.5	53.83± 18.	34.83± 3.	53.83± 5.	33.83± 17.5	33.83± 17.5

ตาราง 23 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ช่วงการจราจรเบาบาง

ประเภทยานพาหนะ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	24.4%	19.3%	27.4%	44.7%	67.6%	27.9%	25.4%	52.9%	45.0%	44.3%
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) - รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	35.3%	41.1%	41.7%	20.9%	17.8%	42.8%	38.2%	25.7%	29.6%	29.2%
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) - รถกระบะ	32.1%	31.2%	25.3%	31.8%	12.1%	24.7%	30.5%	16.5%	20.3%	24.3%
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) - รถตู้	1.1%	2.1%	1.5%	0.7%	0.3%	2.0%	2.5%	2.0%	1.3%	1.0%
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก										
- รถโดยสารประมาณ 13 - 20 ที่นั่ง	0.9%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.2%	0.1%
- รถ 2 แถว										
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง										
- มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%



7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่													
- รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นั้รวมกัน													
- รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	0.3%	0.1%	0.1%	0.2%	2.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ													
- เช่นรถขนส่งพัสดุ	1.0%	3.5%	2.4%	1.2%	0.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.1%	3.1%	0.9%	
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	3.9%	1.9%	1.2%	0.2%	0.0%	0.3%	0.6%	0.6%	0.6%	0.4%	0.4%	0.1%	
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	0.4%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

ตาราง 24 จำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงหนา

แน่น

ประเภทยานพาหนะ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	จำนวนรวม
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	เฉลี่ย± SD 491.83 ^{a±} 22.51	เฉลี่ย± SD 741.83 ^{b±} 53.50	เฉลี่ย± SD 1540.33 ^d ±35.00	เฉลี่ย± SD 2014.33 ^e ±3.06	เฉลี่ย± SD 655.83 ^{ab} ±18.51	เฉลี่ย± SD 1145.33 [±] 167.02	เฉลี่ย± SD 990.83 ^{±2} 71.50	เฉลี่ย± SD 1894.33 ^f ±95.00	เฉลี่ย± SD 1378.83 ^e ±62.50	เฉลี่ย± SD 2212.33 ^d ±62.00	
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เบาะ) - รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	เฉลี่ย± SD 527.83 ^{b±} 20.51	เฉลี่ย± SD 1116.33 ^d ±14.01	เฉลี่ย± SD 1387.83 ^e ±12.51	เฉลี่ย± SD 1369.33 ^e ±60.00	เฉลี่ย± SD 146.83 [±] 20.51	เฉลี่ย± SD 1461.83 [±] 118.29	เฉลี่ย± SD 1598.83 [±] 183.50	เฉลี่ย± SD 595.33 ^{e±} 11.02	เฉลี่ย± SD 797.83 ^{b±} 3.55	เฉลี่ย± SD 1340.33 ^{c±} 62.00	
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) - รถกระบะ	เฉลี่ย± SD 468.83 ^{bc±} 22.51	เฉลี่ย± SD 494.83 ^{bc} ±66.50	เฉลี่ย± SD 655.83 [±] 38.50	เฉลี่ย± SD 1289.33 ^e ±361.00	เฉลี่ย± SD 149.83 [±] 15.51	เฉลี่ย± SD 667.83 ^{±3} 0.46	เฉลี่ย± SD 967.83 [±] 14.51	เฉลี่ย± SD 221.33 [±] 4.04	เฉลี่ย± SD 299.33 [±] 6.03	เฉลี่ย± SD 669.83 ^{ab±} 163.50	
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) - รถตู้	เฉลี่ย± SD 50.33 ^{±4.} 04	เฉลี่ย± SD 47.83 ^{±5.} 53	เฉลี่ย± SD 45.33 ^{±3.} 06	เฉลี่ย± SD 36.83 ^{±9.} 52	เฉลี่ย± SD 80.33 ^{±6.} 03	เฉลี่ย± SD 77.67 ^{±12} .90	เฉลี่ย± SD 80.33 ^{±13} .01	เฉลี่ย± SD 15.33 ^{±2} .08	เฉลี่ย± SD 44.83 ^{±2.} 57	เฉลี่ย± SD 38.83 ^{±3.} 55	
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก - รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง - รถ 2 แถว	เฉลี่ย± SD 18.83±2.5 7	เฉลี่ย± SD 0.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 1.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 3.33±3.06 57	เฉลี่ย± SD 10.83±2. 1.33±1.1	เฉลี่ย± SD 1.67±2.08 8	เฉลี่ย± SD 4.33±0.58 8	เฉลี่ย± SD 0.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 2.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 6.83±2.57 8	
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง - มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	เฉลี่ย± SD 5.33±1.15 8	เฉลี่ย± SD 0.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 1.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 2.33±2.08 5	เฉลี่ย± SD 0.00±0.0 0	เฉลี่ย± SD 0.67±0.58 8	เฉลี่ย± SD 1.33±1.15 8	เฉลี่ย± SD 0.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 0.33±0.5 8	เฉลี่ย± SD 3.83±1.61 8	
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ - รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นับรวมกัน - รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	เฉลี่ย± SD 4.33±1.15 22.83±1.6	เฉลี่ย± SD 0.00±0.0 31.33±7.	เฉลี่ย± SD 2.83±0.7 52.83±3.	เฉลี่ย± SD 8.33±4.04 27.33±4.0	เฉลี่ย± SD 0.00±0.0 10.33±2.	เฉลี่ย± SD 5.33±0.58 58.17±12.	เฉลี่ย± SD 10.83±3.5 71.33±2.0	เฉลี่ย± SD 1.33±0.5 13.83±4.	เฉลี่ย± SD 3.33±1.1 24.83±0.	เฉลี่ย± SD 2.33±0.58 38.83±3.5	
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	เฉลี่ย± SD 22.83±1.6	เฉลี่ย± SD 31.33±7.	เฉลี่ย± SD 52.83±3.	เฉลี่ย± SD 27.33±4.0	เฉลี่ย± SD 10.33±2.	เฉลี่ย± SD 58.17±12.	เฉลี่ย± SD 71.33±2.0	เฉลี่ย± SD 13.83±4.	เฉลี่ย± SD 24.83±0.	เฉลี่ย± SD 38.83±3.5	

- เซนตรอนสูงที่สุด	1	02	55	4	08	85	8	54	76	5
9.รอบรรทุกขนาด 2 เหลลา (6 ล้อ)	22.33±3.0	25.33±8.	12.33±3.		0.00±0.0	12.33±1.5	19.33±3.0	0.00±0.0	4.33±0.5	
10.รอบรรทุกขนาด 3 เหลลา (10 ล้อ)	6	02	06	3.33±1.15	0	3	6	0	8	4.83±3.55
	4.33±0.5	1.83±1.6			0.00±0.0			0.00±0.0	0.00±0.0	
11.รอบรรทุกฟ่วง (มากกว่า 3 เหลลา)	5.33±1.15	8	1	2.83±1.61	0	2.00±1.00	3.33±3.06	0	0	1.83±1.61
	0.83±0.7	1.83±0.7			0.00±0.0			0.00±0.0	0.00±0.0	
12.รอบรรทุกถึงฟ่วง (มากกว่า 3 เหลลา)	4.33±1.15	6	6	1.83±0.76	0	0.00±0.00	6.33±4.04	0	0	0.33±0.58
	2.33±1.1	0.33±0.5			0.00±0.0			0.00±0.0	0.00±0.0	
	0.83±0.76	5	8	0.33±0.58	0	0.00±0.00	3.83±1.61	0	0	0.33±0.58
จำนวนรวมทั้งหมด	1623	2466	3704	4759	1055	3433	3758	2742	2556	4320
										30,416

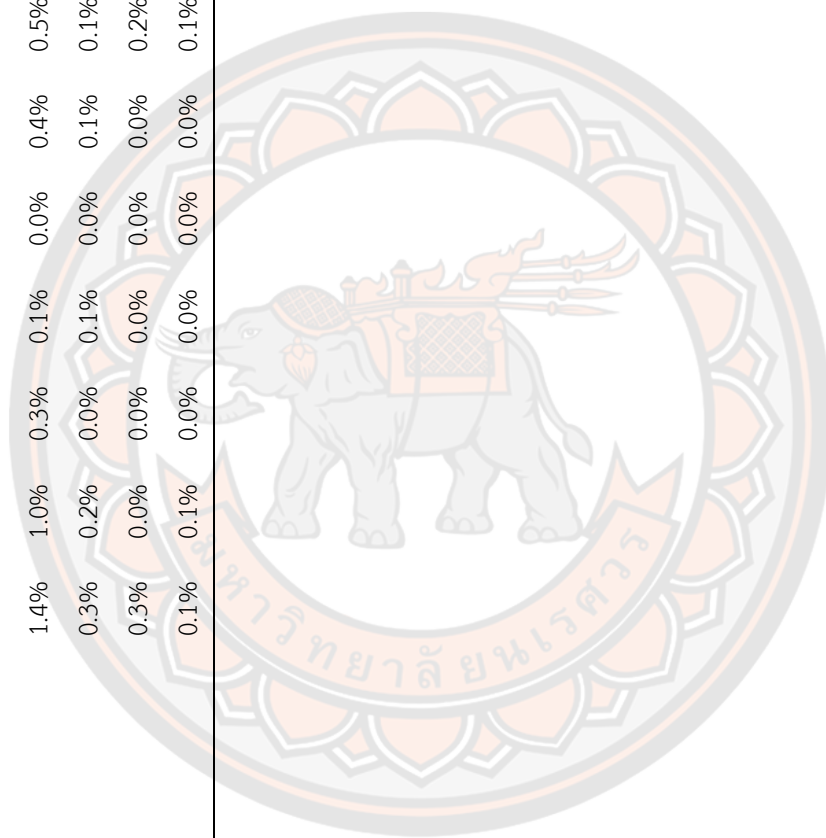
หมายเหตุ: แยกชนิดรถ 4 ประเภท (รถมอเตอร์ไซด์, รถเก๋ง, รถกระบะ, รถตู้) เพื่อนำมาคำนวณ F-test อีกครั้งที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ย (ในแถวเดียวกัน) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P < 0.05$)

ตาราง 25 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ช่วง

การจราจรหนาแน่น

ประเภทยานพาหนะ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	30.3%	30.1%	41.6%	42.3%	62.1%	33.4%	26.4%	69.1%	53.9%	51.2%
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)										
- รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	32.5%	45.3%	37.5%	28.8%	13.9%	42.6%	42.5%	21.7%	31.2%	31.0%
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)										
- รถกระบะ										
- รถกระบะเสริมหลังคา	28.9%	20.1%	17.7%	27.1%	14.2%	19.5%	25.8%	8.1%	11.7%	15.5%
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)										
- รถตู้	3.1%	1.9%	1.2%	0.8%	7.6%	2.3%	2.1%	0.6%	1.8%	0.9%
- รถม่วงปรับอากาศ										
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก										
- รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง	1.2%	0.0%	0.0%	0.1%	1.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
- รถ 2 แถว										
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง										
- มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่										
- รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นั้บรวมกัน										
- รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	0.3%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%

8.รบบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1.4%	1.3%	1.4%	0.6%	1.0%	1.7%	1.9%	0.5%	1.0%	0.9%
- เช่นรถขนส่งวัสดุ	1.4%	1.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.4%	0.5%	0.0%	0.2%	0.1%
9.รบบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	0.3%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
10.รบบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
11.รบบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
12.รบบรรทุกแกว่ง (มากกว่า 3 เพลา)										



ตาราง 26 จำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจรช่วงเบียง

ประเภทยานพาหนะ	A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8		A9		A10	
	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD	เฉลี่ย±	SD
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	68.65±	110.20	227.80±	574.90±	82.75	237.10±	201.10±	281.80	235.30	523.75±	1.06	±0.62	2.71	15.00	±8.55	40.20	61.50	±22.50	±7.80	32.55
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)	331.33	784.33	1157.83	895.33±	72.83	1210.83	1008.33	457.33	514.83	1150.33	±34.00	±7.02	±14.51	86.00	±6.53	±46.50	±79.00	±27.01	±35.50	±41.00
- รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	300.83	594.83	702.33±	1364.83	49.33	699.33±	804.33±	292.33	353.33	955.83±	±0.76	±0.76	6.03	±27.51	±8.02	72.00	177.00	±14.01	±10.02	118.50
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)																				
- รถกระบะเสริมหลังคา																				
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)	10.33±	40.83±	42.83±2	30.33±1	1.33±	57.33±1	65.83±1	35.33±	21.83±	39.33±4	1.15	8.52	.57	1.02	1.15	.15	1.51	3.06	4.54	.04
- รถตู้																				
- รถม่วงปรับอากาศ																				
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก	8.83±1.	0.00±0	0.00±0.	4.33±2.	0.00±	0.83±0.	5.33±1.	7.33±3.	4.33±1.	5.33±2.	61	.00	00	08	0.00	76	15	06	15	08
- รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง																				
- รถ 2 แถว																				
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	0.33±0.	0.00±0	1.83±0.	3.33±1.	0.00±	1.33±1.	3.83±2.	0.00±0.	0.00±0.	1.33±1.	58	.00	76	15	0.00	15	57	00	00	15
- มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)																				

7. รอยบนต์โดยสายรขนาดใหญ												
- รดทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น น้บ	4.25±2.	2.75±1	4.25±3.	12.50±1	13.25	5.00±0.	3.50±3.	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	5.00±1.	5.00±1.
รวมกัน	41	.15	85	.73	±2.41	87	12	00	00	00	73	73
- รดบ้จ้ำนวนหนึ่ง 40 ที่นึ่ง												
8. รดบรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) - เซน	12.78±	85.58±	86.23±0	64.13±3	0.00±	72.58±9	69.98±2	45.28±	69.98±	69.98±	43.98±2	43.98±2
รดยนส่งพัสดุ	0.99	5.90	.75	.97	0.00	.78	4.06	4.61	7.19	7.19	2.76	2.76
9. รดบรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	55.25±	54.50±	51.50±6	11.75±6	0.00±	12.50±4	25.25±1	14.75±	10.25±	10.25±	5.00±1.	5.00±1.
	5.32	1.73	.06	.81	0.00	.58	4.28	1.15	1.15	1.15	73	73
10. รดบรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	6.52±1.	10.77±	9.07±3.	9.07±5.	0.00±	3.12±2.	15.02±1	0.00±0.	4.82±1.	4.82±1.	1.42±1.	1.42±1.
	30	3.54	54	19	0.00	73	1.09	00	30	30	30	30
11. รดบรทุกพวง (มากกว่า 3 เพลา)	6.67±4.	6.67±2	0.00±0.	1.67±1.	0.00±	2.67±2.	1.67±1.	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	1.67±1.	1.67±1.
	16	.31	00	53	0.00	31	53	00	00	00	53	53
12. รดบรทุกกึ่งพวง (มากกว่า 3 เพลา)	0.67±1.	10.67±	3.33±3.	0.67±1.	0.00±	2.67±2.	0.67±1.	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	0.67±1.	0.67±1.
เพลา)	15	2.31	06	15	0.00	31	15	00	00	00	15	15
จำนวนรวมทั้งหมด	806	1701	2287	2973	219	2305	2204	1134	1214	1214	2734	2734

- รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง

8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1.6%	5.0%	3.8%	2.2%	0.0%	3.1%	3.2%	4.0%	5.8%	1.6%
- รถบรรทุกขนส่งวัสดุ										
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	6.9%	3.2%	2.3%	0.4%	0.0%	0.5%	1.1%	1.3%	0.8%	0.2%
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	0.8%	0.6%	0.4%	0.3%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.4%	0.1%
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.8%	0.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.1%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

- รศ 2 แถว																					
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	5.33±1.	0.33±0.	1.33±0.	2.33±2.0	1.33±1.	0.67±0.5	1.33±1.1	0.33±0.	0.33±0.	0.33±0.	3.83±1.										
- มิโนบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	15	58	58	8	15	8	5	58	58	58	61										
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่																					
- รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น ^๑ นับรวมกัน	6.50±1.	0.00±0.	4.25±1.	12.50±6.	0.00±0.	8.00±0.8	16.25±5.	2.00±0.	5.00±1.	5.00±1.	3.50±0.										
	73	00	15	06	00	7	32	87	73	73	87										
- รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง																					
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	29.68±	40.73±9	68.68±4	35.53±5.	13.43±	75.62±1	92.73±2.	17.98±	32.28±	32.28±	50.48±4										
- ชนรถชนส่งพัสดุ	2.09	.13	.61	25	2.71	6.70	71	5.90	0.99	0.99	.61										
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	33.50±	38.00±1	18.50±4	5.00±1.7	0.00±0.	18.50±2.	29.00±4.	0.00±0.	6.50±0.	6.50±0.	7.25±5.										
	4.58	2.03	.58	3	00	29	58	00	87	87	32										
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	9.07±1.	7.37±0.	3.12±2.	4.82±2.7	0.00±0.	3.40±1.7	5.67±5.1	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	3.12±2.										
	96	98	73	3	00	0	9	00	00	00	73										
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	8.67±2.	1.67±1.	3.67±1.	3.67±1.5	0.00±0.	0.00±0.0	12.67±8.	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	0.67±1.										
	31	53	53	3	00	0	08	00	00	00	15										
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	1.67±1.	4.67±2.	0.67±1.	0.67±1.1	0.00±0.	0.00±0.0	7.67±3.2	0.00±0.	0.00±0.	0.00±0.	0.67±1.										
	53	31	15	5	00	0	1	00	00	00	15										
จำนวนรวมทั้งหมด	1308	1975	2653	3368	599	2659	3114	1421	1602	1602	2789										

ตาราง 29 สัดส่วน % ของจำนวนยานพาหนะประเภท PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ช่วงการจราจร
หนาแน่น

ประเภทยานพาหนะ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	11.3%	11.3%	17.4%	17.9%	32.8%	12.9%	9.5%	40.0%	25.8%	23.8
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)										
- รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	40.4%	56.5%	52.3%	40.7%	24.5%	55.0%	51.3%	41.9%	49.8%	48.1%
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)										
- รถกระบะ	35.8%	25.1%	24.7%	38.3%	25.0%	25.1%	31.1%	15.6%	18.7%	24.0%
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)										
- รถตู้	3.8%	2.4%	1.7%	1.1%	13.4%	2.9%	2.6%	1.1%	2.8%	1.4%
- รถม่วงปรับอากาศ										
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก										
- รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง	1.4%	0.0%	0.1%	0.1%	1.8%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
- รถ 2 แถว										
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง										
- มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	0.4%	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่										
- รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นั้รวมกัน	0.5%	0.0%	0.2%	0.4%	0.0%	0.3%	0.5%	0.1%	0.3%	0.1%

- รับผิดชอบจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง																					
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)																					
- ชนรถขนส่งพัสดุ	2.3%	2.1%	2.6%	1.1%	2.2%	2.8%	3.0%	1.3%	2.0%	1.8%											
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	2.6%	1.9%	0.7%	0.1%	0.0%	0.7%	0.9%	0.0%	0.4%	0.3%											
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	0.7%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%											
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.7%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%											
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%											



8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	132.2	-52.4	-20.4	-44.6	933.0	4.2	32.5	-60.3	-53.9	14.8
- เซ่นรถขนส่งพัสดุ	-39.4	-30.3	-64.1	-57.5	-	48.0	14.9	-100.0	-36.6	45.0
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	39.2	-31.6	-65.7	-46.9	-	9.3	-62.3	-	-100.0	120.5
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	30.0	-75.1	83.0	120.5	-	-100.0	662.7	-	-	-60.2
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	151.5	-56.3	-80.2	0.0	-	-100.0	1060.6	-	-	0.0
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)										



4.2 ผลการศึกษาสภาพการจราจร

4.2.1 ยานพาหนะทุกประเภทเทียบกับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์

ผลการศึกษายานพาหนะทุกชนิดเมื่อเทียบเท่ากับรถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่งรวมทุกประเภท (Total PCU/hr) ทั้ง 10 พื้นที่ โดยเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงเหตุการณ์ พบว่าค่า Total PCU/hr ช่วงสถานการณ์การจราจรหนาแน่นสูงกว่าช่วงสถานการณ์เบาบางอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งช่วงการจราจรเบาบางพบว่าค่า Total PCU/hr ที่สูงสุดถึงต่ำสุดเรียงลำดับจากพื้นที่ A4, A10, A6, A3, A7, A2, A9, A8, A1 และ A5 ตามลำดับ ส่วนช่วงการจราจรหนาแน่นเรียงลำดับจากพื้นที่ A4, A7, A10, A6, A3, A2, A9, A8, A1 และ A5 ตามลำดับ

ผลการศึกษาที่แสดงในภาพที่ 15 และตารางที่ 31 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า พื้นที่ A4 (บริเวณสี่แยกบ้านคลอง) เป็นพื้นที่ที่มีจำนวนยานพาหนะรูปแบบ Total PCU/hr สูงที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ และตรงข้าม พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) เป็นพื้นที่ที่มีจำนวนยานพาหนะรูปแบบ Total PCU/hr ต่ำที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ โดยข้อมูลแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ A4 ช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงหนาแน่นมีค่า Total PCU/hr เฉลี่ยสูงถึงเท่ากับ 2972.85 คัน 3367.65 คัน ตามลำดับ สำหรับข้อมูลใน พื้นที่ A5 ในช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นก็มีจำนวน Total PCU/hr ต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 219.50 คัน และ 599.35 ตามลำดับ

จำนวนข้อมูลยานพาหนะรวมรูปแบบ Total PCU/hr แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ทั้งช่วงเวลาการจราจรหนาแน่น และ ช่วงการจราจรเบาบางพบว่า พื้นที่บริเวณสี่แยกบ้านคลอง มีจำนวนยานพาหนะสูงที่สุด ทั้ง 2 ช่วงเวลา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ถนนบริเวณนี้เป็นพื้นที่ที่ถูกใช้บริการในการสัญจรของยานพาหนะในเขตเมืองอย่างชัดเจน ในขณะที่พื้นที่ถนนสายวัฒนธรรม ริมแม่น้ำน่านซึ่งเป็นพื้นที่ในเขตเมืองเช่นกัน แต่เป็นพื้นที่ที่ประชาชนในจังหวัดพิษณุโลก (เขตเมือง) ใช้สำหรับสันทนาการในการพักผ่อนหย่อนใจ และออกกำลังกาย เป็นพื้นที่ที่ยานพาหนะโดยรวมใช้สัญจรผ่านต่ำที่สุดเนื่องจากจำนวนช่องทางถนนมีจำนวนน้อยและมีรองรับยานพาหนะขนาดใหญ่

4.2.2 V/C ค่าดัชนีการจราจรติดขัด ทั้ง 2 สถานการณ์

จากข้อมูล Total PCU/hr ซึ่งนำไปสู่การคำนวณค่าดัชนีการติดขัดของการจราจร (V/C) ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 32 และภาพที่ 16 แสดงสภาพการจราจรในรูปแบบ V/C ทั้ง 2 สถานการณ์ ให้เห็นว่า ระดับการติดขัดของการจราจรในช่วงจราจรเบาบางอยู่ในช่วงระดับเกรด A (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก) ในพื้นที่ A1, A2, A3, A4, A5 A6 และ A10 ส่วนพื้นที่ A7, A8 และ A9 การติดขัดอยู่ในระดับเกรด B (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี)

ผลการศึกษาในช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าระดับการติดขัดของการจราจรอยู่ใน 3 ระดับ การให้บริการตั้งแต่เกรด A, B และ C ดังนี้ อยู่ในช่วงระดับเกรด A (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก) ในพื้นที่ A1, A3, A4, A5, A6 และ A10 ส่วนในพื้นที่ A2 และ A7 การติดขัดอยู่ใน

ช่วงระดับเกรด B (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี) และพื้นที่ A8 และ A9 อยู่ในช่วงการติดขัดระดับเกรด C (การเคลื่อนตัวของสภาพการจราจรพอใช้) อย่างไรก็ตามการติดขัดระดับสูงสุดพบในพื้นที่ A9 ทั้ง 2 ช่วง คือระดับ 0.51 (เกรด B) และ 0.67 (เกรด C) ในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่นตามลำดับ (ตาราง 32) และ พื้นที่ A5 มีสภาพการจราจรคล่องตัวสูงสุดทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์ คือ ให้บริการในช่วงเกรด A เท่ากับ 0.09 และ 0.25 ในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่นตามลำดับ

เมื่อพิจารณาข้อมูลร่วมกับระหว่างผลการศึกษา Total PCU/hr และ (V/C) พบว่าข้อมูลพื้นที่ A5 มีความสอดคล้องกันระหว่าง 2 พารามิเตอร์ดังกล่าว คือเป็นพื้นที่ที่จำนวน Total PCU/hr และ (V/C) ต่ำที่สุดสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในพื้นที่ A4 ไม่พบความสอดคล้องกันระหว่าง 2 พารามิเตอร์ดังกล่าว เนื่องจาก จำนวน Total PCU/hr ในพื้นที่ A4 สูงที่สุด แต่ค่าการจราจรติดขัดกลับต่ำมากในระดับเกรด A4 ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนช่องทางถนนมีถึง 8 ช่องถนน (จำนวนช่องทางถนนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 8 พื้นที่) แสดงให้เห็นว่าจำนวนช่องทางถนน (ค่า C) มีอิทธิพลสูงมากต่อการลดค่าดัชนีการจราจรติดขัด ณ พื้นที่ถนน เขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก

จากผลการศึกษากการแสดงผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของจำนวนยานพาหนะทุกชนิดเมื่อเทียบกับรถยนต์ 7 ที่นั่ง (Total PCU) โดยใช้สถิติ F-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 10 พื้นที่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาแสดงดังตาราง 31

ผลการศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าเมื่อพิจารณาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่ควบคุมคือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา พบว่าทุกพื้นที่ (9 พื้นที่) มีจำนวน Total PCU แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับ Total PCU ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A8 และ A9 และระหว่างกลุ่มพื้นที่ A3, A6 และ A7

ในช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อใช้พื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ควบคุม พบว่า พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวน Total PCU แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับ Total PCU ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1 A8 และ A9 กลุ่มพื้นที่ A3 A6 และ A10 และกลุ่ม A4 และ A7

ตาราง 31 ค่าระดับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์ (ค่าเฉลี่ย± SD)

พื้นที่ ศึกษา	PCU รวม 12 ชนิด	
	ช่วงการจราจรเบาบาง เฉลี่ย± SD	ช่วงการจราจรหนาแน่น เฉลี่ย± SD
A1	806.45 ^b ±22.18	1307.80 ^b ±11.03
A2	1701.13 ^d ±12.69	1974.65 ^c ±94.39
A3	2287.02 ^e ±30.26	2652.65 ^d ±31.13
A4	2972.85 ^g ±123.27	3367.65 ^e ±429.24
A5	219.50 ^a ±26.45	599.35 ^a ±31.68
A6	2305.30 ^e ±91.03	2658.78 ^d ±164.48
A7	2204.85 ^e ±256.00	3113.90 ^e ±253.65
A8	1134.17 ^c ±4.48	1420.95 ^b ±51.56
A9	1214.68 ^c ±51.50	1602.10 ^b ±33.36
A10	2733.65 ^f ±89.59	2789.05 ^d ±261.10

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ย (ในคอลัมน์เดียวกัน) แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาระหว่างข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) โดยใช้สถิติ F-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 10 พื้นที่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาแสดงดังตาราง 32

ผลการศึกษาค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ทั้ง 2 สถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่ที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ในพื้นที่ A9 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบ

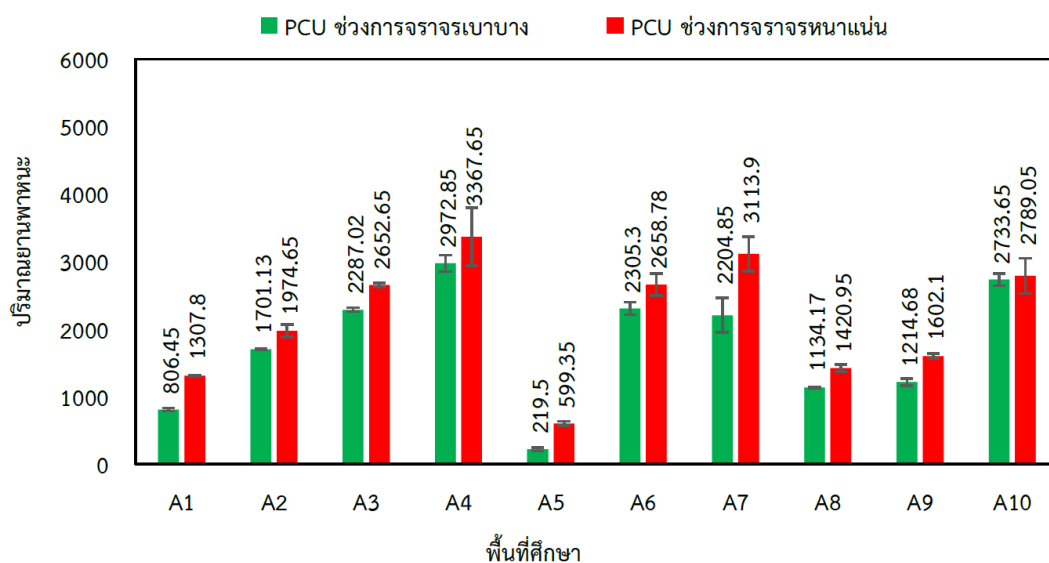
ความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A5 กลุ่มพื้นที่ A2, A4 กลุ่มพื้นที่ A6, A8 และกลุ่มพื้นที่ A6, A9

ในช่วงการจรรยาบรรณแน่น พบว่า พื้นที่ A2 A4 A6 A7 A8 A9 และ A10 มีค่าดัชนีการจรรยาบรรณติดขัด (V/C) แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยระดับค่าดัชนีการจรรยาบรรณติดขัด (V/C) ในพื้นที่ A9 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A3, A5 และกลุ่มพื้นที่ A1, A4, A5, A6, และ A10

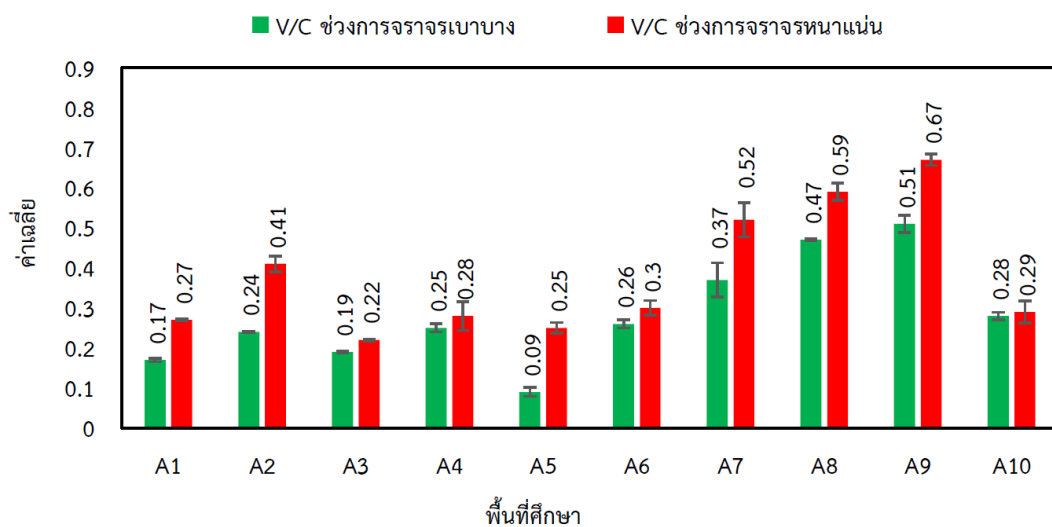
ตาราง 32 ค่าดัชนีการจรรยาบรรณติดขัด (V/C) ทั้ง 2 สถานการณ์

พื้นที่ศึกษา	สถานการณ์การจรรยาบรรณ			
	ค่า V/C ช่วงการจรรยาบรรณเบาบาง		ค่า V/C ช่วงการจรรยาบรรณแน่น	
	เฉลี่ย \pm SD	สภาพการจรรยาบรรณ	เฉลี่ย \pm SD	สภาพการจรรยาบรรณ
A1	0.17 ^a \pm 0.0046	A	0.27 ^b \pm 0.0023	A
A2	0.24 ^c \pm 0.0018	A	0.41 ^c \pm 0.0197	B
A3	0.19 ^b \pm 0.0025	A	0.22 ^a \pm 0.0026	A
A4	0.25 ^c \pm 0.0103	A	0.28 ^b \pm 0.0358	A
A5	0.09 ^a \pm 0.0110	A	0.25 ^{ab} \pm 0.0132	A
A6	0.26 ^{rs} \pm 0.0101	A	0.30 ^b \pm 0.0183	A
A7	0.37 ^e \pm 0.0427	B	0.52 ^d \pm 0.0423	B
A8	0.47 ^f \pm 0.0019	B	0.59 ^e \pm 0.0215	C
A9	0.51 ^s \pm 0.0215	B	0.67 ^f \pm 0. 0139	C
A10	0.28 ^d \pm 0.0093	A	0.29 ^b \pm 0.0272	A

หมายเหตุ: A คือ สภาพการจรรยาบรรณมีความคล่องตัวสูงมาก, B คือ สภาพการจรรยาบรรณมีความคล่องตัวดี, C คือ สภาพการจรรยาบรรณมีความคล่องตัวพอใช้ อักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ย (ในคอลัมน์เดียวกัน) แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P < 0.05$)



ภาพ 15 ค่าระดับ Total PCU/hr ทั้ง 2 สถานการณ์



ภาพ 16 ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ทั้ง 2 สถานการณ์

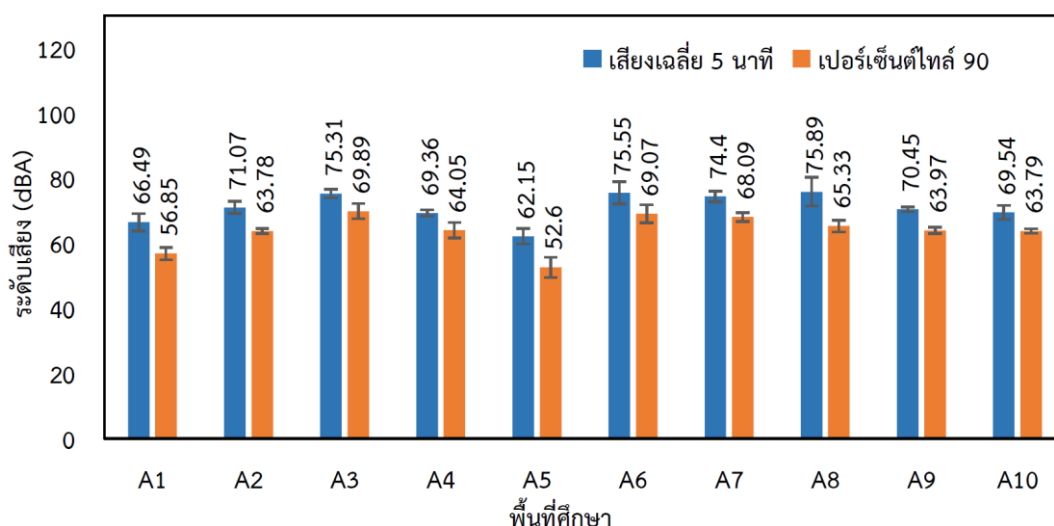
4.3 ระดับเสียงในพื้นที่เขตการจราจร

4.3.1 ระดับเสียงพื้นฐาน 5 นาที และ ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ช่วงการจราจรเบาบาง

เบาบาง

พิจารณาผลการศึกษามาจากภาพที่ 17 ที่แสดงค่าระดับเสียงพื้นฐาน 5 นาที และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ช่วงการจราจรเบาบาง ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา เมื่อแยกเป็น 2 พารามิเตอร์ พบว่า ในระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที พบระดับสูงสุดอยู่ที่ พื้นที่ A8 (ถนนมิตรภาพ (บริเวณวิทยาลัยพาณิชยการ)) มีค่าเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 75.89 เดซิเบลเอ และพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) มีค่าระดับเสียงเฉลี่ย อยู่ที่ 62.15 เดซิเบลเอ ส่วนระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 พบว่า ระดับเสียงเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ พื้นที่ A3 (ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล)) ที่ระดับ 69.89 เดซิเบลเอ และที่ระดับต่ำที่สุดอยู่ที่พื้นที่ A5 ที่ระดับ 52.6 เดซิเบลเอ

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 พารามิเตอร์ พบว่า พื้นที่ A8 ระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ย 5 นาที ที่สูงที่สุด และพบว่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ก็ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจราจรช่วงการจราจรเบาบาง ณ พื้นที่ A8 ก่อให้เกิดระดับเสียงที่ค่อนข้างดัง ในขณะที่พื้นที่ A5 มีผลการศึกษที่แตกต่างกัน เนื่องจากพบว่าค่าระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ต่ำที่สุดในพื้นที่นี้ (ถนนสายวัฒนธรรม) นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที และเปอร์เซ็นต์ไทล์ 90 สอดคล้องกันทั้ง 10 พื้นที่มี (ภาพ 17)



ภาพ 17 ระดับเสียงพื้นฐาน 5 นาที และ ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ช่วงการจราจรเบาบาง

4.3.2 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่

จากการวิเคราะห์ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) เพื่อเปรียบเทียบสถานการณ์การจราจรทั้งนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และในช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา ถึงแม้ว่าประเทศไทยไม่มีค่ามาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมงพื้นที่ภายนอกทั่วไป (ambient area) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยขอใช้เกณฑ์ระดับเสียงที่เสนอแนะโดย WHO (2009) ซึ่งระบุว่า US.EPA กำหนด ระดับเสียงในพื้นที่ชุมชนเขตเมืองที่มีโซนธุรกิจ ในช่วงเวลากลางวันระดับเสียงเฉลี่ย ไม่ควรเกิน (60 dBA) (ตารางที่ 33) ดังนั้นผลการศึกษเปรียบเทียบระหว่าง 2 สถานการณ์จึงบ่งชี้ว่าระดับเสียงมีค่าระดับเกินค่าที่ระบุไว้ดังกล่าว

เมื่อพิจารณาแต่ละพื้นที่ ในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่ามีเพียงพื้นที่ A1 และ A5 ที่มีค่าค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 67 และ 63 dBA ตามลำดับ อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาว่าพื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ที่อ่อนไหว ระดับ 63 dBA ก็จัดว่าเป็นระดับที่มีความเสี่ยงสำหรับพื้นที่ที่ควรมีความสงบเงียบ ส่วนพื้นที่ที่มีระดับเกิน 70 dBA คือ พื้นที่ A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9 และ A10 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 72.54, 75.2, 72.93, 75.87, 79.78, 71.52, 70.43 และ 73.76 dBA ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดพบในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 79.78 เดซิเบลเอ

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ย $L_{(1 \text{ hr})}$ ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าระดับเสียงเฉลี่ย $L_{(1 \text{ hr})}$ มีค่าเฉลี่ยเกินค่าที่ได้รับการแนะนำจาก US.EPA ในทุกพื้นที่ ซึ่งพื้นที่ที่มีค่าสูงสุด พบในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 83.31 เดซิเบลเอ และพื้นที่ที่มีค่าระดับเสียงต่ำที่สุด คือ พื้นที่ A1 ที่ระดับ 73.69 เดซิเบลเอ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาเปรียบเทียบทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่า พื้นที่ A7 มีค่าเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงที่สุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าพื้นที่การจราจร ถนนสายหลักในตัวเมือง จ.พิษณุโลก มีระดับเสียงที่เกินระดับมาตรฐาน 1 ชั่วโมง (เกินระดับ 60 dBA) ทั้ง 10 พื้นที่ (ภาพที่ 18 และ ตารางที่ 34) สำหรับการสัมผัสกับเสียงรบกวนโดยเฉลี่ยที่ GDG เสนอแนะให้ลดระดับเสียงรบกวนที่เกิดจากการจราจรบนถนนให้ต่ำกว่า 53 เดซิเบล ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน เนื่องจากเสียงรบกวนจากการจราจรบนถนนที่สูงกว่าระดับ 53 เดซิเบล ส่งผลเสียต่อสุขภาพ (องค์การอนามัยโลก 2018) ซึ่งในปี 2018 องค์การอนามัยโลกได้กำหนดนโยบายและเผยแพร่คำแนะนำแนวทางเกี่ยวกับระดับเสียงรบกวนที่สูงมีผลต่อสุขภาพและการนอนหลับของประชาชน ทั้งนี้คำแนะนำของ WHO มีรายงานว่าระดับเสียงรบกวนในช่วงกลางวันไม่ควรเกิน 55 เดซิเบล และช่วงกลางคืนไม่ควรเกิน 50 เดซิเบล (ตาราง 35 และ 36)

ตาราง 33 ค่ามาตรฐานถ่วงน้ำหนักระดับเสียงรบกวนในบางประเทศทั่วโลก

Countries	Industrial		Commercial		Residential		Silent Zones	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
Australia (dB)	55	55	55	45	45	35	45	35
India (dB)	75	70	65	55	55	45	50	40
Japan (dB)	60	50	60	50	50	40	45	35
US, EPA (dB)	70	60	60	50	55	45	45	35
WHO (dB) (WHO 2009,(66))								

ที่มา: (WHO, 2009)

ตาราง 34 Ambient Noise Level Guidelines of EPA, Ghana

DESCRIPTION OF AREA OF NOISE RECEPTION	PERMISSIBLE NOISE LEVEL IN dB (A)	
	DAY	NIGHT
	0600-2200	2200-0600
Residential areas with negligible or infrequent transportation	55	48
Educational (school) and health (hospital) facilities	55	50
Area with some commercial or light industry	60	55
Area with some light industry, place of entertainment or public assembly and place of worship such as churches and mosques	65	60

Predominately commercial areas	75	65
Light industrial areas	70	60
Predominately heavy industrial areas	70	70
Ghana EPA 2008		

ที่มา: (EPA, 2008)

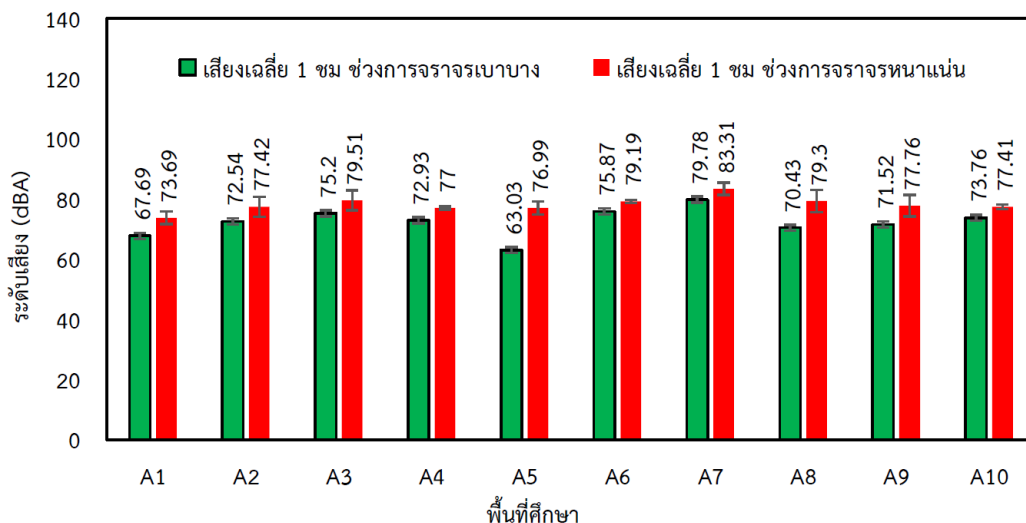
ตาราง 35 ระดับเสียงสูงสุดและผลกระทบต่อประชาชน

ลักษณะการโต้ตอบของชุมชน	ค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน dBA (L _{dn})
ไม่มีผลต่อชุมชนหรือกิจการ ร้องเรียนเพียงเล็กน้อย	50-60
เกิดการร้องเรียนมากขึ้น	60-70
เกิดการร้องเรียนอย่างรุนแรง	70-75
เกิดการโต้ตอบชุมชนต่อรัฐบาล	75-80

ตาราง 36 ลักษณะการโต้ตอบของชุมชน

สภาพแวดล้อม	ค่า L _{eq} สูงสุด	ผลกระทบ
(dBA)		
ชุมชนทั่วไปและชุมชนในเขตเมือง		
-เวลากลางวัน (07.00-22.00 น.)	55	เกิดการรบกวนเพิ่มขึ้น
-เวลากลางวัน(07.00-22.00 น.) ภายในที่พักอาศัยทั่วไป	45	รบกวนต่อการพักผ่อนนอนหลับเพิ่มขึ้น
-เวลากลางวัน(07.00-22.00 น.)	45	รบกวนการพูดคุยหรือการติดต่อสื่อสาร
-เวลากลางวัน(07.00-22.00 น.)	35	รบกวนการพักผ่อนนอนหลับ

ที่มา: (ธันวดี ศรีธาวิรัตน์, 2546)

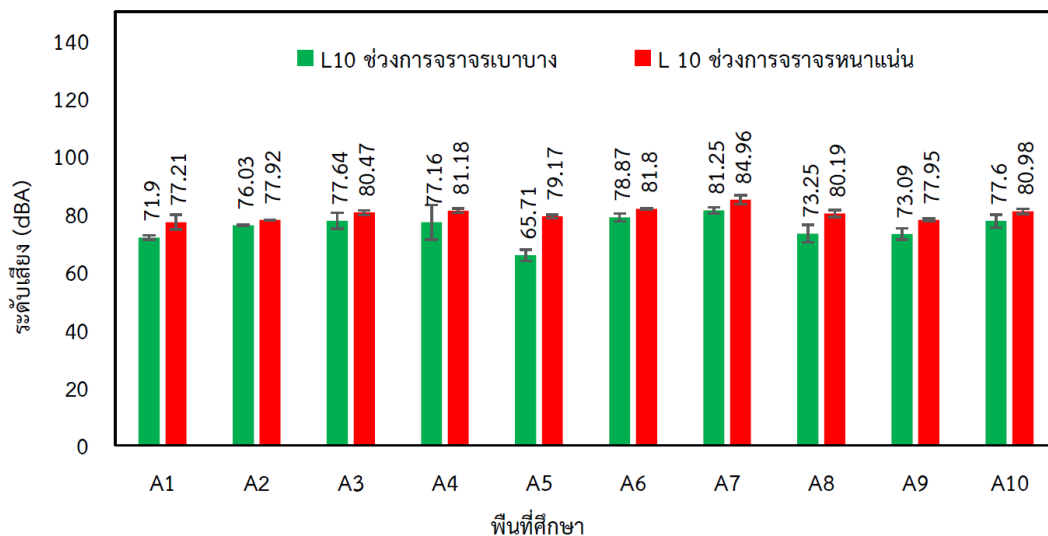


ภาพ 18 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น 10 พื้นที่

4.3.3 ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่

พิจารณาค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ทั้ง 2 ช่วงการจราจรทั้งในช่วงการจราจรหนาแน่น และช่วงการจราจรเบาบาง ทั้ง 10 พื้นที่ โดยฮ่องกงได้กำหนดระดับค่ามาตรฐานระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของชั่วโมงเร่งด่วนของเขตจราจรใน 1 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021) ซึ่งพบว่าถนนสายหลักของเขตเมืองพิชฌุโลกมีค่า L_{10} สูงเกินระดับ 70 เดซิเบลเอ ซึ่งในช่วงเบาบางพบว่าพื้นที่ A7 มีค่าสูงสุดถึง 81.25 เดซิเบลเอ ต่ำสุดคือพื้นที่ A5 เท่ากับ 65.71 เดซิเบลเอ ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่นพื้นที่ที่มีค่าระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่สูงที่สุดพบในพื้นที่ A7 เท่ากับ 84.96 เดซิเบลเอ ต่ำสุดในพื้นที่ A1 เท่ากับ 77.21 เดซิเบลเอ

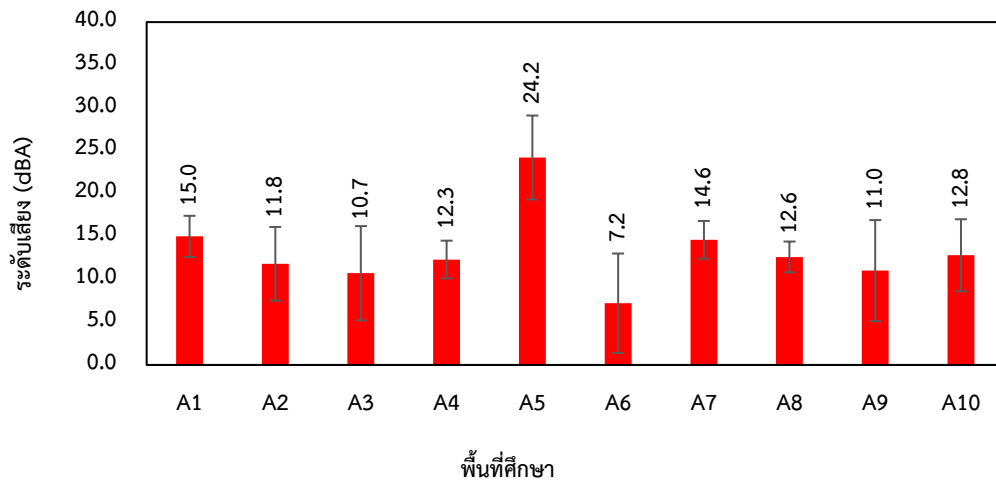
ในผลการศึกษาพบว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันทั้ง 2 ช่วงการจราจร (ภาพ 19) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ A7 มีระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร ทั้งช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย จะเห็นได้ว่าในช่วงการจราจรหนาแน่น และช่วงการจราจรเบาบาง พบว่า ในช่วงการจราจรหนาแน่นเกิน ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 เกินค่ามาตรฐานทั้ง 10 พื้นที่ โดยพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือพื้นที่ A7 อยู่ที่ระดับ 84.96 ± 1.15 เดซิเบลเอ ส่วนช่วงการจราจรเบาบาง มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 เกินค่ามาตรฐาน 9 พื้นที่ และพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือพื้นที่ A7 เช่นกัน ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 81.25 ± 1.02 เดซิเบลเอ ยกเว้นพื้นที่ A5 ที่ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 65.71 ± 1.94 เดซิเบลเอ (ตาราง 37)



ภาพ 19 ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น 10 พื้นที่

4.3.4 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ทั้ง 10 พื้นที่

พิจารณาผลการศึกษาระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level: E-Noise) ซึ่งแสดงใน ภาพที่ 20 และตารางที่ 38 ระดับเสียง E-Noise เป็นผลจากการคำนวณโดยใช้ฐานข้อมูลจากระดับเสียงพื้นฐาน ที่ 5 นาที และระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ร่วมกับ ระดับค่าเฉลี่ย $L_{(1\text{ hr})}$ ในช่วงการจราจรหนาแน่น (ดังสมการที่ 3.5) ผลการคำนวณพบว่าในพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) มีระดับ E-Noise ที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึง 24.2 dBA และพื้นที่ระดับ E-Noise ต่ำที่สุดที่ระดับ 7.2 เดซิเบล คือพื้นที่ A6 (ถนนมิตรภาพ -บริเวณวิทยาลัยพาณิชยการ) ซึ่งระดับเสียง E-Noise ที่เพิ่มขึ้นสูงสุด ณ พื้นที่ A5 ทั้ง ๆ ที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที และ 1 ชั่วโมงต่ำที่สุด เนื่องจากเกิดจากช่วงความแตกต่างระหว่าง 2 สถานการณ์ที่มีช่วงระดับเสียงต่างกันมากที่สุดโดยเกิดจากปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) ดังแสดงในผลการศึกษาร้อยละการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะ (ตารางที่ 37) ซึ่งพบว่าระดับ % ของยานพาหนะหลายประเภทเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในพื้นที่ A5 ปัจจัยดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise) ในช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างชัดเจน มีข้อสังเกตพบว่าสาเหตุที่ทำให้ระดับยานพาหนะเพิ่มขึ้นสูงมาก ในพื้นที่ A5 ในช่วงการจราจรหนาแน่น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และที่ออกกำลังในช่วงเย็น และมีวิทยาลัยอาชีวศึกษาซึ่งอยู่ในช่วงเลิกเรียน จึงทำให้ช่วงเวลาการจราจรติดขัดมีปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น และระดับเสียง E-Noise เพิ่มขึ้นด้วย



ภาพ 20 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) 10 พื้นที่

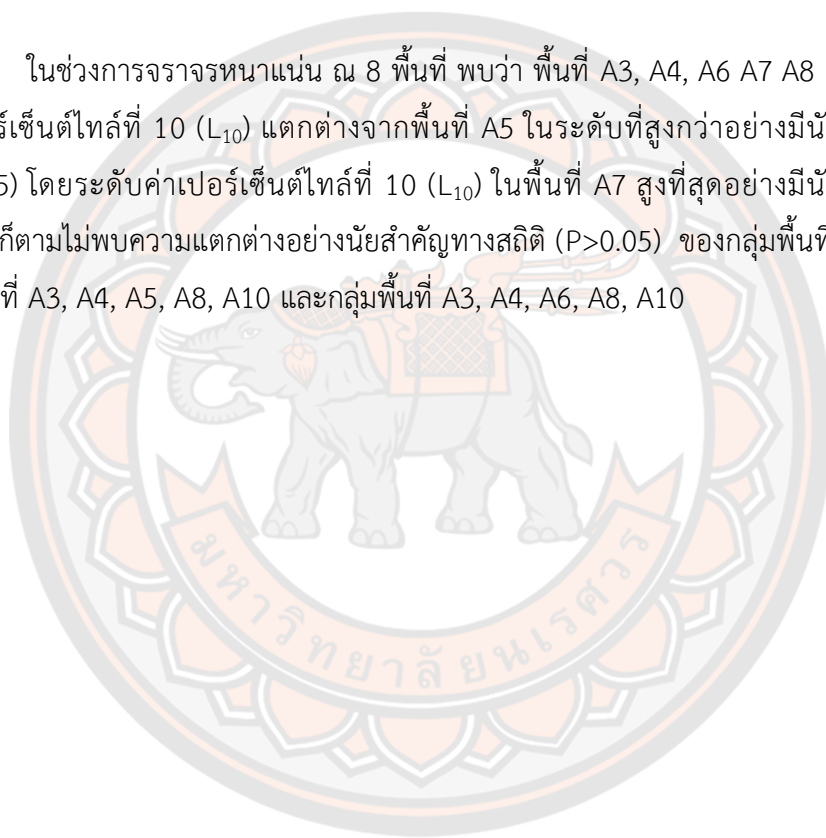
เมื่อพิจารณาผลการศึกษากการแสดงผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) และค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) โดยใช้สถิติ F-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 10 พื้นที่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาแสดงดังตาราง 33

ผลการศึกษาระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ทั้ง 2 สถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่ที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A8, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A8, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A9, A10 และกลุ่มพื้นที่ A6, A7

ในช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 8 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9 และ A10 มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A4, A5, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A6, A7, A8 ส่วนกลุ่มพื้นที่ที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A2, A4, A9 และ A10

ผลการศึกษาระดับค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ทั้ง 2 สถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A8, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A8, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A10

ในช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 8 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ A3, A4, A6 A7 A8 และ A10 มีระดับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A5, A9 กลุ่มพื้นที่ A3, A4, A5, A8, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A8, A10



ตาราง 37 ระดับเสียง ช่วง 2 ช่วงการจราจร

พื้นที่	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
ช่วงเบาบาง										
L _{5min}	66.49±2.	71.07±1.	75.31±1.	69.36±0.	62.15±2.	75.55±3.	74.4±1.6	75.89±4.	70.45±0.	69.54±2.
	69	84	35	99	39	44	5	44	71	14
L ₉₀	56.85±1.	63.78±0.	69.89±2.	64.05±2.	52.6±3.1	69.07±2.	68.09±1.	65.33±1.	63.97±0.	63.79±0.
	89	75	34	38	3	77	37	79	95	72
L _{1hr}	67.69 ^b ±	72.54 ^{cd} ±0	75.2 ^{cd} ±3.	72.93 ^{cd} ±	63.03 ^a ±3	75.87 ^{de} ±	79.78e±	70.43 ^{bc} ±	71.52 ^{abcd} ±	73.76 ^{cd} ±
	0.69	.22	36	4.75	.43	0.89	1.54	3.15	2.06	1.33
L ₁₀	71.9 ^b ±0.	76.03 ^{bcd} ±	77.64 ^{cde} ±	77.16 ^{cde} ±	65.71 ^a ±1	78.87 ^{de} ±	81.25 ^e ±1	73.25 ^{bc} ±	73.09 ^{bc} ±1	77.6 ^{cde} ±
	69	0.18	2.76	±6	.94	1.36	.02	3.02	.96	2.25
ช่วงหนาแน่น										
L _{1hr}	73.69 ^a ±	77.42 ^{ab} ±3	79.51 ^{bc} ±3	77 ^{ab} ±0.4	76.99 ^{ab} ±	79.19 ^{bc} ±	83.31 ^c ±2	79.3 ^{bc} ±3.	77.76 ^{ab} ±3	77.41 ^{ab} ±
	2.11	.32	.33	8	2.15	0.51	.04	71	.63	0.78
L ₁₀	77.21 ^a ±	77.92 ^a ±0.	80.47 ^{bc} ±0	81.18 ^{bc} ±	79.17 ^{ab} ±	81.8 ^{±0.}	84.96d±	80.19 ^{bc} ±	77.95 ^a ±0.	80.98 ^{bc} ±
	2.57	14	.79	0.75	0.64	18	1.15	1.16	48	0.86
ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise)	15±2.4	11.8±4.3	10.7±5.5	12.3±2.2	24.2±4.9	7.2±5.8	14.6±2.2	12.6±1.8	11±5.9	12.8±4.2

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ย (ในคอลัมน์เดียวกัน) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(P < 0.05)

4.3.5 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) และจำนวนยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่าง % ของจำนวนรถที่เพิ่มขึ้น (คำนวณเปรียบเทียบจากฐานข้อมูลจำนวนยานพาหนะ 12 ประเภท ช่วงการจราจรเบาบาง เปรียบเทียบกับช่วงการจราจรหนาแน่น) และค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่น (E: Noise) (ดูการคำนวณในบทที่ 3) (ตารางที่ 38)

ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง ซึ่งพบในประเภท ยานพาหนะ 6 ประเภท คือ ในประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) $R^2 = 0.7145$ รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) $R^2 = 0.7221$ รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) $R^2 = 0.7766$ รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก $R^2 = 0.6949$, รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.8055$ และ รถบรรทุกขนาดเล็ก 3 เพลา (10 ล้อ) $R^2 = 0.6143$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถทั้ง 6 ประเภทที่ส่งผลต่อ ค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก 2 เพลา (6 ล้อ) $R^2 = 0.0005$ เนื่องจากยานพาหนะประเภทดังกล่าวต่ำมากเมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น

ตาราง 38 สรุประดับเสียงที่เพิ่มขึ้น ลดลง (Elevated Noise Level) ในยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท

ประเภทยานพาหนะ	สมการพยากรณ์	R^2
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	$y = 0.0519x + 9.2747$	$R^2 = 0.2538$
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) - รถเก๋งทุกประเภท + SUV (ยกเว้นกระบะ)	$y = 0.1449x + 6.5985^*$	$R^2 = 0.7145^*$
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) - รถกระบะ -รถกระบะเสริมหลังคา	$y = 2.2989x - 87.369^*$	$R^2 = 0.7221^*$
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) - รถตู้ - รถม่วงปรับอากาศ	$y = 0.0021x + 11.863^*$	$R^2 = 0.7766^*$
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก - รถโดยสารประมาณ 13 – 20 ที่นั่ง - รถ 2 แถว	$y = 0.0118x + 11.913^*$	$R^2 = 0.6949^*$

6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง - มินิบัส (ไม่เกิน 20 ที่นั่ง)	$y = 0.0016x + 12.985$	$R^2 = 0.0312$
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ - รถทัวร์ 1 ชั้น หรือ 2 ชั้น นับรวมกัน - รถบัสจำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง	$y = -0.0066x + 13.558$	$R^2 = 0.0464$
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) เช่นรถขนส่งพัสดุ	$y = 0.0131x + 12.056^*$	$R^2 = 0.8055^*$
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	$y = 0.0021x + 13.265$	$R^2 = 0.0005$
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	$y = 14.144x - 97.362^*$	$R^2 = 0.6143^*$
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.0032x + 13.011$	$R^2 = 0.0247$
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.0024x + 12.982$	$R^2 = 0.0362$

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R2 ที่สูง

4.4 ปัจจัยทางกายภาพ

4.4.1 ค่าระดับ CO₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่

จากการศึกษาความเข้มข้น CO₂ (ppm) ในบรรยากาศริมถนน ณ ความสูงจากพื้นถนนที่ระดับ 1.5 เมตร ทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน CO₂ ในที่โล่งภายนอกอาคาร (outdoor area) ที่เสนอแนะโดยสำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา Occupational Safety and Health Administration : OSHA) ในระดับไม่ควรเกิน 450 ppm ผลการศึกษาพบว่าระดับในพื้นที่การจราจรเบาบางมีระดับ CO₂ สูงสุดในพื้นที่ A4 ซึ่งเป็นค่าระดับที่มาตรฐานที่ระดับ 460.28 ppm ส่วนถนนอีก 9 พื้นที่ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามก็ยังเป็นระดับที่สูงเนื่องจากทุกพื้นที่มีค่าเกิน 400 ppm โดยพบต่ำสุดในพื้นที่ A8 ที่ระดับ 421.00 ppm และระดับ CO₂ ค่อนข้างต่ำที่ใกล้เคียงกันคือ พื้นที่ระดับ A5 ที่ระดับ 429.38 ppm (ตารางที่ 39 และภาพที่ 21)

ผลการศึกษาในช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าโดยภาพรวมมีค่าระดับที่เกินมาตรฐานที่ระดับ 450 ppm ถึง 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ A4 ,A8 และ A10 ด้วยความเข้มข้นถึง 456.45 ppm, 475.26 ppm และ 456 ppm ตามลำดับ (พบระดับสูงสุดที่พื้นที่ A8 ซึ่งแตกต่างกับระดับในช่วงการจราจรเบาบางที่พบระดับต่ำสุด ณ พื้นที่ A8) ส่วนพื้นที่ A1 พบ CO₂ ที่ระดับต่ำสุด

ในระดับ 420.29 ppmถึงแม้ว่าพื้นที่การจราจรหนาแน่น ณ ถนน 7 พื้นที่ ได้แก่พื้นที่ A1, A2, A3, A5, A6, A7 และ A9 มีระดับ CO₂ ไม่เกินมาตรฐาน อย่างไรก็ตามก็ยังเป็นระดับที่สูงเนื่องจากเกินระดับ 400 ppm ทุกพื้นที่ (ตารางที่ 39 และภาพที่ 21)

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาคำถามแสดงข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยใช้สถิติ F-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 10 พื้นที่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาแสดงดังตาราง 39

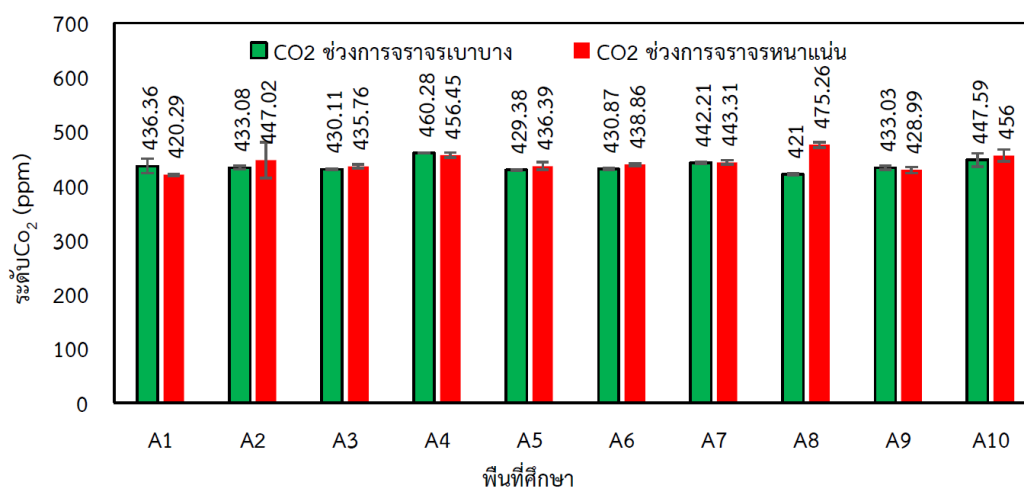
ผลการศึกษาระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ทั้ง 2 สถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง ณ 8 พื้นที่ คือ พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A6, A7, A9 และ A10 มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในพื้นที่ A10 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A3, A5, A5m A8 กลุ่มพื้นที่ A1, A2, A3, A5, A6, A9 กลุ่มพื้นที่ A1, A2, A7, A9 และกลุ่มพื้นที่ A7, A10

ในช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 8 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ A2, A3, A4, A6 A7 A8 A9 และ A10 มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในพื้นที่ A10 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A3, A5, A6, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A5, A6, A7, A9, กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4 A5, A6, A7, A10 และกลุ่มพื้นที่ A4, A8, A10 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A3 และ A6

ตาราง 39 ระดับ CO₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่

พื้นที่	CO ₂ ช่วงการจราจรเบาบาง	CO ₂ ช่วงการจราจรหนาแน่น
	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD
A1	436.36 ^{bc} ±13.36	420.29 ^a ±1.72
A2	433.08 ^{bc} ±3.11	447.02 ^{bc} ±33.02
A3	430.11 ^{ab} ±0.98	435.76 ^{abc} ±3.43
A4	460.28 ^e ±0.66	456.45 ^{cd} ±4.80
A5	429.38 ^{ab} ±1.03	436.39 ^{abc} ±6.95
A6	430.87 ^{ab} ±1.62	438.86 ^{abc} ±2.03
A7	442.21 ^{cd} ±1.07	443.31 ^{bc} ±3.96
A8	421.00 ^a ±1.94	475.26 ^d ±4.62
A9	433.03 ^{bc} ±3.89	428.99 ^{ab} ±5.73
A10	447.59 ^{cd} ±12.09	456 ^{cd} ±10.80

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ย (ในคอลัมน์เดียวกัน) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (P<0.05)

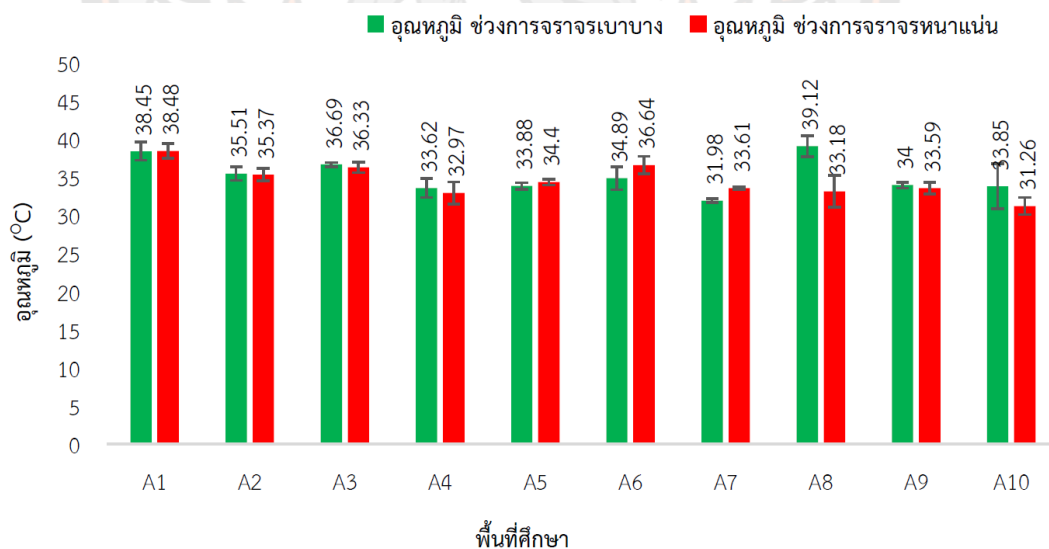


ภาพ 21 ระดับ CO₂ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น10 พื้นที่

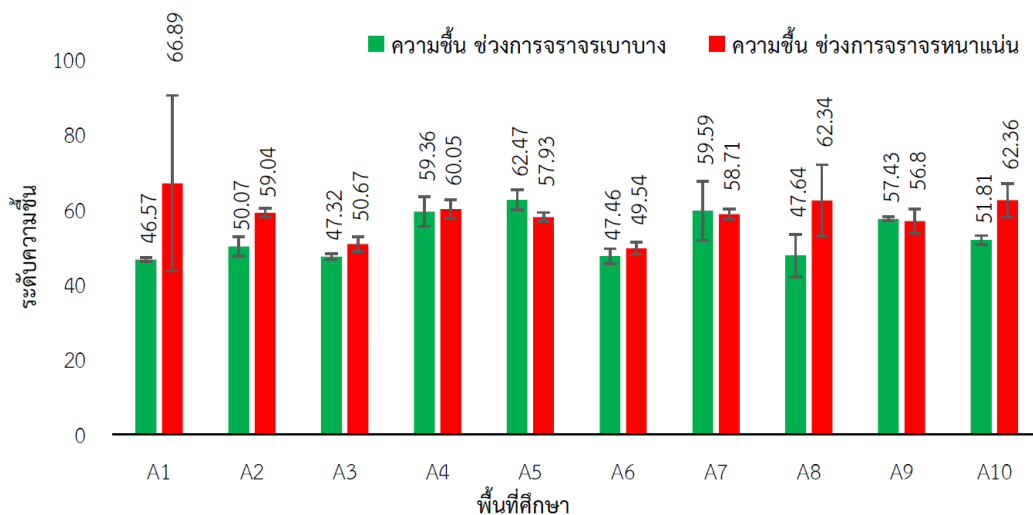
4.4.2 ระดับอุณหภูมิ และความชื้น ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่

จากการศึกษา การวัดค่าระดับอุณหภูมิและความชื้นในช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่ ซึ่งในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดได้แก่พื้นที่ A8 ที่ระดับ 39.12°C อุณหภูมิต่ำสุดในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 31.98°C (ไม่สอดคล้องกับปัจจัยจำนวนยานพาหนะ) ส่วนพิจารณาผลการศึกษาในช่วงการจราจรหนาแน่นระดับอุณหภูมิสูงสุด พบในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 38.48°C และระดับต่ำสุดพบในพื้นที่ A10 ที่ระดับ 31.26°C (ภาพ 22)

พิจารณาระดับความชื้นในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ที่มีความชื้นสูงสุดคือ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 62.47 ต่ำสุด คือพื้นที่ A1 ที่ระดับ 46.57 ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่นค่าระดับความชื้นสูงสุด คือ พื้นที่ A1 ที่ระดับ 66.39 และต่ำสุดที่ระดับ 49.54 ในพื้นที่ A6 (ภาพ 23) ซึ่งพบว่าในแต่ละพื้นที่ ที่มีระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก็จะมีระดับความชื้นที่ต่ำลง และเมื่อระดับอุณหภูมิต่ำลง ระดับความชื้นก็จะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งระดับอุณหภูมิและความชื้นบางพื้นที่พบว่าช่วงการจราจรเบาบางอุณหภูมิอาจสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งจะแปรผกผัน (ตาราง 40)



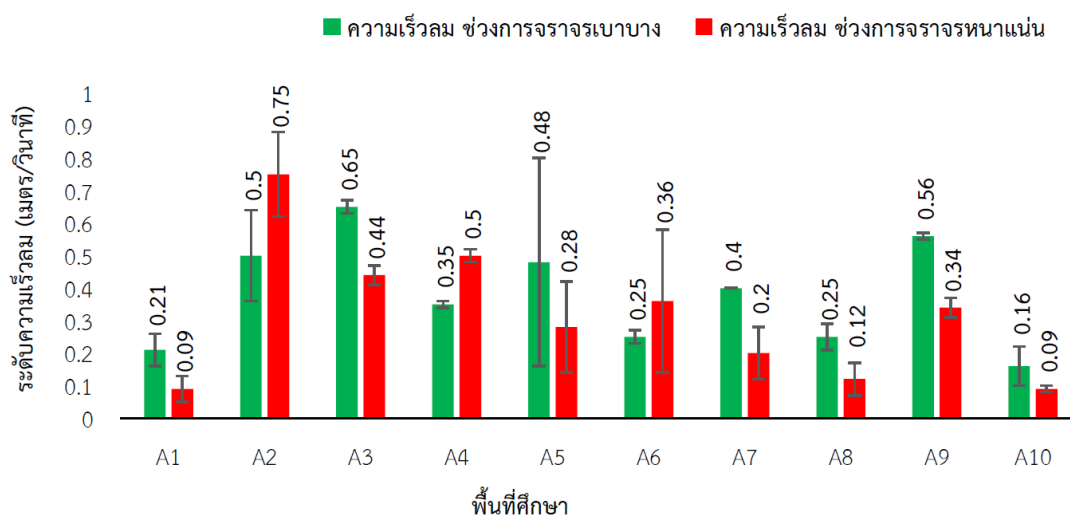
ภาพ 22 ระดับอุณหภูมิ ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่



ภาพ 23 ระดับความขึ้น ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่

4.4.3 ระดับความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น 10 พื้นที่

พิจารณาผลการศึกษาระดับความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วลมในช่วงการจราจรเบาบาง ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดในพื้นที่ A3 ที่ระดับ 0.65 เมตร/วินาที ต่ำสุดในพื้นที่ A10 ที่ระดับ 0.16 และในช่วงการจราจรหนาแน่น ค่าเฉลี่ยความเร็วลมสูงสุดในพื้นที่ A2 ที่ระดับ 0.75 เมตร/วินาที ต่ำสุดที่ระดับ 0.09 เมตร/วินาที ในพื้นที่ A1 และ A10 โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากันทั้ง 2 พื้นที่ ทั้งนี้ ความเร็วลมอาจขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ณ วันที่ไปเก็บตัวอย่างด้วย (ตาราง 40)



ภาพ 24 ระดับความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่

ตาราง 40 ค่าระดับอุณหภูมิตั้ง, ความชื้น และ ความเร็วลม ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่

พื้นที่	ช่วงการจราจรเบาบาง			ช่วงการจราจรหนาแน่น		
	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม
	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD	ค่าเฉลี่ย±ค่า SD
A1	38.45±1.20	46.57±0.50	0.21±0.05	38.48±0.98	66.89±23.40	0.09±0.04
A2	35.51±0.89	50.07±2.59	0.50±0.14	35.37±0.80	59.04±1.16	0.75±0.13
A3	36.69±0.26	47.32±0.76	0.65±0.02	36.33±0.68	50.67±1.92	0.44±0.03
A4	33.62±1.25	59.36±3.96	0.35±0.01	32.97±1.44	60.05±2.42	0.50±0.02
A5	33.88±0.45	62.47±2.67	0.48±0.32	34.40±0.38	57.93±1.17	0.28±0.14
A6	34.89±1.50	47.46±1.97	0.25±0.02	36.64±1.14	49.54±1.68	0.36±0.22
A7	31.98±0.24	59.59±7.86	0.40±0.00	33.61±0.16	58.71±1.30	0.20±0.08
A8	39.12±1.37	47.64±5.63	0.25±0.04	33.18±2.08	62.34±9.53	0.12±0.05
A9	34.00±0.39	57.43±0.60	0.56±0.01	33.59±0.78	56.80±3.18	0.34±0.03
A10	33.85±2.98	51.81±1.17	0.16±0.06	31.26±1.12	62.36±4.50	0.09±0.01

4.5 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะแยกประเภทและระดับเสียง

4.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง

จากผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถ (นับแยก 12 ประเภท ดังตารางที่ 41) และ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์ของการจราจร ผลการศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง ในประเภทยานพาหนะ 3 ประเภท คือ ในประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) $R^2 = 0.7728$, รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้), $R^2 = 0.8948$ และรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.6381$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถตู้และรถเก๋งที่ส่งผลต่อระดับเสียงเฉลี่ย $L_{(1hr)}$ บริเวณริมถนนของเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถยนต์โดยสารขนาดเล็ก $R^2 = 0.0007$ และรถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) $R^2 = 0.0009$ เนื่องจากในการศึกษาพบว่ามีจำนวนยานพาหนะ 2 ประเภทดังกล่าวต่ำมาก ในหลายพื้นที่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าค่า R^2 ต่ำกว่าช่วงการจราจรเบาบางอย่างชัดเจน เนื่องจากช่วงการจราจรหนาแน่นจำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างมากทุกประเภทในทุกพื้นที่ถนน จึงทำให้มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่น้อยจึงทำให้ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ ซึ่งค่า R^2 ที่สูงสุดช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าเป็นประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.4829$ และประเภทที่พบค่า R^2 ต่ำสุดคือประเภท รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) $R^2 = 0.00004$ (ตาราง 41)

ตาราง 41 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) ระหว่าง จำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และ $L_{(1hr)}$

ประเภทยานพาหนะ	ช่วงการจราจรเบาบาง $L_{(1hr)}$		ช่วงการจราจรหนาแน่น $L_{(1hr)}$	
	Non PCU		Non PCU	
	สมการพยากรณ์	R^2	สมการพยากรณ์	R^2
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	$y = 0.0028x + 69.939$	0.1171	$y = 0.0008x + 77.161$	0.0347
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง)	$y = 0.0103x + 64.495$	0.7728*	$y = 0.0028x + 75.227$	0.3133
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)	$y = 0.0079x + 67.441$	0.4317	$y = 0.0019x + 77.039$	0.0719
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)	$y = 0.221x + 64.644$	0.8948*	$y = 0.0313x + 76.537$	0.0741
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก	$y = -0.0373x + 72.411$	0.0007	$y = -0.2628x + 79.476$	0.3879
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	$y = 2.2564x + 69.572$	0.4906	$y = -0.8563x + 79.626$	0.3381
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่	$y = -0.5666x + 74.181$	0.1364	$y = 0.312x + 76.952$	0.1974
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	$y = 0.1627x + 65.383$	0.6381*	$y = 0.086x + 75.134$	0.4829
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	$y = 0.0456x + 71.544$	0.0201	$y = 0.0017x + 78.14$	0.00004
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	$y = 0.9623x + 68.894$	0.3786	$y = -0.3233x + 78.852$	0.0589
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = -0.1064x + 72.386$	0.0009	$y = 0.3013x + 77.692$	0.0703
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.5292x + 71.764$	0.0353	$y = 0.9577x + 77.394$	0.2474

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง

4.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และค่าระดับเสียง L_{10}

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถ (นับแยก 12 ประเภท ดังตารางที่ 42) และค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงเหตุการณ์ ทั้งในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง ซึ่งพบในประเภทยานพาหนะ 3 ประเภท คือ ในประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) $R^2 = 0.842$ รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้), $R^2 = 0.849$ และรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.5894$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถตู้, รถเก๋ง และรถบรรทุก 4 ล้อ ที่ส่งผลต่อ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถยนต์โดยสารขนาดเล็ก $R^2 = 0.0003$ เนื่องจากยานพาหนะประเภทดังกล่าวต่ำมากเมื่อเทียบจากยานพาหนะประเภทอื่น ผลการศึกษาสอดคล้องกับการประเมินความสัมพันธ์ของจำนวนยานพาหนะแยกประเภทกับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ซึ่งพบความสัมพันธ์ระดับสูงในยานพาหนะ 3 ประเภทนี้เช่นกัน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าค่า R^2 ต่ำกว่าช่วงการจราจรเบาบางอย่างชัดเจน เนื่องจากช่วงการจราจรหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างมากในทุกประเภทรถ ทุกพื้นที่ถนนในเมืองพิษณุโลก จึงทำให้ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ ซึ่งค่า R^2 ที่สูงสุดช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าเป็นประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) $R^2 = 0.849$ และประเภทที่พบค่า R^2 ต่ำสุด คือประเภทรถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) $R^2 = 0.002$ (ตาราง 42)

ตาราง 42 ค่า R^2 ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท* กับ L_{10} (Non PCU)

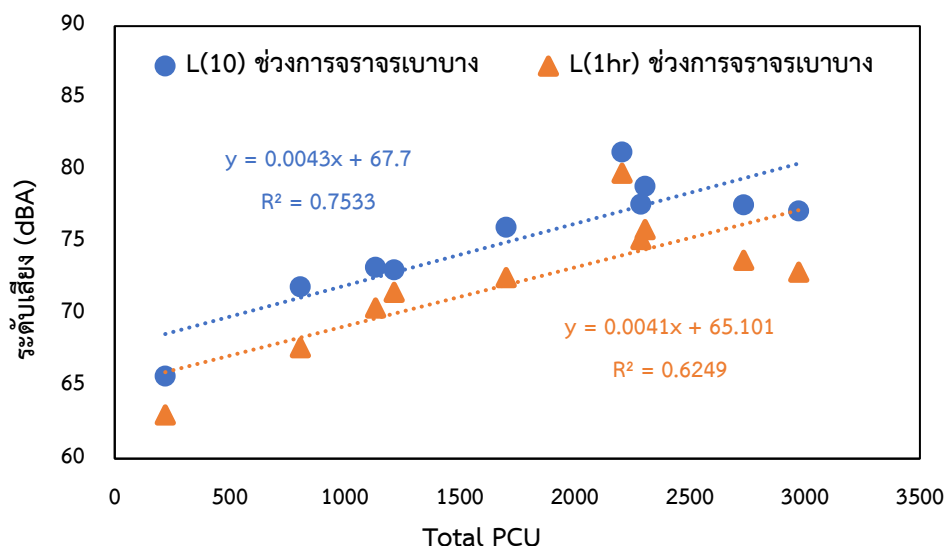
ประเภทยานพาหนะ	ช่วงการจราจรเบาบาง L_{10} non		ช่วงการจราจรหนาแน่น	
	PCU		L_{10} non PCU	
	สมการพยากรณ์	R^2	สมการพยากรณ์	R^2
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อ เครื่อง	$y = 0.0033x + 72.435$	0.185	$y = 0.0012x + 78.608$	0.1005
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง)	$y = 0.0103x + 67.465$	0.842*	$y = 0.0032x + 76.878$	0.4619
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)	$y = 0.0087x + 69.91$	0.5733	$y = 0.004x + 77.811$	0.3745
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)	$y = 0.2064x + 68.124$	0.849*	$y = 0.0365x + 78.292$	0.1169
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก	$y = 0.0231x + 75.166$	0.0003	$y = -0.1314x + 80.842$	0.1126
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	$y = 2.2036x + 72.61$	0.5091	$y = -0.2174x + 80.556$	0.0253
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่	$y = -0.4405x + 76.732$	0.0898	$y = 0.4604x + 78.404$	0.4986
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	$y = 0.1499x + 68.9$	0.5894*	$y = 0.085x + 77.193$	0.5479
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	$y = 0.0576x + 74.325$	0.035	$y = -0.0132x + 80.321$	0.0029
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	$y = 0.9024x + 72.079$	0.3624	$y = -0.0551x + 80.301$	0.002
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.3175x + 74.917$	0.0086	$y = 0.4274x + 79.521$	0.1642
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.6328x + 74.639$	0.055	$y = 0.7624x + 79.575$	0.1819

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง

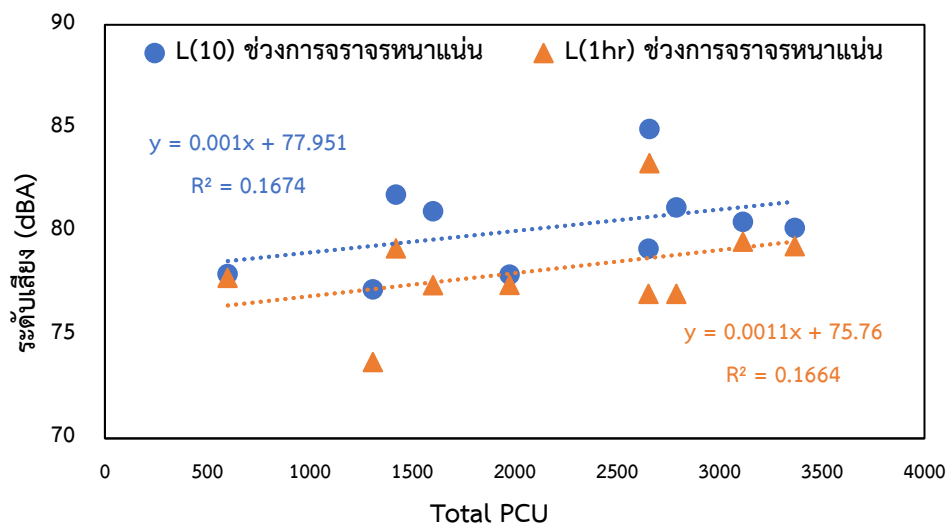
4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ L_{1hr} และ L_{10}

จากผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถรวมทุกชนิด ซึ่งคำนวณในรูปแบบ Total PCU กับ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 10 (L_{10}) ทั้ง 2 ช่วงการจราจร ผลการศึกษา พบว่า ค่า R^2 ของ L_{1hr} และ L_{10} ในช่วงการจราจรเบาบาง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งค่า R^2 ของ L_{1hr} เท่ากับ 0.6249 ส่วนค่า R^2 ของ L_{10} เท่ากับ 0.7533 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพล Total PCU ที่ส่งผลต่อค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) (ภาพ 25)

ผลการศึกษา ระดับความสัมพันธ์ในช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าค่า R^2 ต่ำกว่า ช่วงการจราจรเบาบางเนื่องจากช่วงการจราจรช่วงหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในทุกประเภทรถ ทุกพื้นที่ถนนในเมืองพิษณุโลก จึงทำให้ค่า R^2 ของ L_{1hr} และ L_{10} มีค่าความสัมพันธ์ระดับ ซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ของ L_{1hr} เท่ากับ 0.1664 และ ค่า R^2 ของ L_{10} เท่ากับ 0.1674 (ภาพ 26)



ภาพ 25 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ L_{1hr} และ L_{10} ช่วงการจราจรเบาบาง

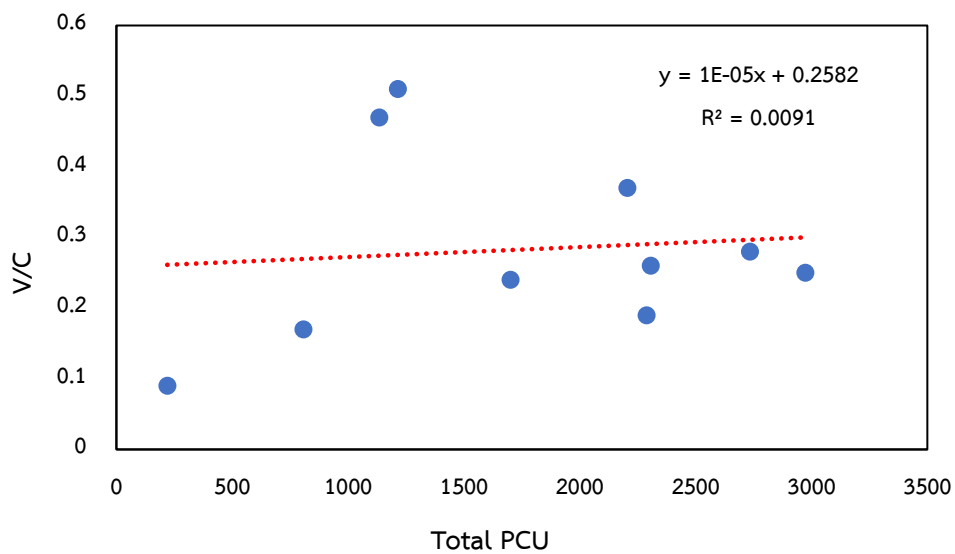


ภาพ 26 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ $L_{(1hr)}$ และ L_{10} ช่วงการจราจรหนาแน่น

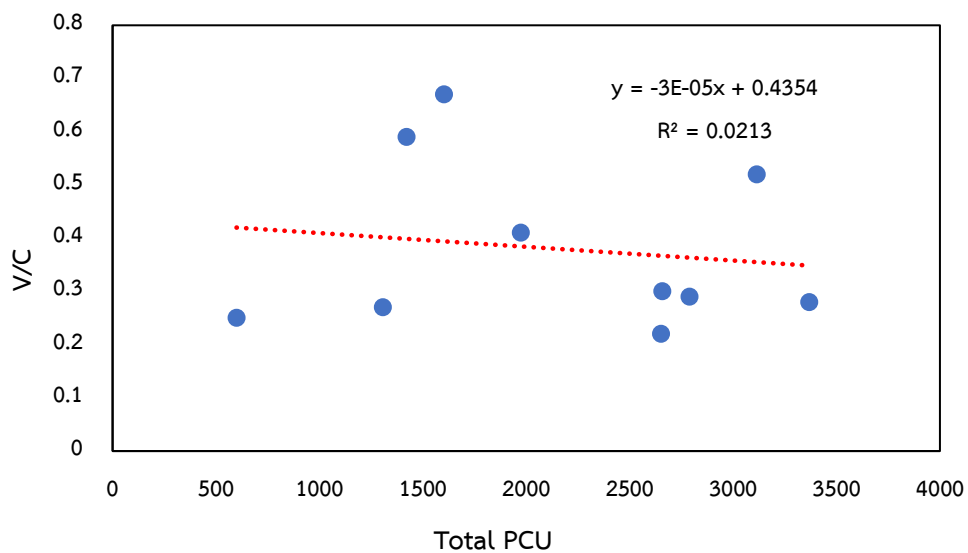
4.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ ค่าดัชนีการจราจรติดขัด V/C

ผลการศึกษา เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด และสภาพการจราจรติดขัด (หรือการเคลื่อนตัวของจราจร) (V/C) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าว เนื่องจากค่าระดับความสัมพันธ์จากสัมประสิทธิ์การกำหนด มีระดับต่ำมาก ซึ่งช่วงการจราจรเบาบางมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0091 (ภาพ 27) และช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่า R^2 เท่ากับ 0.0213 (ภาพ 28) ซึ่งแสดงให้เห็นอิทธิพลของประเภทยานพาหนะทั้ง 12 ชนิด ที่ไม่ส่งผลอย่างชัดเจนต่อค่าระดับ V/C

ข้อสังเกตจากผลการศึกษา ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU และ V/C มีข้อสมมติฐานในความเป็นไปได้จากจำนวนช่องทางถนนที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งบางพื้นที่มีจำนวนยานพาหนะไม่สูงมากแต่ค่าดัชนี V/C กลับสูง เนื่องจากจำนวนช่องทางถนนมีจำนวนน้อย (เช่น 2 ช่องทาง)



ภาพ 27 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ Total PCU รวมทุกชนิด กับ V/C ช่วงการจราจรเบาบาง

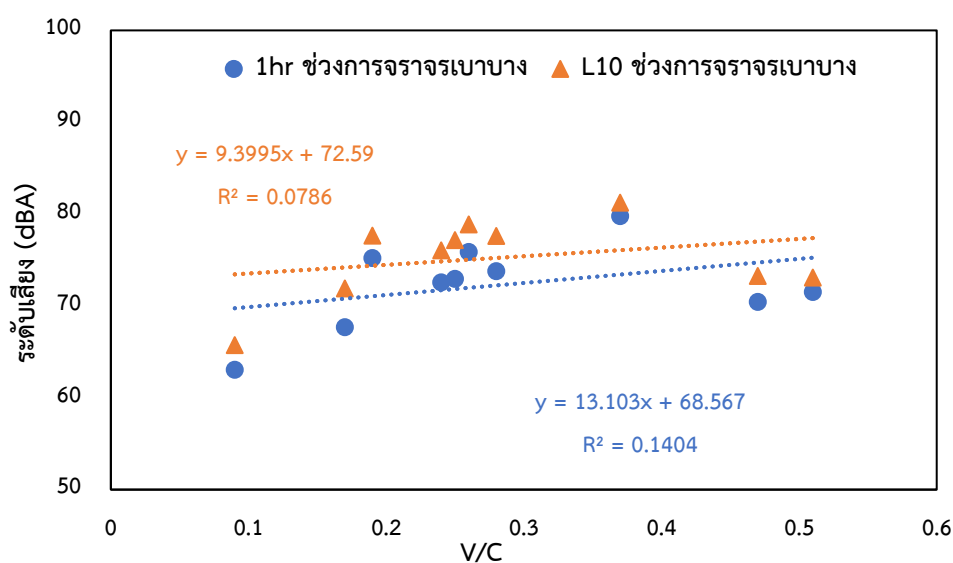


ภาพ 28 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU ทุกชนิด กับ Total PCU รวมทุกชนิด กับ V/C ช่วงการจราจรหนาแน่น

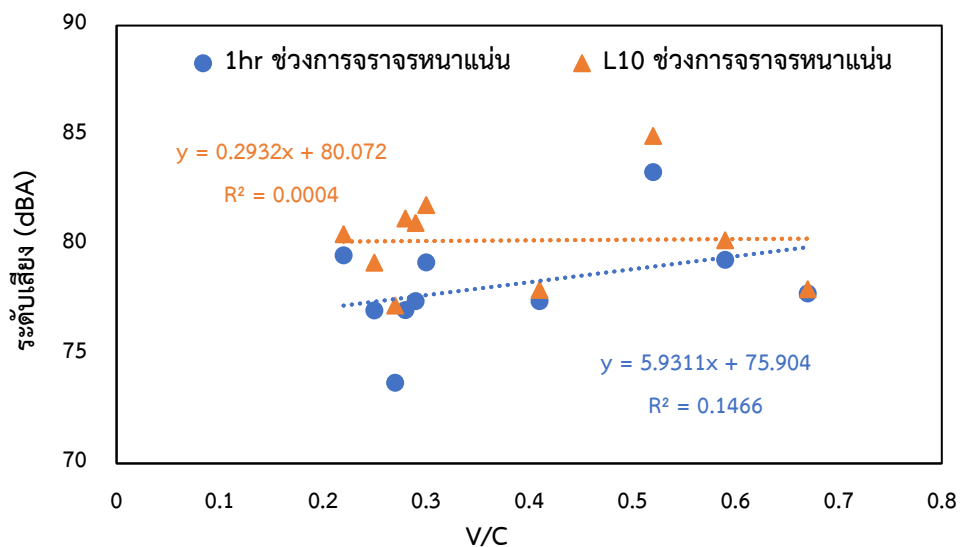
4.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10}

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าไม่พบความสัมพันธ์ ระหว่างสภาพการจราจร (V/C) กับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

ผลการศึกษาพบว่าช่วงการจราจรเบาบางมีค่า R^2 ระหว่างสภาพการจราจร (V/C) กับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ที่ระดับ 0.1404 และ 0.0786 ตามลำดับ (ภาพ 29) และช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่า R^2 ที่ระดับ 0.1466 และ 0.0004 ตามลำดับ เช่นกัน (ภาพ 30) ซึ่งในช่วงการจราจรเบาบางจะมีค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ ระดับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) สูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ส่วนช่วงการจราจรเบาบาง ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เล็กน้อย ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงสภาพการจราจรทั้งช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนต่อระดับเสียง



ภาพ 29 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10} ช่วงการจราจรเบาบาง



ภาพ 30 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10} ช่วงการจราจรหนาแน่น

4.5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise)

ผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท 12 ประเภท กับ ค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น E-Noise (Elevated Noise Level: E-Noise) ทั้ง 2 ช่วงการจราจรพบว่า ค่า R^2 ที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระดับสูงสุด คือประเภทของรถยนต์ ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) โดยมีระดับ R^2 เท่ากับ 0.455 ส่วนยานพาหนะประเภทอื่น ๆ ไม่แสดงความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับระดับเสียง E-Noise ด้วยค่า R^2 ที่ค่อนข้างต่ำ ส่วนประเภทรถ ที่มีค่า R^2 ต่ำสุด คือ ประเภทรถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) R^2 เพียงระดับ 0.0018 (ตาราง 43) บริเวณริมถนนของเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าในภาพรวม ไม่พบความสัมพันธ์ของระดับค่า PCU แยกประเภทต่อระดับ E-Noise ซึ่งแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) ระดับต่ำ ในทุกประเภทรถทั้ง 12 ประเภท

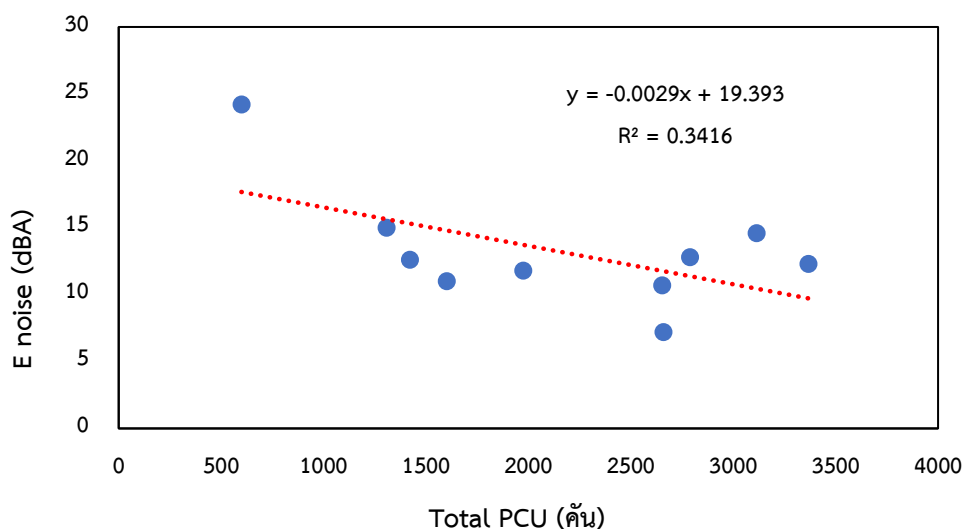
ตาราง 43 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ E-Noise

PCU แยกประเภท และ E noise		
ประเภทยานพาหนะ	สมการพยากรณ์	R^2
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	$y = -0.0096x + 16.991$	0.1537
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง)	$y = -0.0061x + 19.569$	0.455*
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)	$y = -0.0044x + 15.836$	0.1216
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)	$y = 0.0663x + 9.79$	0.1026
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก	$y = 0.4337x + 11.045$	0.3273
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	$y = 0.5308x + 12.31$	0.0402
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่	$y = -0.2012x + 14.387$	0.0572
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	$y = -0.082x + 16.968$	0.2296
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	$y = -0.0759x + 14.406$	0.0578
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	$y = -0.2305x + 14.063$	0.0269
11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.104x + 12.897$	0.0104
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	$y = 0.0734x + 13.102$	0.0018

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง

4.5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ E-Noise

จากผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่าง Total PCU รวม และ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น E-Noise (Elevated Noise Level) ผลการศึกษาพบว่ามีค่า R^2 ที่ระดับต่ำ เท่ากับ 0.3416 ซึ่งแสดงให้เห็น Total PCU รวมรถทั้ง 12 ชนิดไม่มีอิทธิพลต่อระดับ E-Noise (ภาพ 31)



ภาพ 31 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ E-Noise

4.5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ

จากผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถ (นับแยก 12 ประเภท ดังตารางที่ 44) และ ระดับความเข้มข้น CO_2 (ppm) ในบรรยากาศริมถนน ความสูงจากพื้นถนน ที่ระดับ 1.5 เมตร เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์ของการจราจร ผลการศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูงและปานกลาง จากผลการศึกษาในประเภทยานพาหนะ 2 ประเภท คือรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) และรถมอเตอร์ไซค์ ซึ่งมีค่า R^2 สูงที่ระดับ 0.6868 และ 0.4866 (0.5) ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของจำนวนรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) และมอเตอร์ไซค์ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสารประเภท CO_2 ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) R^2 0.0087

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่ามีเพียงยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซค์ที่มีอิทธิพลต่อการ ปล่อยมลสารประเภท CO_2 ระดับปานกลาง โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.4747 ส่วนความสัมพันธ์ในระดับต่ำที่สุด คือ ประเภทรถบรรทุกทุกกิ่งฟ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (ที่มีต่อระดับ CO_2) โดยมีค่า R^2 ที่ระดับ 0.0023 (ตาราง 44)

ผลการศึกษาในภาพรวมบ่งชี้ว่า นอกจากจำนวนยานพาหนะจากรถกระบะ และมอเตอร์ไซด์ แล้วยังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง PCU ของรถแยกประเภทอีก 10 ประเภทที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสาร CO₂ ในบรรยากาศ บริเวณริมถนน เขตเมืองพิษณุโลก

ตาราง 44 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R²) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับ CO₂

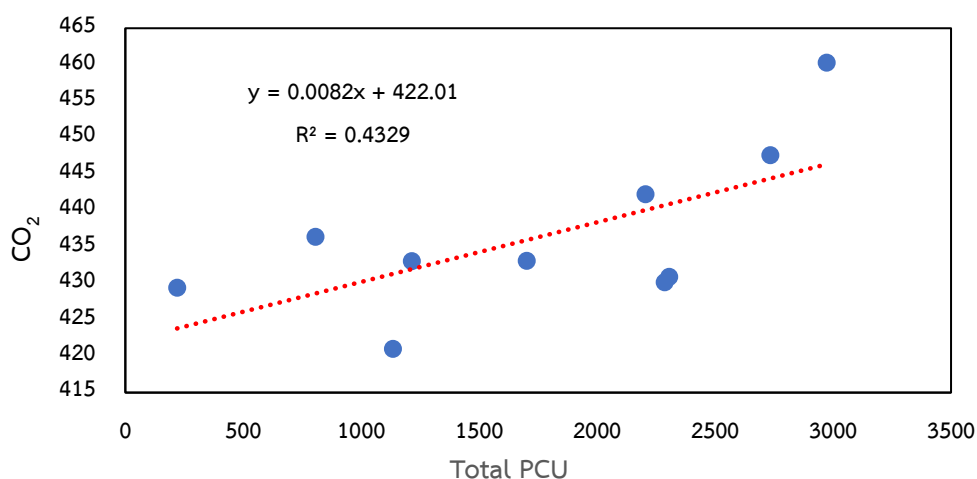
	PCU แยกประเภท และ CO ₂		PCU แยกประเภท และ CO ₂	
	ช่วงการจราจรเบาบาง		ช่วงการจราจรหนาแน่น	
	สมการพยากรณ์	R ²	สมการพยากรณ์	R ²
1.รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	$y = 0.0451x + 424.92$	0.4866*	$y = 0.06x + 420.31$	0.4747*
2.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (แก้ง)	$y = 0.0102x + 428.66$	0.1315	$y = 0.0053x + 438.41$	0.0264
3.รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ)	$y = 0.024x + 421.71$	0.6868*	$y = 0.0067x + 439.92$	0.0217
4.รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)	$y = 0.0574x + 434.41$	0.0104	$y = -0.4049x + 464.8$	0.3039
5.รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก	$y = 0.653x + 434.02$	0.0365	$y = -1.4431x + 451.08$	0.2873
6.รถยนต์โดยสารขนาดกลาง	$y = 5.3202x + 430.02$	0.47	$y = -2.6801x + 448.44$	0.0813
7.รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่	$y = 1.1957x + 430.35$	0.2357	$y = -0.1871x + 444.93$	0.0039
8.รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	$y = 0.0352x + 434.45$	0.0087	$y = -0.0828x + 447.63$	0.0186
9.รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	$y = -0.0848x + 438.43$	0.027	$y = -0.4914x + 451.52$	0.192
10.รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	$y = 0.8579x + 431.26$	0.15	$y = -1.5282x + 449.43$	0.0936

11.รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลลา)	$y = 0.5185x + 435.3$	0.0146	$y = -1.065x + 447.15$	0.0864
12.รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลลา)	$y = -0.4525x + 437.27$	0.0178	$y = -0.2924x + 444.31$	0.0023

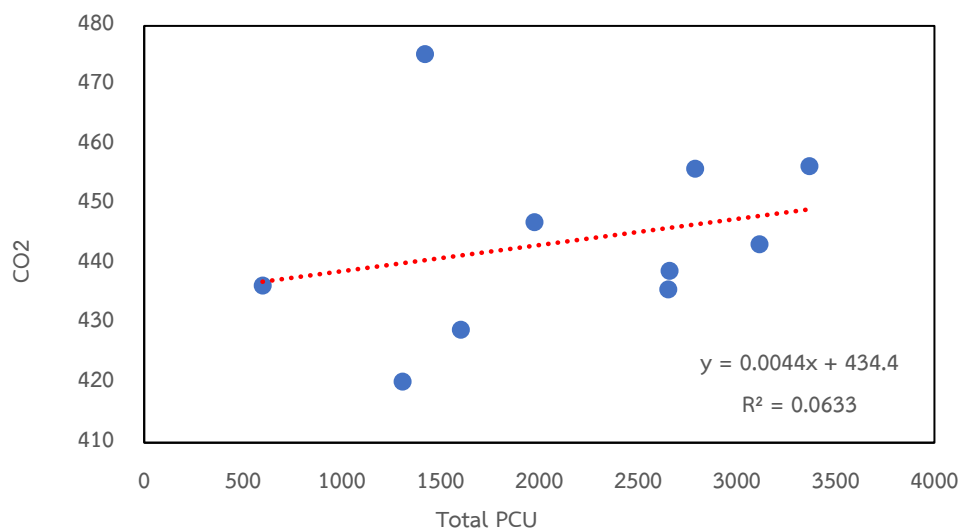
หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูง

4.5.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2

ผลการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด และ ระดับความเข้มข้น CO_2 (ppm) ในบรรยากาศริมถนน ณ ความสูงจากพื้นถนน ที่ระดับ 1.5 เมตร เช่นกัน ผลการพิจารณาจากค่า R^2 ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2 เมื่อแยกเป็น 2 สถานการณ์ อย่างไรก็ตามพบว่าช่วงการจราจรเบาบางมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่สูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น โดยมีค่า R^2 ที่ระดับ 0.4329 (ภาพ 32) ส่วน ช่วงการจราจรหนาแน่น มีระดับ R^2 ที่ต่ำในระดับ 0.0633 (ภาพ 33)



ภาพ 32 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2 ช่วงการจราจรเบาบาง



ภาพ 33 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO_2 ช่วงการจราจรหนาแน่น

4.6 การระบายมลสาร

4.6.1 การระบายมลสาร $PM_{2.5}$

โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย g/mile จาก the Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES2010) ซึ่งพัฒนาจาก EPA's MOBILE6.2 and California Air Resource Board's EMFAC models สำหรับยานพาหนะที่ส่วนบุคคลผลิตในช่วงระหว่างปี 1990-2020 ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซิน และ ดีเซล (EPA, 2013; Cai et al., 2013) และกำหนดระยะทางสำหรับการประเมินที่ 1 km

1) การระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง)

จากผลการศึกษาการประเมินการระบายมลสารประเภท $PM_{2.5}$ exhaust ซึ่งได้แยก $PM_{2.5}$ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ $PM_{2.5}$, OC, $PM_{2.5}$, BC และ $PM_{2.5}$, Sulfate จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) ตามประเภทการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 2 ประเภท คือ Gasoline และ Diesel 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์การจราจร 2 ช่วงสถานการณ์พบว่าการระบายมลสารในช่วงการจราจรเบาบาง มีอัตราการระบายมลสาร $PM_{2.5}$ น้อยกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ ซึ่งในช่วงการจราจรเบาบางมีการอัตราการระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ A6 และต่ำสุด

ในพื้นที่ A5 ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น ค่าอัตราการระบายมลสารสูงสุด ได้แก่ พื้นที่ A7 และ ต่ำสุด ในพื้นที่ A5 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบภาพรวมการระบายมลสารจากการใช้น้ำมัน 2 ประเภท ได้แก่ gasoline และ Diesel ซึ่งพบว่ายานพาหนะรถเก๋ง (พิจารณาจากจำนวนรวม) มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} จากการใช้น้ำมัน Gasoline มากกว่า การใช้น้ำมัน Diesel ทั้ง 2 ช่วงการจราจรอย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาจากการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} ของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline มีระดับอัตราการระบายโดยละเอียด ดังนี้

พบว่าพื้นที่ที่มีอัตราการระบายมลสารสูงสุดและต่ำสุดในช่วงการจราจรเบาบาง ได้แก่พื้นที่ A6 และ A5 ตามลำดับ ช่วงการจราจรเบาบาง อัตราการระบายมลสารประเภท PM_{2.5}, exhaust รวม และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบว่ามีอัตราการระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ A6 มีค่าเท่ากับ 13.64 g/km, 10.72 g/km และ 2.92 g/km และ 0.0389 g/km ตามลำดับ และพื้นที่ที่มีการระบายมลสารต่ำสุดในพื้นที่ A5 มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} เท่ากับ 0.82 g/km, 0.64 g/km, 0.18 g/km และ 0.0023g/km ตามลำดับ

ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบว่ามีอัตราการระบายสูงสุดในพื้นที่ A7 เท่ากับ 18.01 g/km 14.15 g/km, 3.86 g/km และ 0.0513 g/km ตามลำดับ และการระบายมลสารต่ำสุด ในพื้นที่ A5 เท่ากับ 1.65 g/km, 1.30 g/km, 0.35 g/km และ 0.0047 g/km ตามลำดับ

ผลการศึกษาอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} เมื่อพิจารณาจาก การใช้น้ำมัน Diesel โดยรถเก๋ง มีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงการจราจรเบาบาง ประเมินพบว่าอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} สูงสุด และต่ำสุด ในพื้นที่ A6 และพื้นที่ A5 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

อัตราการระบายมลสารของ PM_{2.5}, exhaust และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบอัตราการระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ พื้นที่ A6 เท่ากับ 9.55 g/km, 7.21g/km, 1.95 g/km และ 0.2728 g/km ตามลำดับ.ส่วนพื้นที่ที่มีการระบายมลสารต่ำสุดในพื้นที่ A5 มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} เท่ากับ 0.57 g/km, 0.43 g/km, 0.12 g/km และ 0.0164 g/km ตามลำดับ

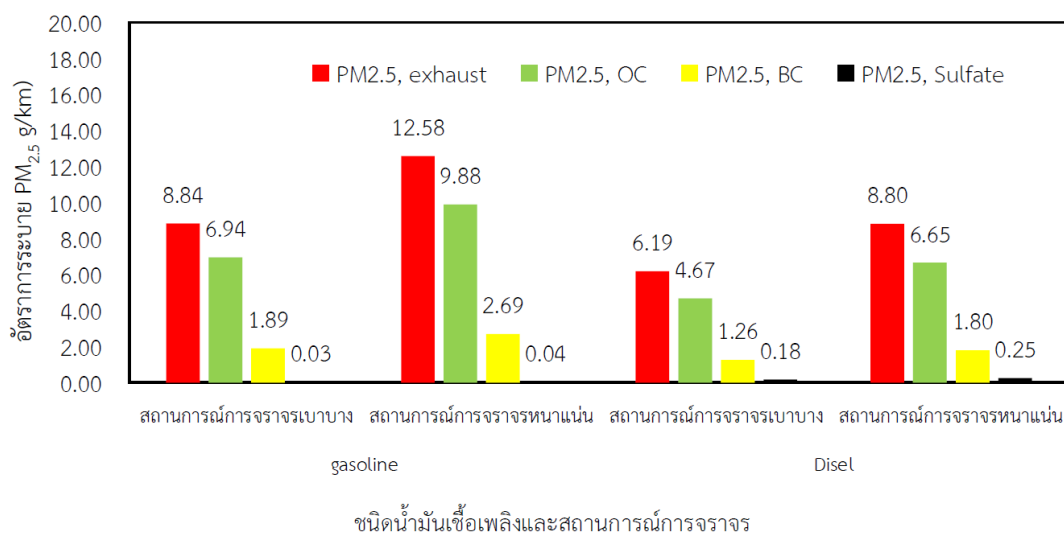
ในช่วงการจราจรหนาแน่น ในช่วงการจราจรหนาแน่น ประเมินพบว่าอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} สูงสุด และต่ำสุด ในพื้นที่ A7 และพื้นที่ A5 ตามลำดับ ประเมินพบว่าอัตราการระบายมลสารประเภท PM_{2.5} ประเภท PM_{2.5}, exhaust และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5},

OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบสูงสุด ได้แก่ พื้นที่ A7 เท่ากับ 12.61 g/km, 9.52 g/km, 2.57 g/km และ 0.36 g/km ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่มีการระบายมลสารต่ำสุดในพื้นที่ A5 มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} เท่ากับ 1.16 g/km, 0.87 g/km, 0.24 g/km และ 0.0331 g/km ตามลำดับ

พิจารณาผลการศึกษการประเมินอัตราการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถเก๋งครั้งนี้พบว่า การใช้น้ำมันประเภท Gasoline และ Diesel ในช่วงการจราจรเบาบางพบว่าพื้นที่ A6 มีอัตราการระบายมลสารสูงสุด อยู่ที่ 13.64 g/km และ 9.55 g/km เช่นเดียวกัน ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า การใช้น้ำมันประเภท Gasoline และ Diesel ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ A7 มีอัตราการระบายมลสารสูงสุด เท่ากับ 18.01 g/km และ 12.61 g/km ตามลำดับ บริเวณริมถนนของเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก (ภาพ.34 - ภาพ 37.และตาราง 45)

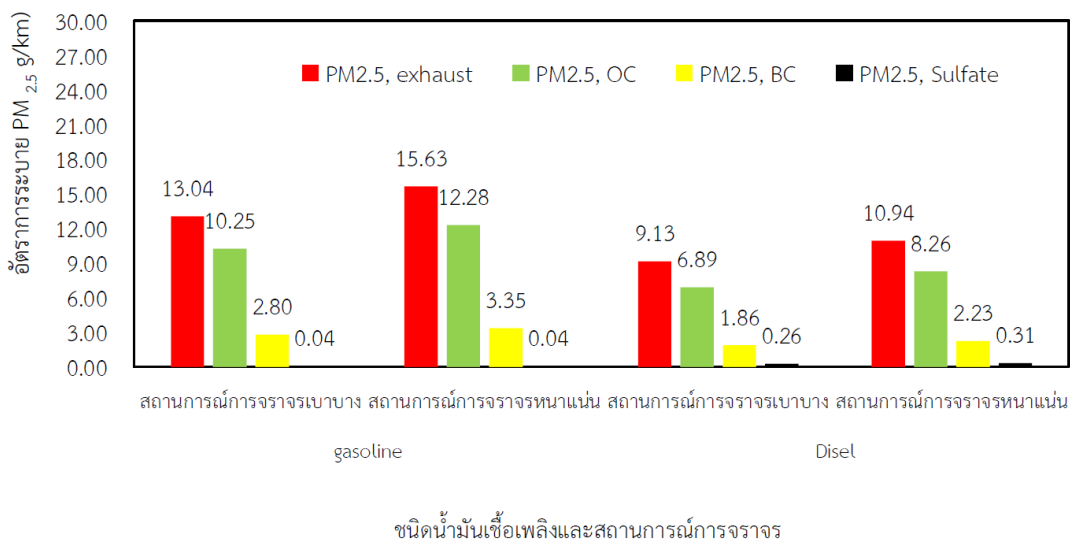


การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A2

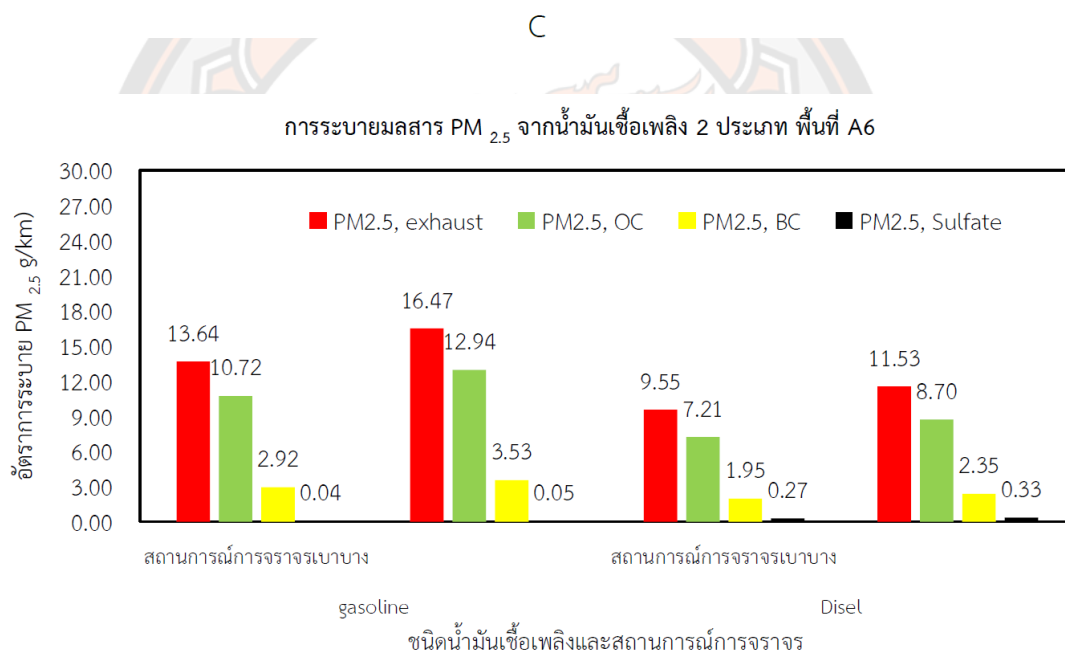
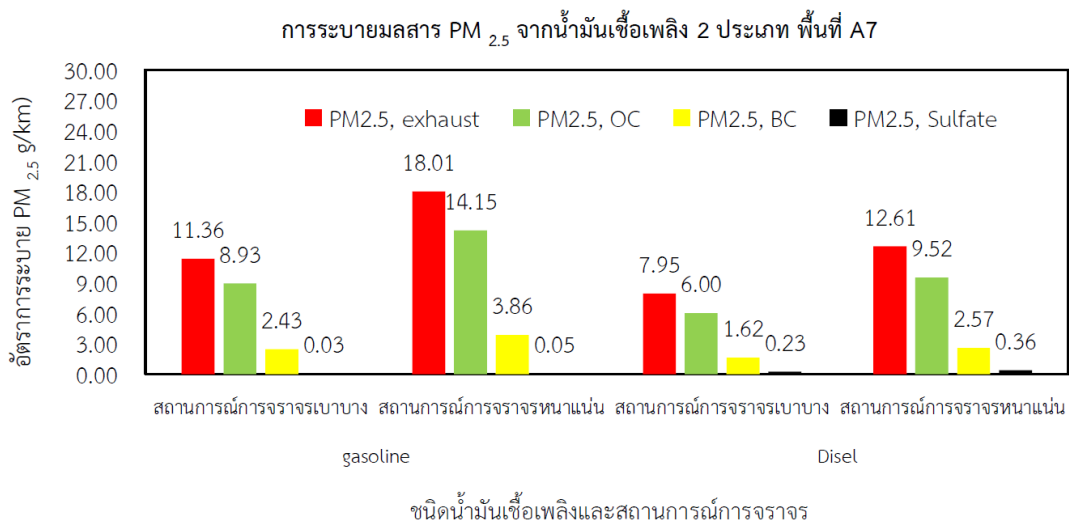


A

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A3



B



D

ภาพ 34 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (แก่ง) พื้นที่ถนนสายหลัก 4 พื้นที่

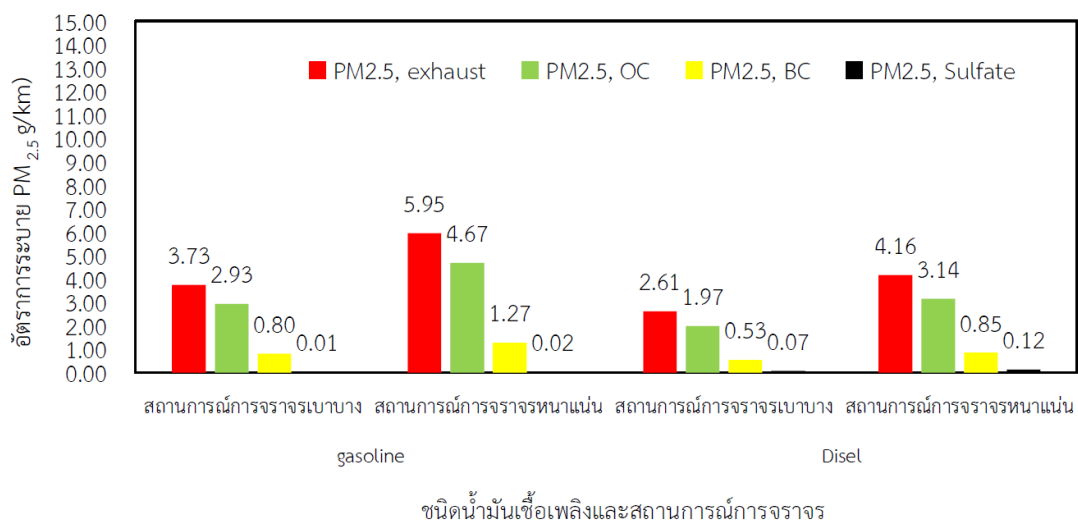
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

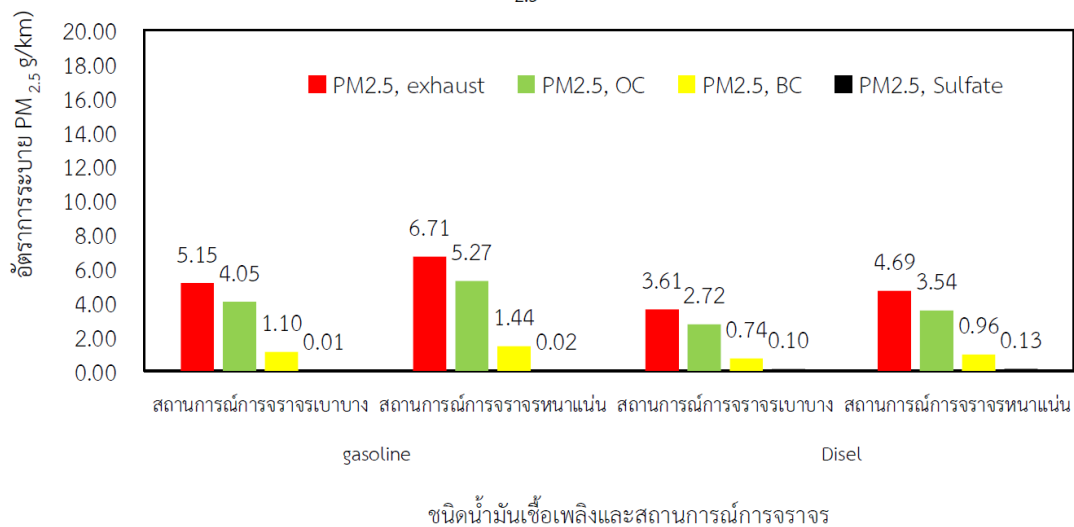
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A1



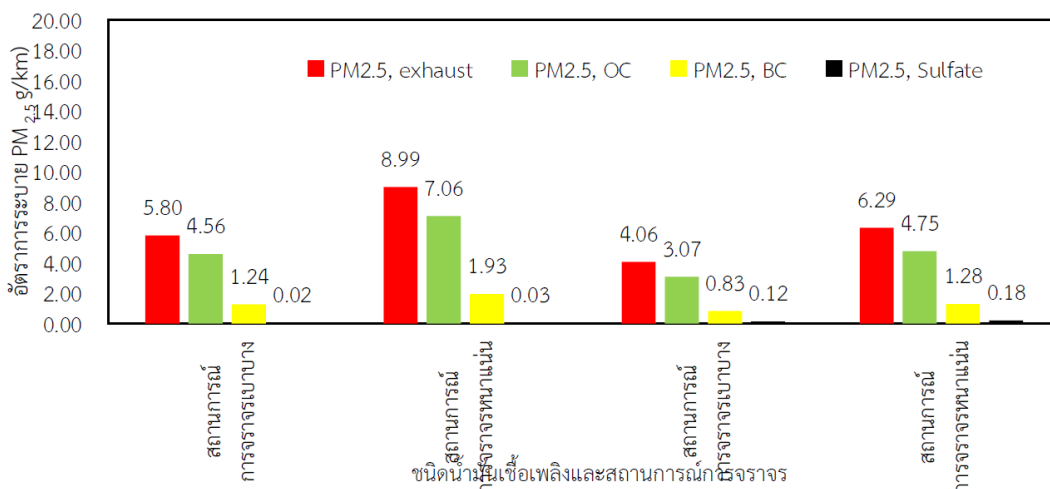
E

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A9



F

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A10

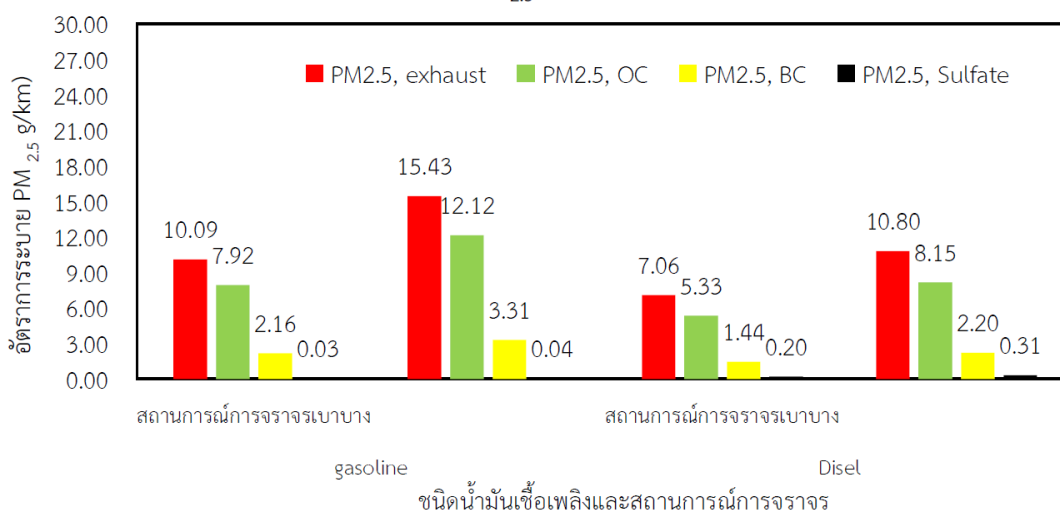


G

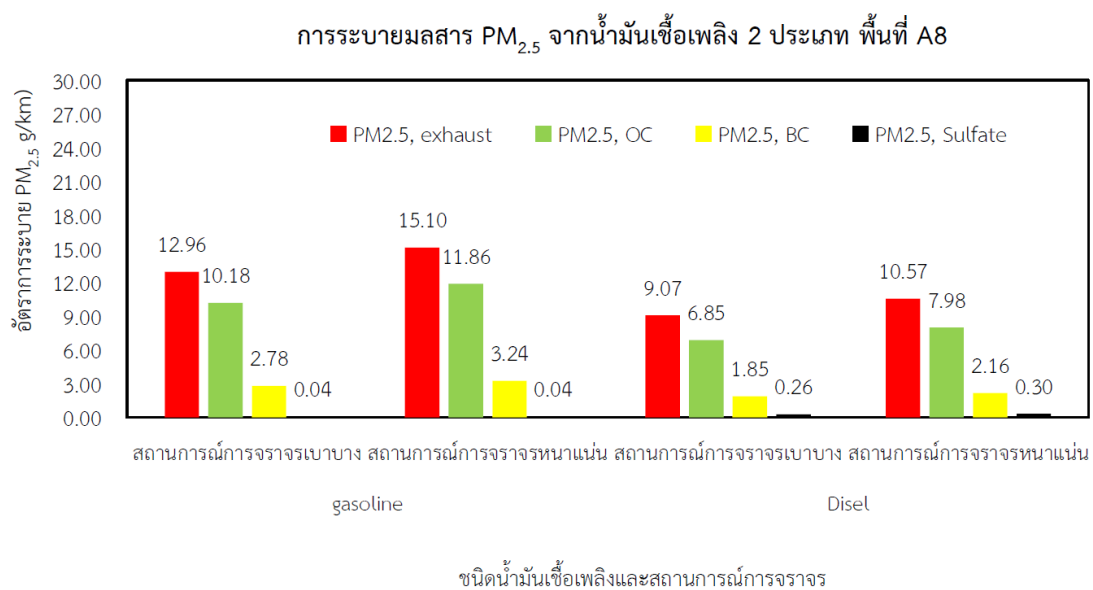
ภาพ 35 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) พื้นที่ถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว่า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)
 ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)
 ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A4

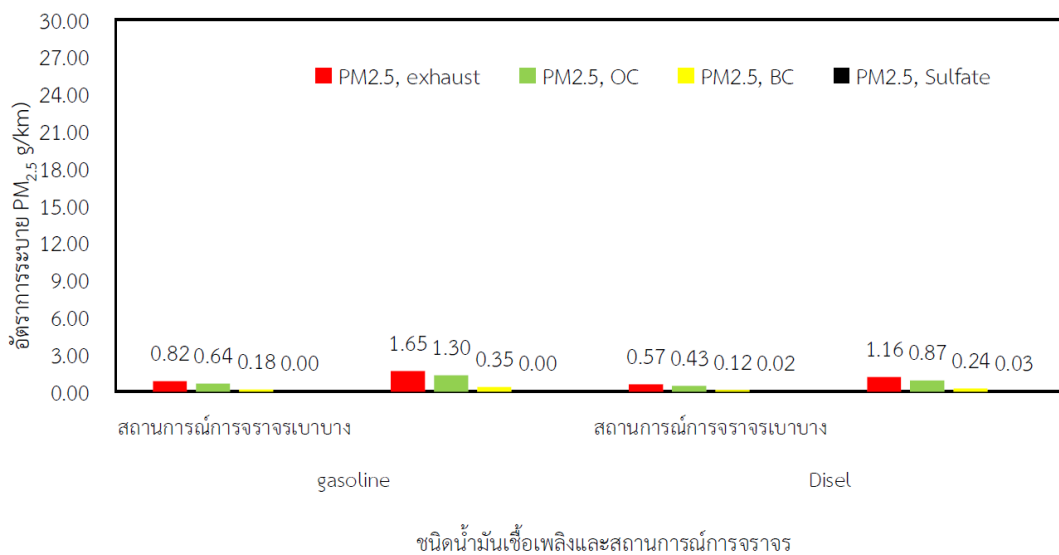


H



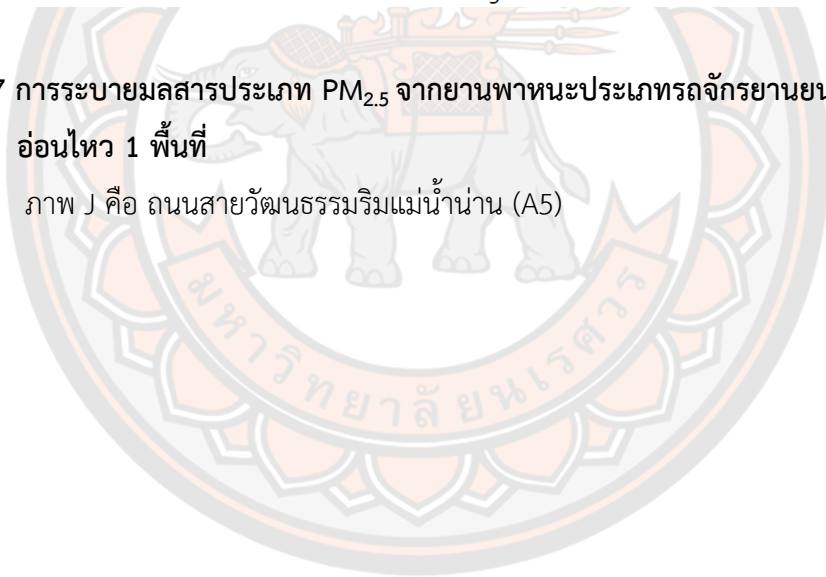
ภาพ 36 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่
 ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)
 ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท พื้นที่ A5



J

ภาพ 37 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่
 อ่อนไหว 1 พื้นที่
 ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)



1369.33	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	15.43	12.12	3.31	0.0440	10.80	8.15	2.20	0.3085
72.83	ช่วงสถานการณ์ การจราจรเบาบาง	0.82*	0.64*	0.18*	0.0023*	0.57*	0.43*	0.12*	0.0164*
A5	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	1.65*	1.30*	0.35*	0.0047*	1.16*	0.87*	0.24*	0.0331*
1210.83	ช่วงสถานการณ์ การจราจรเบาบาง	13.64**	10.72**	2.92**	0.0389**	9.55**	7.21**	1.95**	0.2728**
A6	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	16.47	12.94	3.53	0.0469	11.53	8.70	2.35	0.3294
1008.33	ช่วงสถานการณ์ การจราจรเบาบาง	11.36	8.93	2.43	0.0324	7.95	6.00	1.62	0.2272
A7	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	18.01**	14.15**	3.86**	0.0513**	12.61**	9.52**	2.57**	0.3602**
1150.33	ช่วงสถานการณ์ การจราจรเบาบาง	12.96	10.18	2.78	0.0369	9.07	6.85	1.85	0.2592
A8	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	15.10	11.86	3.24	0.0430	10.57	7.98	2.16	0.3020
457.33	ช่วงสถานการณ์ การจราจรเบาบาง	5.15	4.05	1.10	0.0147	3.61	2.72	0.74	0.1030
A9	ช่วงสถานการณ์ การจราจรหนาแน่น	6.71	5.27	1.44	0.0191	4.69	3.54	0.96	0.1341

514.83	ช่วงสถานการณ์	5.80	4.56	1.24	0.0165	4.06	3.07	0.83	0.1160
	การจราจรเบาบาง								
A10	ช่วงสถานการณ์	8.99	7.06	1.93	0.0256	6.29	4.75	1.28	0.1798
	การจราจรหนาแน่น								

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ ค่าผลการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} (g/km) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Gasoline และ Disel ค่าสูงสุด และ
 * คือ ค่าผลการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} (g/km) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Gasoline และ Disel ค่าต่ำสุด

2) การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์

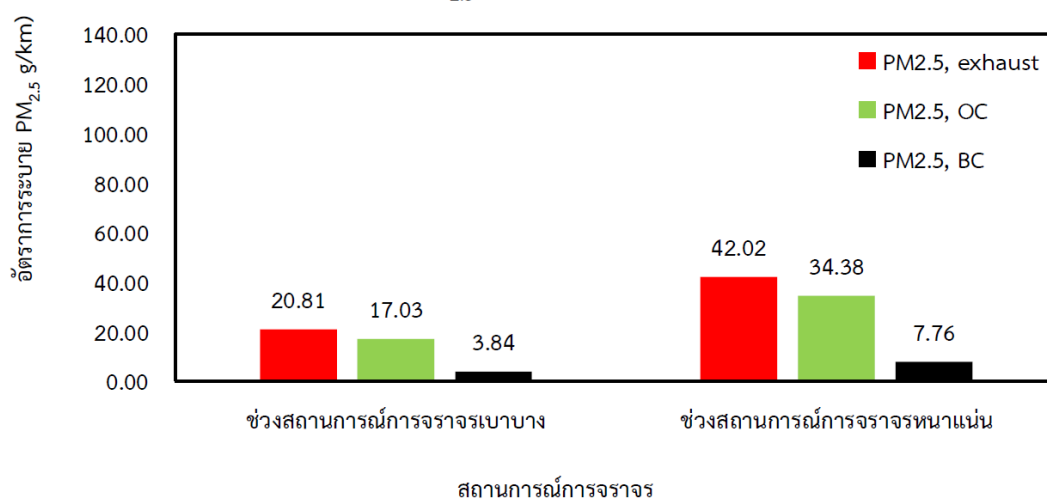
จากผลการศึกษาการประเมินการระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust ซึ่งได้แยก PM_{2.5} ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง ตามประเภทการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท Gasoline 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์การจราจร 2 ช่วงสถานการณ์พบว่าอัตราการระบายมลสารในช่วงการจราจรเบาบาง มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} น้อยกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ ซึ่งในช่วงการจราจรเบาบางมีการอัตราระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ A4 และต่ำสุดในพื้นที่ A1 ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น ค่าอัตราการระบายมลสารสูงสุด ได้แก่ พื้นที่ A10 และ ต่ำสุด ในพื้นที่ A1

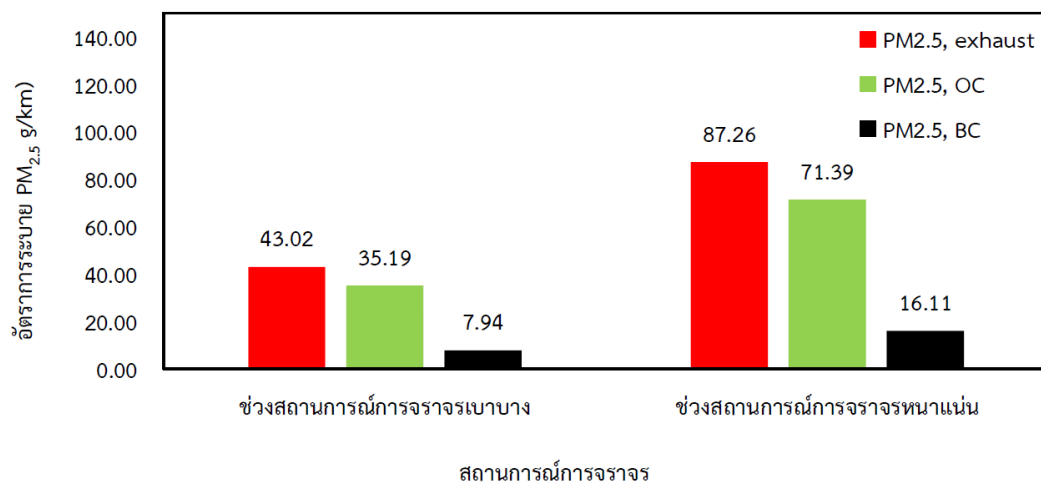
เมื่อพิจารณาจากอัตราการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} ของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline พบว่าพื้นที่ที่มีอัตราการระบายมลสารสูงสุดและต่ำสุดในช่วงการจราจรเบาบาง ได้แก่พื้นที่ A4 และ A1 ตามลำดับ ช่วงการจราจรเบาบาง อัตราการระบายมลสารประเภท PM_{2.5}, exhaust รวม และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบว่ามีอัตราการระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ A4 มีค่าเท่ากับ 108.56 g/km, 88.82 g/km และ 20.05 g/km และ 0.0925 g/km ตามลำดับ และพื้นที่ที่มีการระบายมลสารต่ำสุดในพื้นที่ A1 มีอัตราการระบายมลสาร PM_{2.5} เท่ากับ 12.96 g/km, 10.61 g/km, 2.39 g/km และ 0.0110g/km ตามลำดับ

ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust และกลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบว่ามีอัตราการระบายมลสารสูงสุดในพื้นที่ A10 มีค่าเท่ากับ 125.33 g/km, 102.54 g/km, 23.14 g/km และ 0.1068 g/km ตามลำดับ และพื้นที่ที่มีการระบายมลสารต่ำสุดประเภท PM 2.5 exhaust และ กลุ่ม PM_{2.5} ที่แยกประเภทเป็น PM_{2.5}, OC, PM_{2.5}, BC และ PM_{2.5}, Sulfate พบในพื้นที่ A1 เท่ากับ 27.86 g/km, 22.80 g/km, 5.14 g/km และ 0.0237 g/km ตามลำดับ

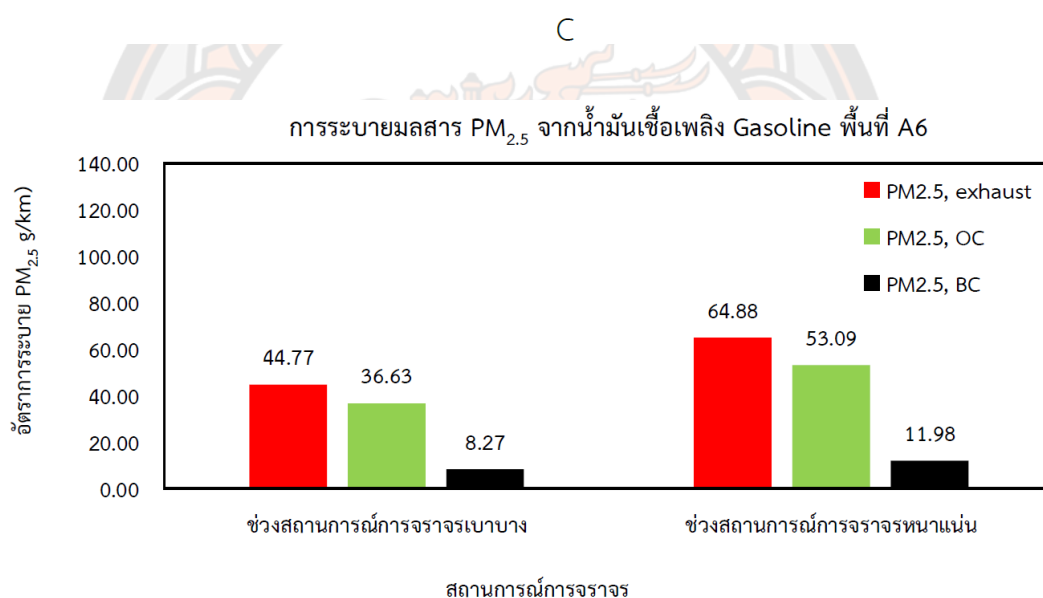
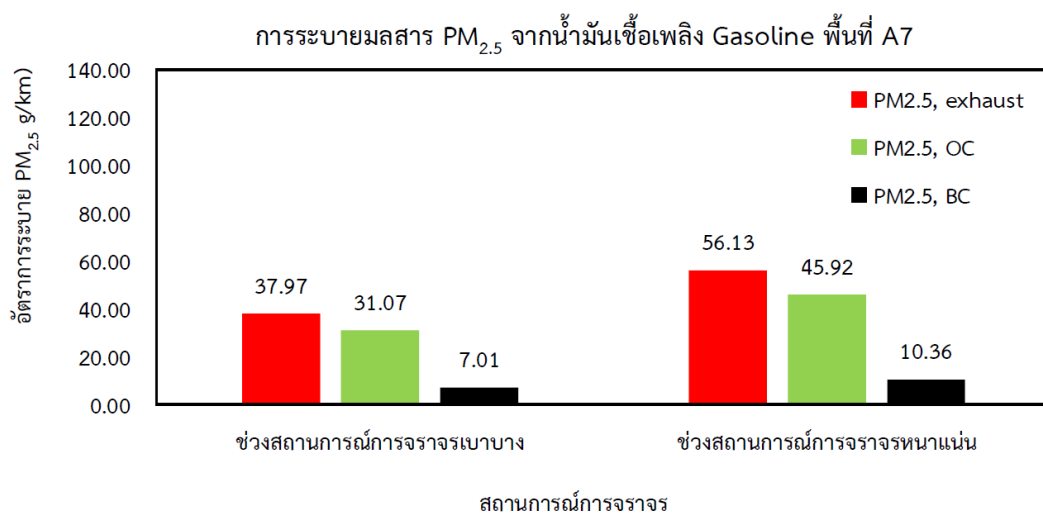
พิจารณาผลการศึกษาการประเมินอัตราการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ครั้งนี้พบว่า การใช้น้ำมันประเภท Gasoline ในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ A4 มีอัตราการระบายมลสารสูงสุด อยู่ที่ 108.56 g/km ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าการใช้น้ำมันประเภท Gasoline ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ A10 มีอัตราการระบายมลสารสูงสุด เท่ากับ 125.33 g/km บริเวณริมถนนของเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก (ภาพ 38 - ภาพ 42 และตาราง 46)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A2

A

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A3

B



ภาพ 38 อัตราการระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่
เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

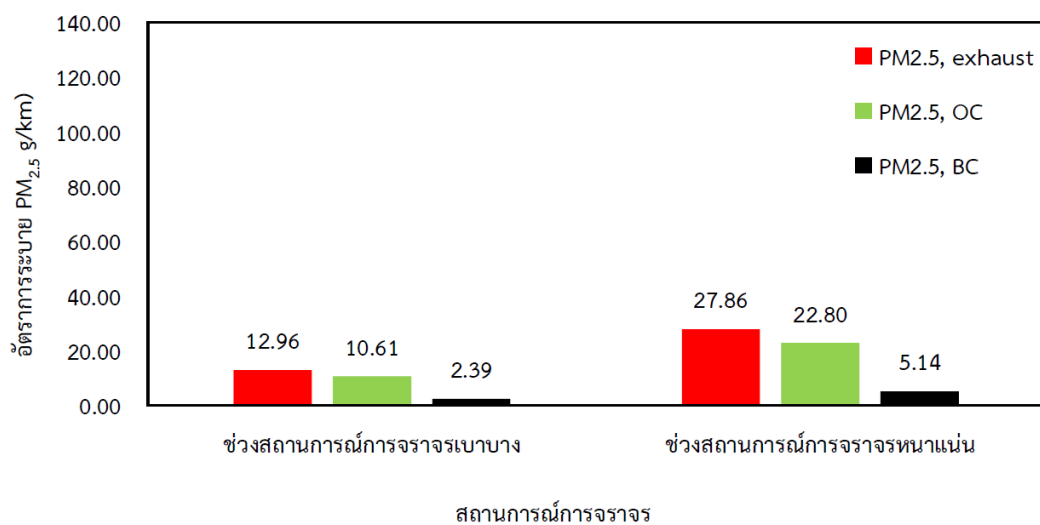
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงหวัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

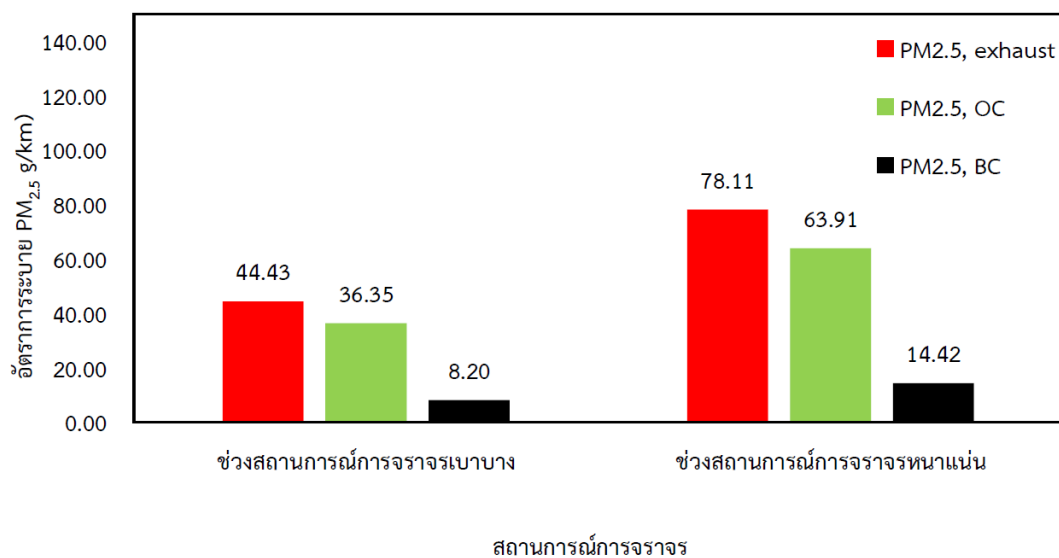
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A1



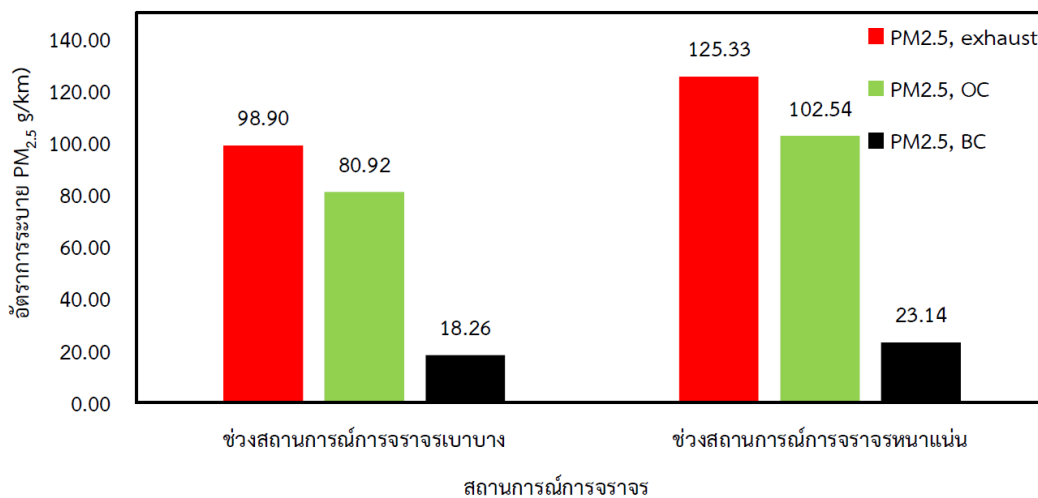
E

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A9



F

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A10



G

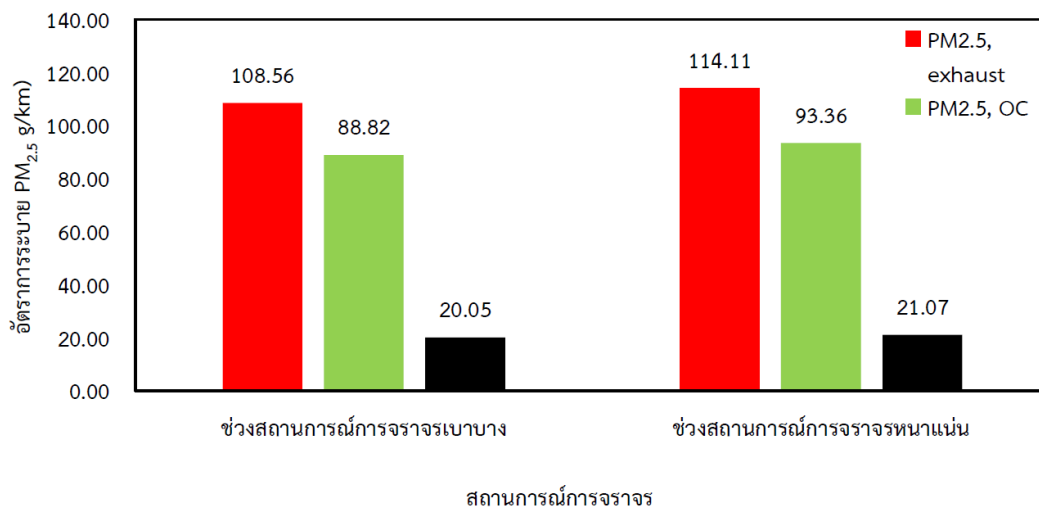
ภาพ 39 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว่า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)

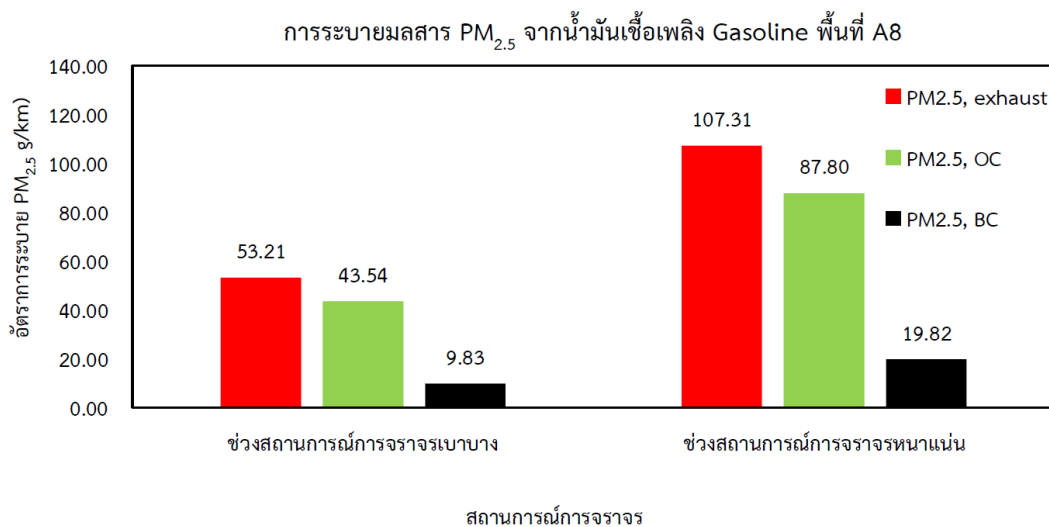
ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)

ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

การระบายมลสาร PM_{2.5} จากน้ำมันเชื้อเพลิง Gasoline พื้นที่ A4



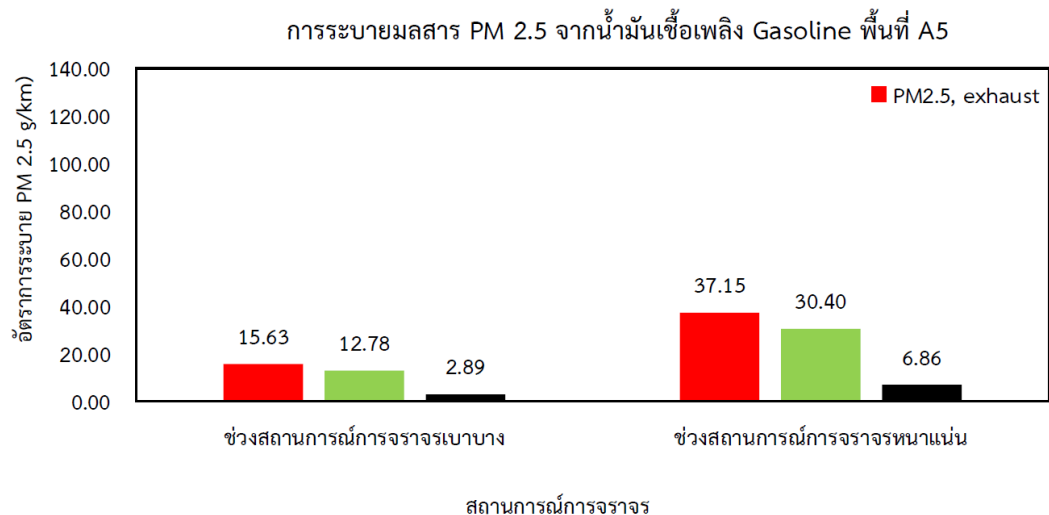
H



ภาพ 40 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่

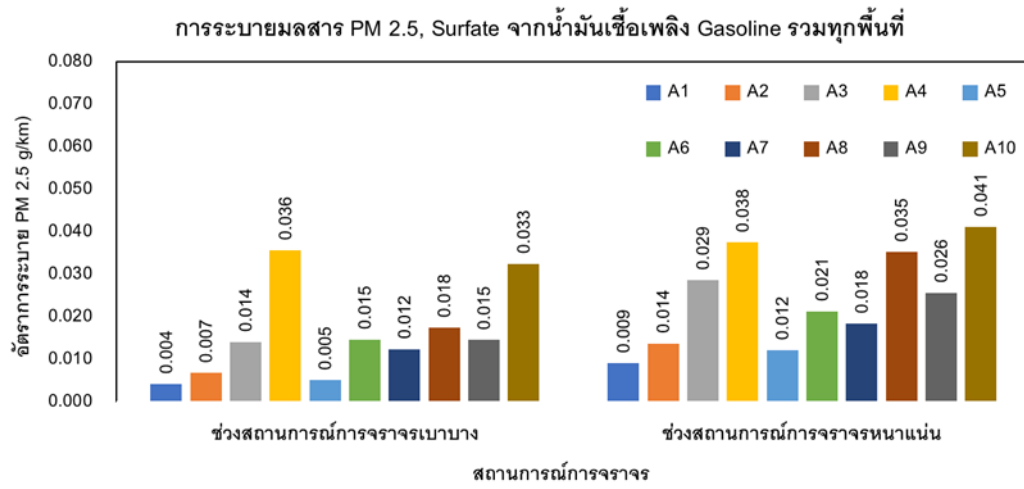
ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)

ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)



ภาพ 41 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ พื้นที่อ่อนไหว 1 พื้นที่

ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)



ภาพ 42 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} Surfate จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง ทั้ง 10 พื้นที่



ตาราง 46 การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์

พื้นที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยจำนวนรถแก่ง (คัน)	สถานที่การจราจร	คำนวณการระบายมลสารชนิด PM _{2.5} (g/km) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด gasoline			
			PM _{2.5} , exhaust	PM _{2.5} , OC	PM _{2.5} , BC	PM _{2.5} , Sulfate
A1	228.83	ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรเบาบาง	12.96*	10.61*	2.39*	0.0110*
		ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรหนาแน่น	27.86*	22.80*	5.14*	0.0237*
A2	367.33	ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรเบาบาง	20.81	17.03	3.84	0.0177
		ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรหนาแน่น	42.02	34.38	7.76	0.0358
A3	759.33	ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรเบาบาง	43.02	35.19	7.94	0.0367
		ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรหนาแน่น	87.26	71.39	16.11	0.0744
A4	1916.33	ช่วงสถานีการณ				
		การจราจรเบาบาง	108.56**	88.82**	20.05**	0.0925**

	ช่วงสถานการณ์											
	2014.33	การจราจรหนาแน่น	114.11	93.36	21.07	0.0973						
		ช่วงสถานการณ์										
A5	275.83	การจราจรเบาบาง	15.63	12.78	2.89	0.0133						
		ช่วงสถานการณ์										
	655.83	การจราจรหนาแน่น	37.15	30.40	6.86	0.0317						
		ช่วงสถานการณ์										
A6	790.33b	การจราจรเบาบาง	44.77	36.63	8.27	0.0382						
		ช่วงสถานการณ์										
	1145.33	การจราจรหนาแน่น	64.88	53.09	11.98	0.0553						
		ช่วงสถานการณ์										
A7	670.33	การจราจรเบาบาง	37.97	31.07	7.01	0.0324						
		ช่วงสถานการณ์										
	990.83	การจราจรหนาแน่น	56.13	45.92	10.36	0.0478						
		ช่วงสถานการณ์										
A8	939.33	การจราจรเบาบาง	53.21	43.54	9.83	0.0454						
		ช่วงสถานการณ์										
	1894.33	การจราจรหนาแน่น	107.31	87.80	19.82	0.0915						
A9	784.33	ช่วงสถานการณ์	44.43	36.35	8.20	0.0379						

	การจราจรเบาบาง				
	ช่วงสถานการณ์				
1378.83	การจราจรหนาแน่น	78.11	63.91	14.42	0.0666
	ช่วงสถานการณ์				
1745.83	การจราจรเบาบาง	98.90	80.92	18.26	0.0843
	ช่วงสถานการณ์				
2212.33	การจราจรหนาแน่น	125.33**	102.54**	23.14**	0.1068**

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ พบว่า การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust ที่สูง ทั้ง 2 ช่วงการจราจร และ * คือ พบว่า การระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust ที่ต่ำ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

4.6.2 การระบายมลสาร TSP (Total Suspended Particulate Matter)

ผลการประเมินการระบายมลสารประเภทฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate Matter : TSP) โดยคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อย Emission Factor (EF) (ตารางที่ 16-18 หน่วย g/km) ดังแสดงในบทที่ 3 และประเมินร่วมกับเงื่อนไขของการขับชี่ด้วยอัตราเร็ว ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดที่ 10 km/hr , 20 km/hr ความเร็วระดับปานกลางที่ 40 km/hr 50 km/hr 60 km/hr 70 km/hr หรือ 80 km/hr หรือจนถึงระดับ ความเร็วสูงสุดของยานพาหนะชนิดนั้น ๆ ตามที่ราชกิจจานุเบกษา (2564) (ตารางที่ 47)

ผลการศึกษาในหัวข้อที่ 4.6.2 นี้ เป็นการประเมินอัตราการระบาย TSP โดยการขับชี่ที่อัตราความเร็วต่าง ๆ ของยานพาหนะ 4 ชนิดคือ รถตู้ รถกระบะ รถบัส และรถบรรทุก ดังรายละเอียด

1) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้)

จากผลการศึกษาการประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) ภายใต้อัตราเร็วตั้งแต่ต่ำสุด 10 km/hr จนถึงอัตราเร็วสูงสุดของการขับชี่ที่กฎหมายกำหนดในเขตชุมชน คือ 80 km/hr รวมทั้งระดับอัตราเร็วที่เกินกฎหมายกำหนด ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร โดยการพิจารณาจากรถตู้รุ่น EURO I (Pre-2000) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3 พบว่าในภาพรวมอัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นมีระดับสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง เกือบทุกพื้นที่ยกเว้น พื้นที่ A9 รวมทั้งพบว่าอัตราการปล่อยมลสาร TSP แปรผกผันกับการขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น (การระบายมลสารยิ่งลดลงเมื่อขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น)

พิจารณาในอัตราเร็วสูงสุดของการขับชี่ 10 km/hr ถึง 90 km/hr พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่ารถตู้ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาส่งผลต่ออัตราการระบายมลสารประเภท TSP สูงสุดในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 9.95 g/km, 8.11 g/km, 7.19 g/km, 6.59 g/km, 6.17 g/km, 5.85 g/km, 5.58 g/km, 5.53 g/km และ 5.16 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr, 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ

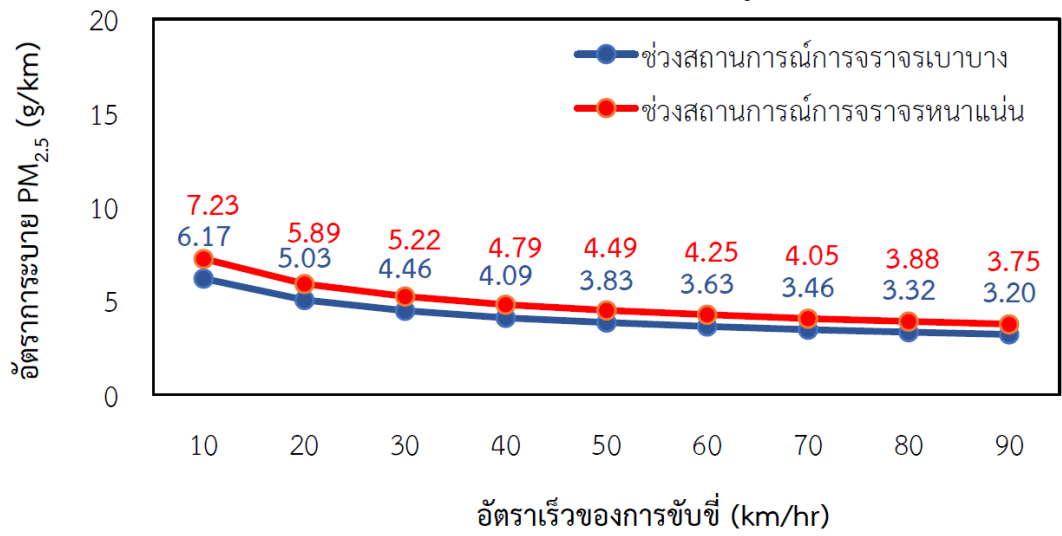
ส่วนอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ต่ำสุดในช่วงการจราจรเบาบาง พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.20 g/km, 0.16 g/km, 0.15 g/km, 0.13 g/km, 0.12 g/km, 0.12 g/km, 0.11 g/km, 0.11 g/km และ 0.10 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr, 80 km/hr และ 90 km/hr ย ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับ พื้นที่ A7 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนรถตู้รวมทั้งหมดของพื้นที่นั้น ๆ

เมื่อพิจารณาผลการประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากรถตู้รวมทั้งหมด 10 พื้นที่ถนน ในช่วงเวลาจราจรหนาแน่น พบว่าอัตราการระบายมลสาร TSP สูงสุดเท่ากัน 2 พื้นที่ คือพื้นที่ A5 และ A7 (เนื่องจากมีจำนวนรถตู้เฉลี่ยเท่ากัน คือ 80.33 คัน ทั้ง 2 พื้นที่ ในช่วงเวลาจราจรหนาแน่น) เมื่อคำนวณแล้วพบว่ามีอัตราการระบาย TSP ที่ระดับ 12.15 g/km, 9.90 g/km, 8.77g/km, 8.04 g/km, 7.53 g/km, 7.14 g/km, 6.80 g/km, 6.52 g/km และ 6.30 g/km ภายใต้การขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr, 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ

ส่วนผลการประเมินในช่วงเวลาจราจรหนาแน่นเช่นกัน พบว่ามีอัตราการระบายต่ำสุด ในพื้นที่ A9 โดยมีอัตราการระบายเท่ากับ 2.32g/km, 1.89 g/km, 1.67 g/km, 1.53 g/km, 1.44 g/km, 1.36 g/km, 1.30 g/km, 1.24 g/km และ 1.20 g/km ภายใต้อัตราเร็ว ที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr, 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ

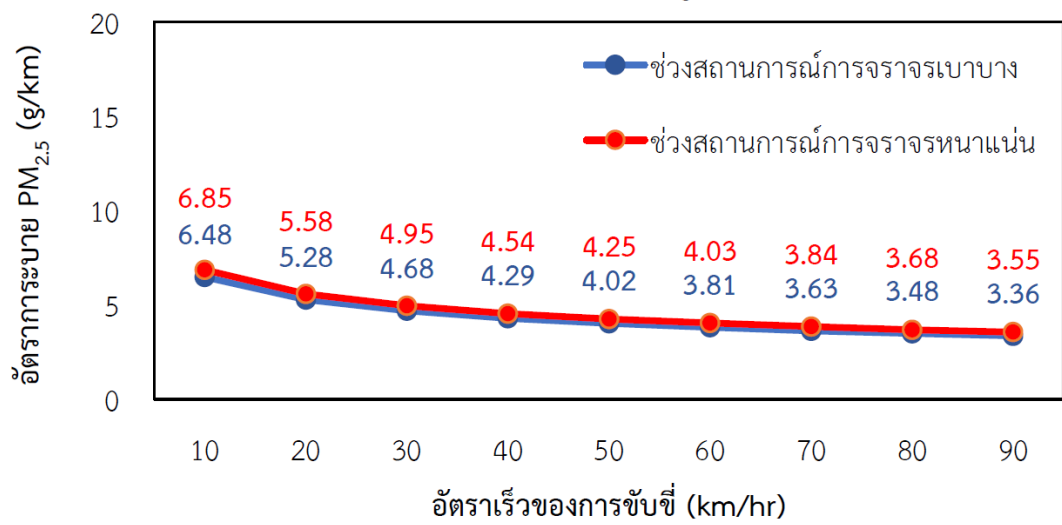
อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่า หากรถตู้ทั้งหมดสามารถขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วสูงสุดตามที่กฎหมาย กำหนด (ที่ 80 km/hr) อัตราการระบาย TSP ในช่วงเวลาจราจรเบาบาง หรือหนาแน่นจะมีอัตราการระบายมลสารที่ต่ำกว่าการขับเคลื่อนที่ช้ากว่า (หรือมีการติดขัด) ซึ่งแสดงว่าควรมีการวางแผนลด การติดขัดของการจราจรในพื้นที่เพื่อให้การขับเคลื่อนตัวในถนนทุกพื้นที่ (ภาพ 43 – ภาพ 45 และตาราง 47)

อัตราการระบาย TSP (รถตู้) พื้นที่ A2

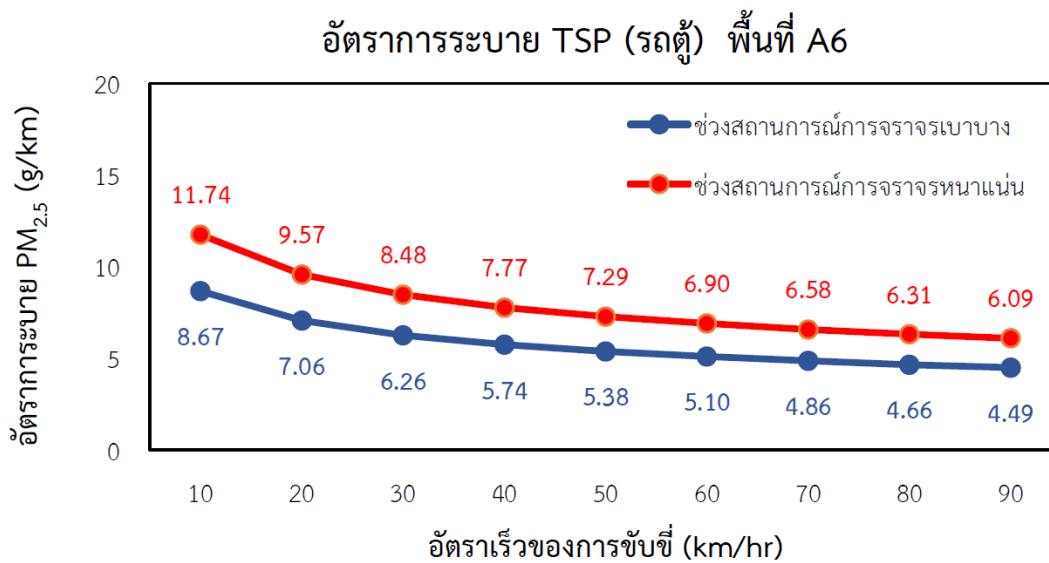


A

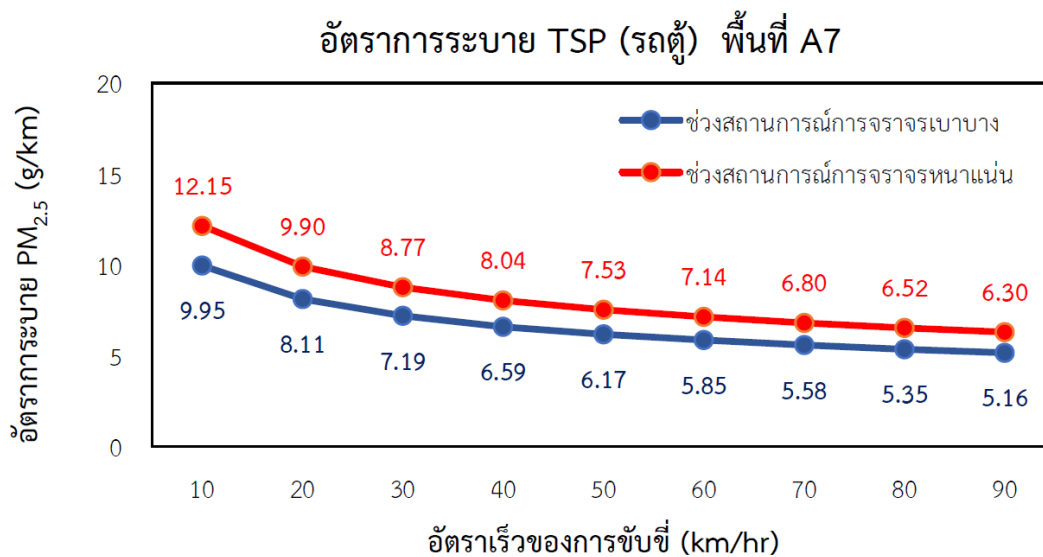
อัตราการระบาย TSP (รถตู้) พื้นที่ A3



B



C



D

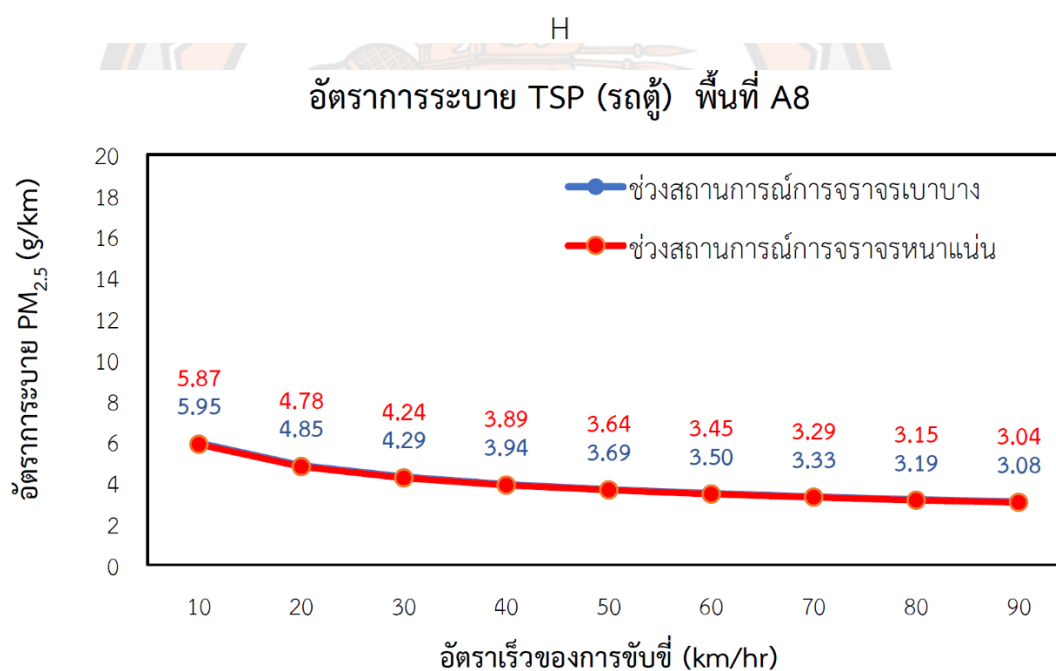
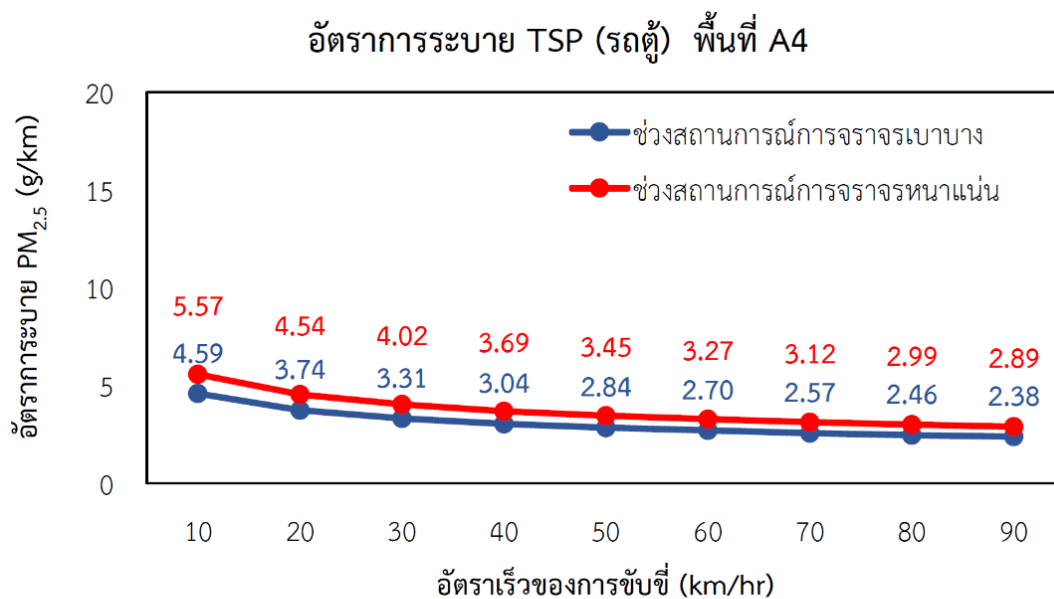
ภาพ 43 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

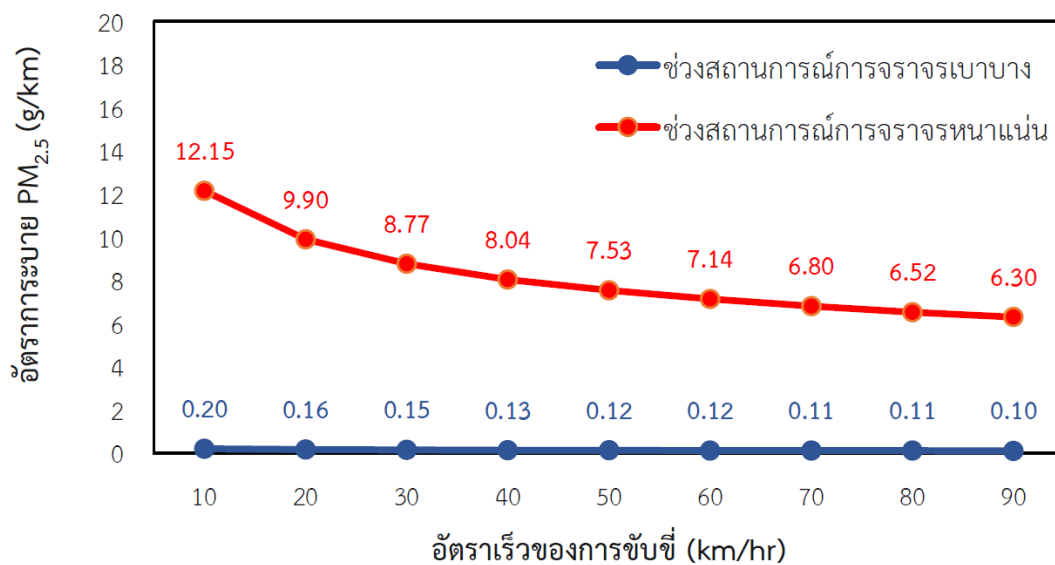


ภาพ 44 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่

ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)

ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)

อัตราการระบาย TSP (รถตู้) พื้นที่ A5



J

ภาพ 45 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถตู้ พื้นที่อ่อนไหว

1 พื้นที่

ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำ่าน (A5)

35.33	ช่วงสถานีการณ	5.34	4.35	3.86	3.54	3.31	3.14	2.99	2.87	2.77
A9	การจราจรเบาบาง									
15.33	ช่วงสถานีการณ	2.32*	1.89*	1.67*	1.53*	1.44*	1.36*	1.30*	1.24*	1.20*
	การจราจรหนาแน่น									
21.83	ช่วงสถานีการณ	3.30	2.69	2.38	2.19	2.05	1.94	1.85	1.77	1.71
	การจราจรเบาบาง									
44.83	ช่วงสถานีการณ	6.78	5.52	4.90	4.49	4.21	3.99	3.80	3.64	3.51
A10	การจราจรหนาแน่น									

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่สูงสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

* คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่ต่ำสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

2) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง ประเภทกระบะ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซล B3

พิจารณาผลการศึกษากการประเมินอัตราการระบายมลสาร ประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะรุ่น EURO III ภายใต้เงื่อนไขการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3 ภายใต้การขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วตั้งแต่ ระดับต่ำสุดคือ 10 km/hr จนถึงอัตราเร็วสูงสุดของการขับเคลื่อนที่กำหนดในเขตชุมชน คือ 80 km /hr รวมทั้งระดับอัตราเร็วที่เกินกฎหมายกำหนด ทั้ง 10 พื้นที่ โดยพิจารณาเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์การจราจร ผลการประเมินมีรายละเอียดดังนี้

พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์การจราจรในภาพรวม ผลการประเมินบ่งชี้ว่าอัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรเบาบางมีระดับสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่นถึง 7 พื้นที่ถนน คือพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A8, A9 และ A10 ส่วนอัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง พบ 3 พื้นที่ คือ A1, A5 และ A7 (ภาพที่ 38 และตารางที่ 48) รวมทั้งพบว่าอัตราการปล่อยมลสาร TSP แปรผกผันกับการขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น (การระบายมลสารยิ่งลดลงเมื่อขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น)

อัตราการระบายมลสาร TSP ในช่วงการจราจรเบาบาง ในอัตราเร็วสูงสุดของการขับเคลื่อน 10 km/hr ถึง 90 km/hr พบว่า รถกระบะ ส่งผลต่ออัตราการระบายมลสารประเภท TSP สูงสุดในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 74.52 g/km, 64.01g/km, 59.23 g/km, 56.37 g/km, 53.50 g/km, 51.59 g/km, 49.68 g/km, 48.72 g/km และ 47.77 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ต่ำสุดในช่วงการจราจรเบาบางพบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 2.69 g/km, 2.31 g/km, 2.14 g/km, 2.04 g/km, 1.93 g/km, 1.86 g/km, 1.80 g/km, 1.76 g/km และ 1.73 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ

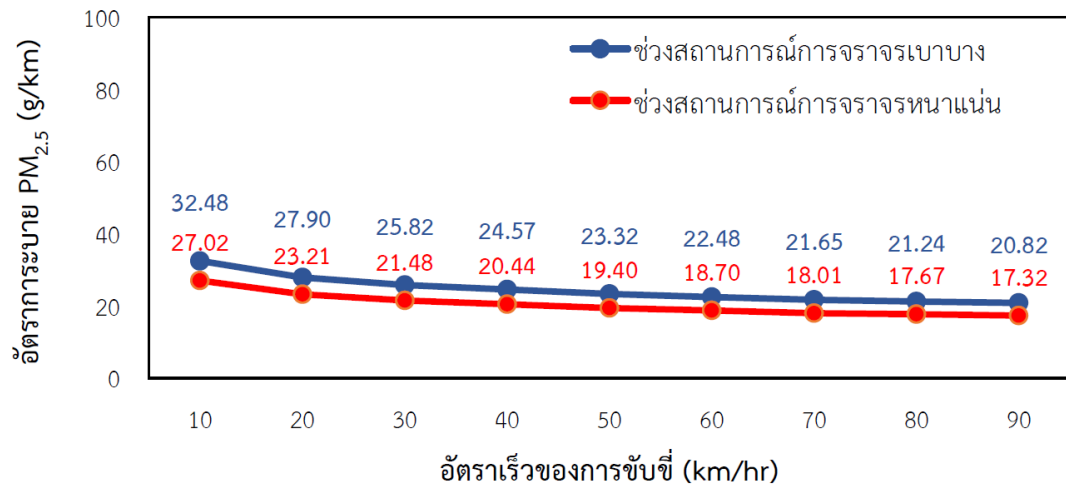
พิจารณาผลการประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากรถกระบะรวมทั้งหมด 10 พื้นที่ถนน ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าอัตราการระบายมลสาร TSP สูงสุดด้วยอัตราเร็วของการขับเคลื่อน 10 km/hr ถึง 90 km/hr ในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 70.40g/km, 60.47 g/km, 55.96 g/km, 53.25 g/km, 50.54 g/km, 48.74 g/km, 46.93 g/km, 46.03 g/km และ 45.13 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 8.118 g/km, 7.03 g/km, 6.50 g/km, 6.19 g/km, 5.87 g/km, 5.66 g/km, 5.45 g/km, 5.35 g/km และ 5.24 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr,

30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ (ภาพที่.46 - ภาพ 49 และ ตาราง 49)

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาอัตราการระบาย TSP จากยานพาหนะกระบะทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ภายใต้เงื่อนไขการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ดีเซล B3 มีข้อสังเกตว่า หากรถกระบะทั้งหมดสามารถขับด้วยอัตราเร็วสูงสุดตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr) ทั้ง 2 ช่วงการจราจรหรือการจราจรที่มีความคล่องตัวจะมีอัตราการปล่อย TSP ในอัตราที่ต่ำกว่าช่วงการจราจรติดขัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควรมีการวางแผนบรรเทาการจราจรติดขัด เพื่อลดอัตราการระบายมลสาร และมีการขับขีที่คล่องตัวภายใต้กฎหมายกำหนดในทุกพื้นที่ (ตาราง 48)

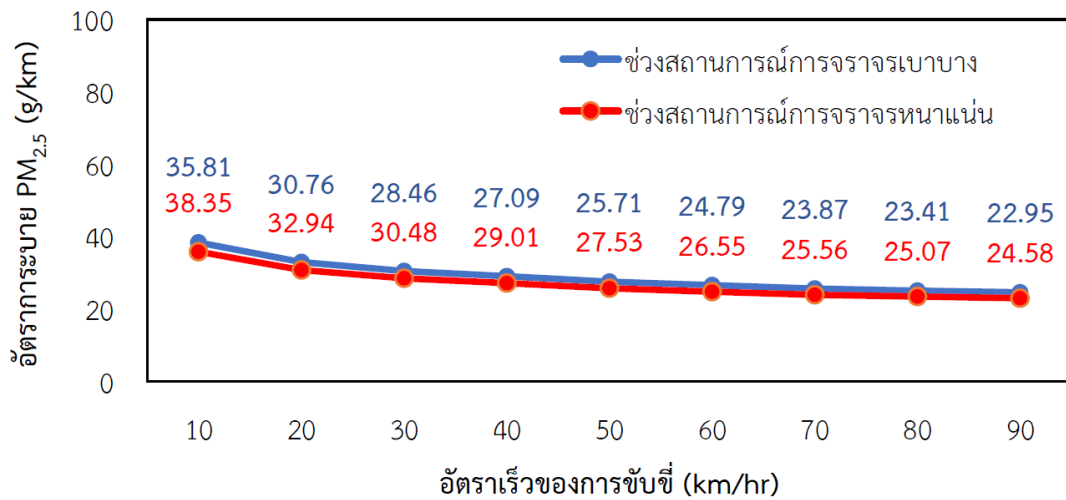


อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A2

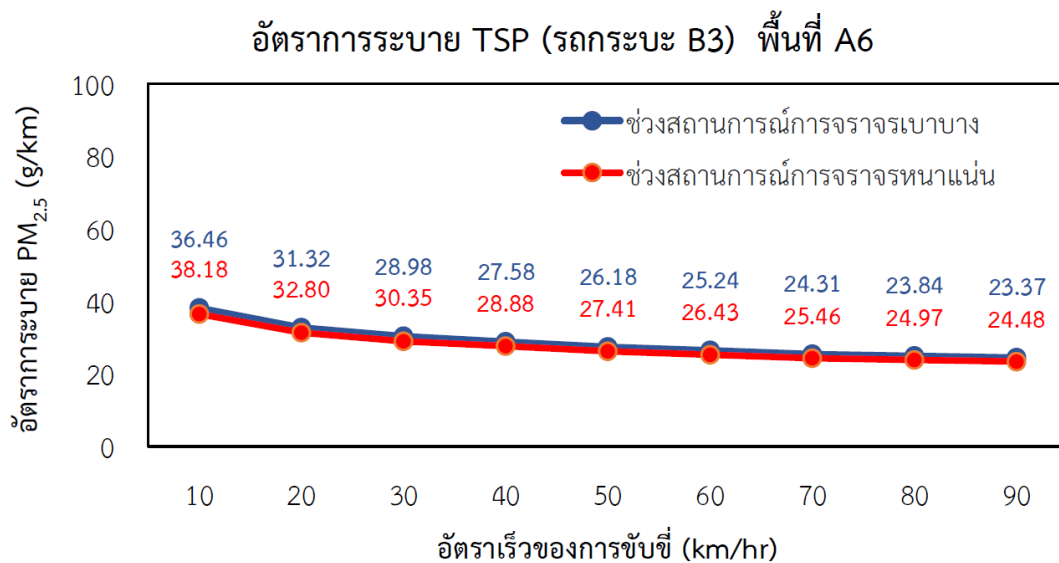


A

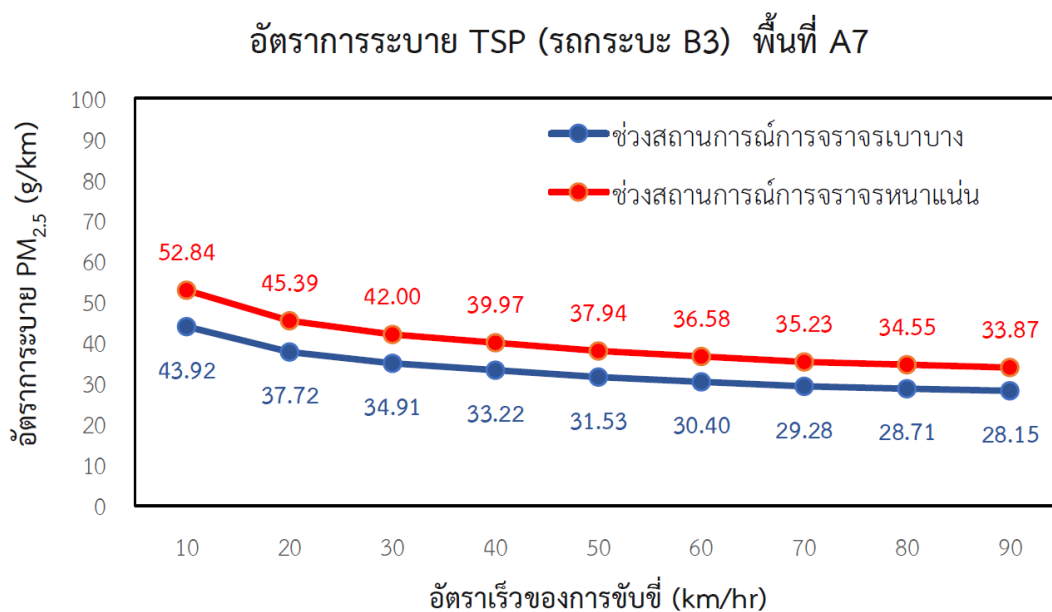
อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A3



B



C



D

ภาพ 46 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

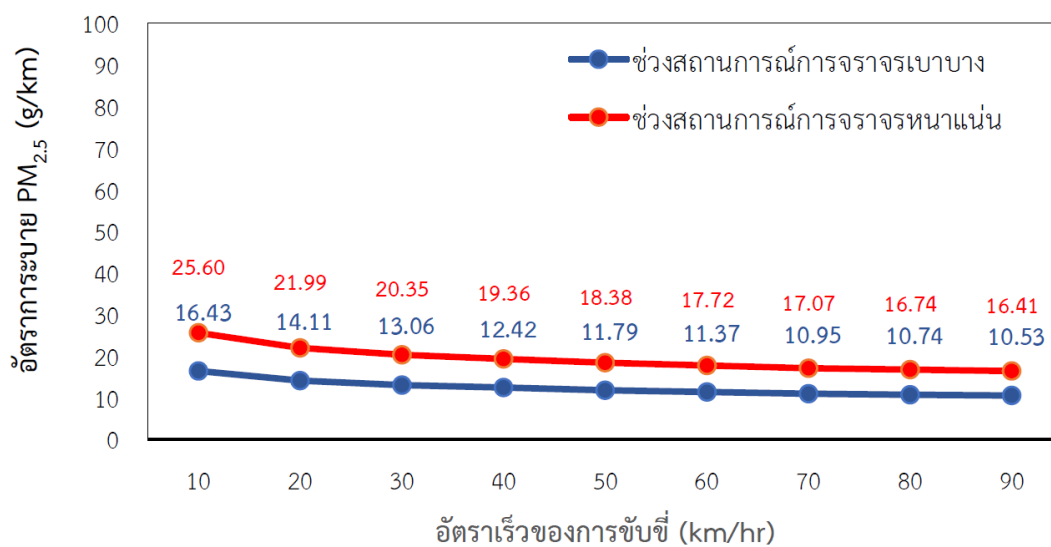
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

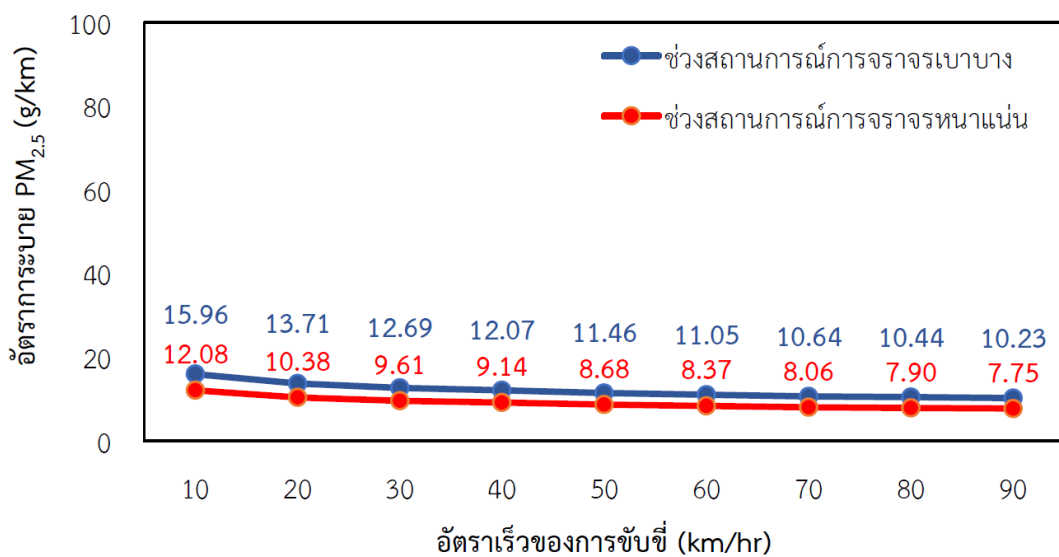
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A1



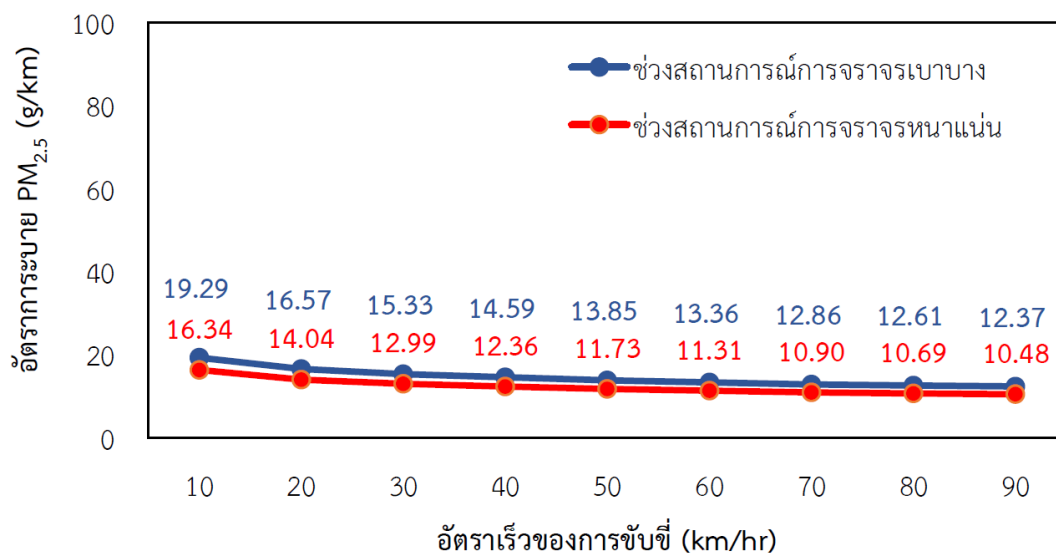
E

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A9



F

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A10



G

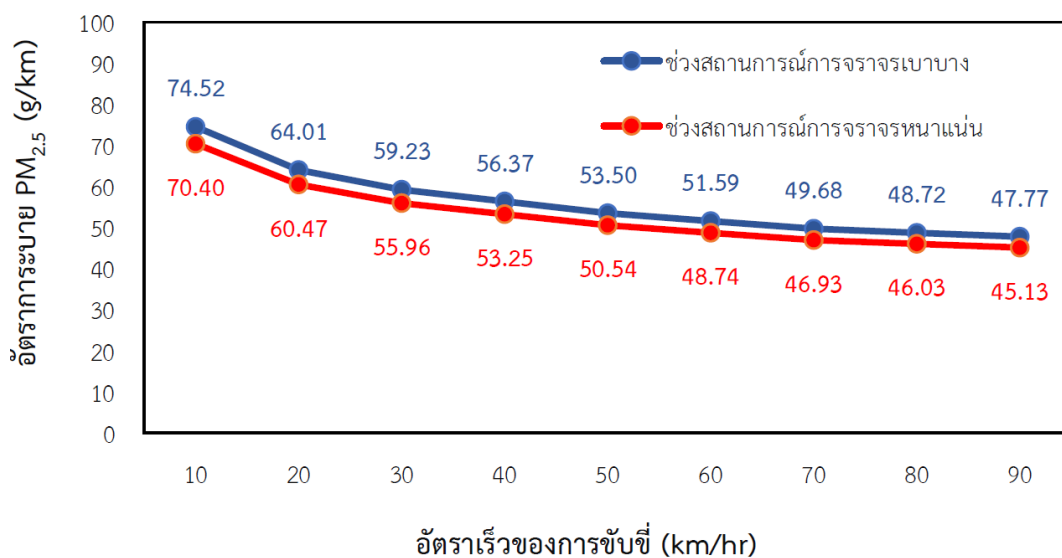
ภาพ 47 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว่า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)

ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)

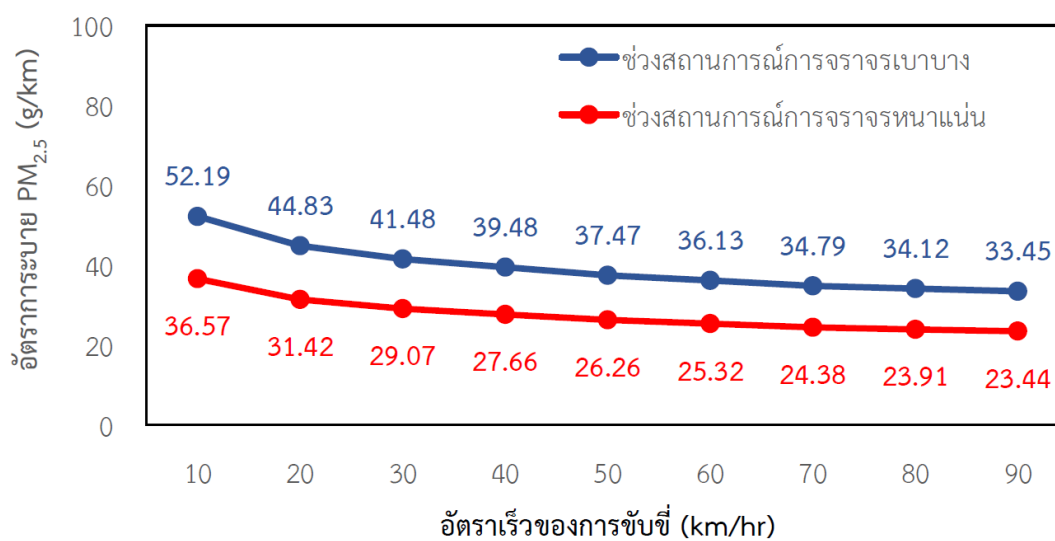
ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A4



H

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A8



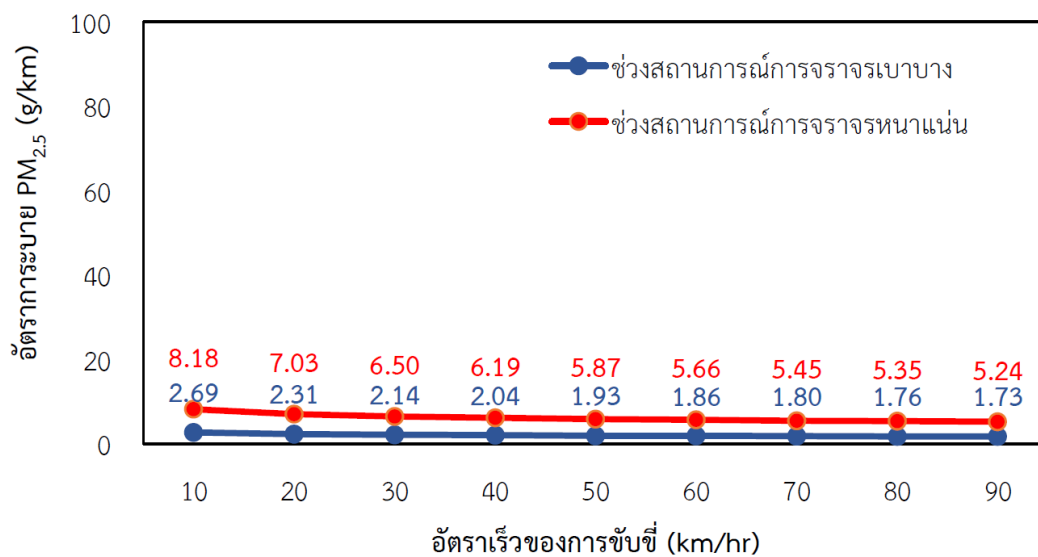
I

ภาพ 48 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่

ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)

ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B3) พื้นที่ A5



J

ภาพ 49 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B3 พื้นที่
อ่อนไหว 1 พื้นที่

ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)

ตาราง 48 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) B3

พื้นที่ ศึกษา	ค่าเฉลี่ย จำนวนรถ กระบะ (คัน)	สถานการณ จราจร	อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) พิจารณาจาก รถรุ่น EURO III (2005-2011) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90			
A1	300.83	ช่วงสถานการณ์	16.43	14.11	13.06	12.42	11.79	11.37	10.95	10.74	10.53			
		การจราจรเบา												
		บาง												
A2	494.83	ช่วงสถานการณ์	25.60	21.99	20.35	19.36	18.38	17.72	17.07	16.74	16.41			
		การจราจร												
		หนาแน่น												
A2	594.83	ช่วงสถานการณ์	32.48	27.90	25.82	24.57	23.32	22.48	21.65	21.24	20.82			
		การจราจรเบา												
		บาง												
A2	494.83	ช่วงสถานการณ์	27.02	23.21	21.48	20.44	19.40	18.70	18.01	17.67	17.32			
		การจราจร												
		หนาแน่น												

702.33	ช่วงสถานการณ์	38.35	32.94	30.48	29.01	27.53	26.55	25.56	25.07	24.58
	การจราจรเบา									
	บาง									
A3	ช่วงสถานการณ์	35.81	30.76	28.46	27.09	25.71	24.79	23.87	23.41	22.95
	การจราจร									
	หนาแน่น									
1364.83	ช่วงสถานการณ์	74.52**	64.01**	59.23**	56.37**	53.50**	51.59**	49.68**	48.72**	47.77**
	การจราจรเบา									
	บาง									
A4	ช่วงสถานการณ์	70.40**	60.47**	55.96**	53.25**	50.54**	48.74**	46.93**	46.03**	45.13**
	การจราจร									
	หนาแน่น									
49.33	ช่วงสถานการณ์	2.69*	2.31*	2.14*	2.04*	1.93*	1.86*	1.80*	1.76*	1.73*
	การจราจรเบา									
	บาง									
A5	ช่วงสถานการณ์	8.18*	7.03*	6.50*	6.19*	5.87*	5.66*	5.45*	5.35*	5.24*
	การจราจร									
	หนาแน่น									
A6	ช่วงสถานการณ์	38.18	32.80	30.35	28.88	27.41	26.43	25.46	24.97	24.48

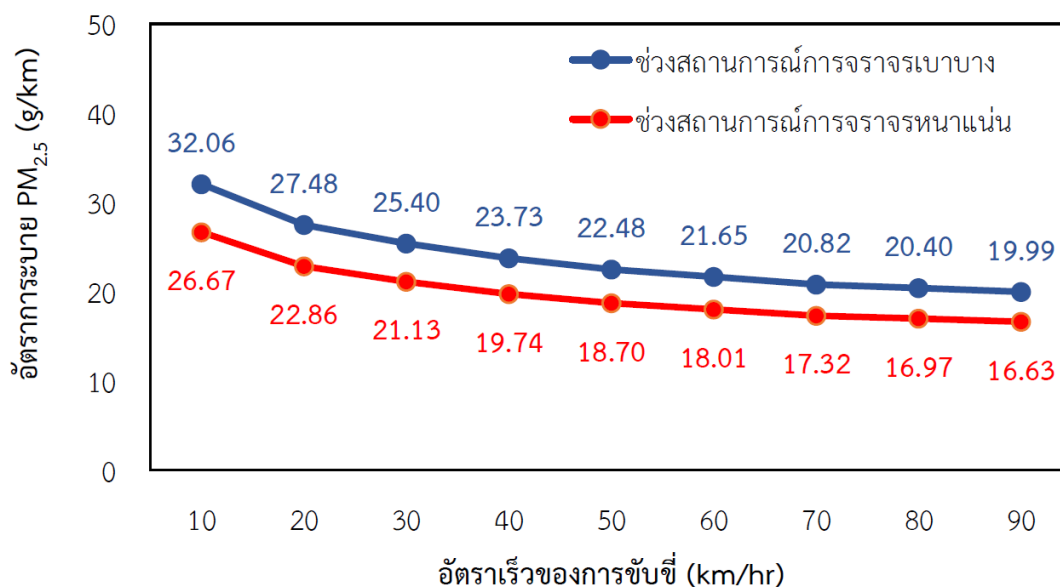
3) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) B5

การศึกษาการประเมินอัตราการระบายมลสาร ประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ รุ่น EURO III (2005-2011) ภายใต้เงื่อนไขการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B5 และมีอัตราเร็วในการขับเคลื่อนต่ำสุดที่ 10 km/hr ถึงระดับสูงสุดที่ 90 km/hr ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร โดยพิจารณาจากรถกระบะ ในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 สถานการณ์ (ช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น) พบว่ามีอัตราการระบายมลสาร TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ถึง 7 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ A2, A3, A4, A6, A8, A9 และ A10 ส่วนพื้นที่ที่ช่วงการจราจรหนาแน่น มีอัตราการระบายมลสาร ประเภท TSP สูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง พบ 3 พื้นที่ถนน ได้แก่พื้นที่ A1, A5 และ A7 (ภาพ 39) และยังพบว่าอัตราการปล่อยมลสาร TSP แปรผกผันกับการขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น (การระบายมลสารยิ่งลดลงเมื่อขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น) (ภาพ 50 - ภาพ 53 และ ตาราง 49) นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการระบายมลสาร TSP จากรถกระบะ (น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท B5) มีความผกผันกับระดับอัตราเร็วของการขับเคลื่อนเช่นเดียวกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท B3 ดังที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว

เมื่อพิจารณาระดับอัตราการระบายมลสาร TSP ในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ภายใต้อัตราเร็ว 10 km/hr ถึงสูงสุดที่ 90 km/hr พบว่าการระบายมลสาร ประเภท TSP สูงสุด ในพื้นที่ A4 (ใกล้สี่แยกบ้านคลอง) ทั้งช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งในช่วงการจราจรเบาบาง มีอัตราการระบายเท่ากับ 73.56 g/km, 63.06 g/km, 58.28 g/km, 54.46 g/km, 5.59 g/km, 49.68 g/km, 47.77 g/km, 46.81 g/km และ 45.86 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น มีอัตราการระบายเท่ากับ 69.49 g/km, 59.57 g/km, 55.05 g/km, 51.44 g/km, 48.74 g/km, 46.93 g/km, 45.13 g/km, 44.22 g/km และ 43.32 g/km ภายใต้อัตราเร็วดังกล่าวตามลำดับ เช่นกัน พื้นที่ที่มีอัตราการระบายต่ำที่สุดพบใน พื้นที่ A5 ทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์ของการจราจร ซึ่งช่วงการจราจรเบาบาง มีค่าเท่ากับ 2.66 g/km, 2.28 g/km, 2.11 g/km, 1.97 g/km, 1.86 g/km, 1.80 g/km, 1.73 g/km, 1.69 g/km และ 1.66 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ และในช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่าเท่ากับ 8.08 g/km, 6.92 g/km, 6.40 g/km, 5.98 g/km, 5.66 g/km, 5.45 g/km, 5.24 g/km, 5.14 g/km และ 5.03 g/km ภายใต้การขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วดังกล่าวตามลำดับ เช่นกัน (ตาราง 49)

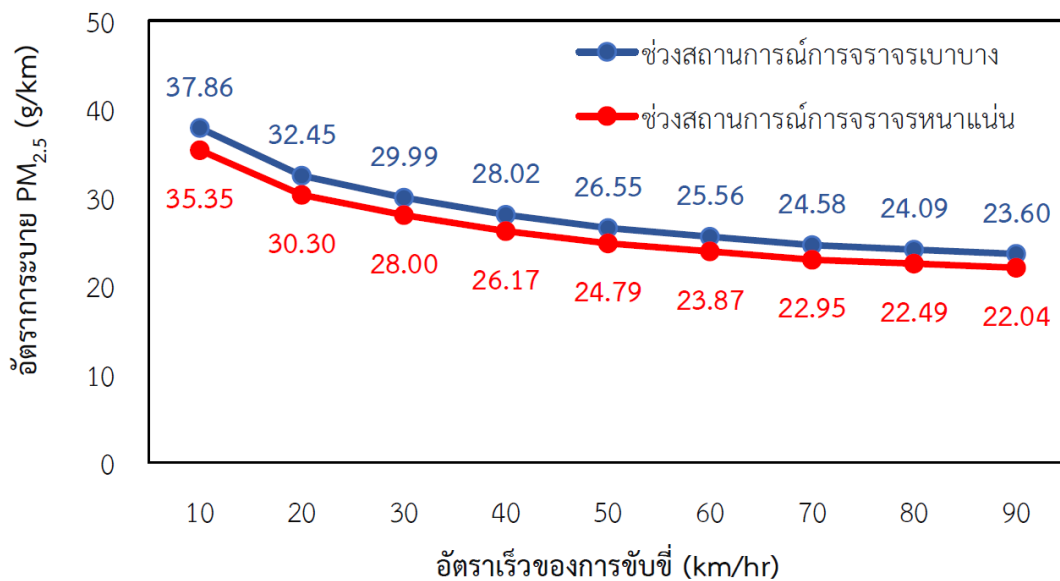
พิจารณาภายใต้อัตราเร็วสูงสุดของการขับขี่ของรถกระบะตามที่กฎหมายกำหนดในเขตชุมชน คือ 80 km/hr เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงการจราจร พบว่าหากรถกระบะสามารถขับขี่ด้วยอัตราเร็ว ดังกล่าวอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ในช่วงการจราจรเบาบาง จะมีค่าระดับ 46.81 g/km และช่วงการจราจรหนาแน่นค่าสูงสุด จะมีค่าอัตราระดับ 44.22 g/km ดังนั้นหากจัดการการจราจร ให้รถกระบะ สามารถขับขี่ด้วยอัตราเร็วสูงสุดตามที่กฎหมายกำหนด (80 km/hr) ทั้ง 2 ช่วง การจราจร พบว่าจะมีอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ที่ต่ำกว่าการขับขี่ที่อัตราเร็วต่ำกว่า (ซึ่งอาจเกิดจากการจราจรติดขัด ขาดความคล่องตัวของการขับขี่) ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา (ตาราง 49

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A2



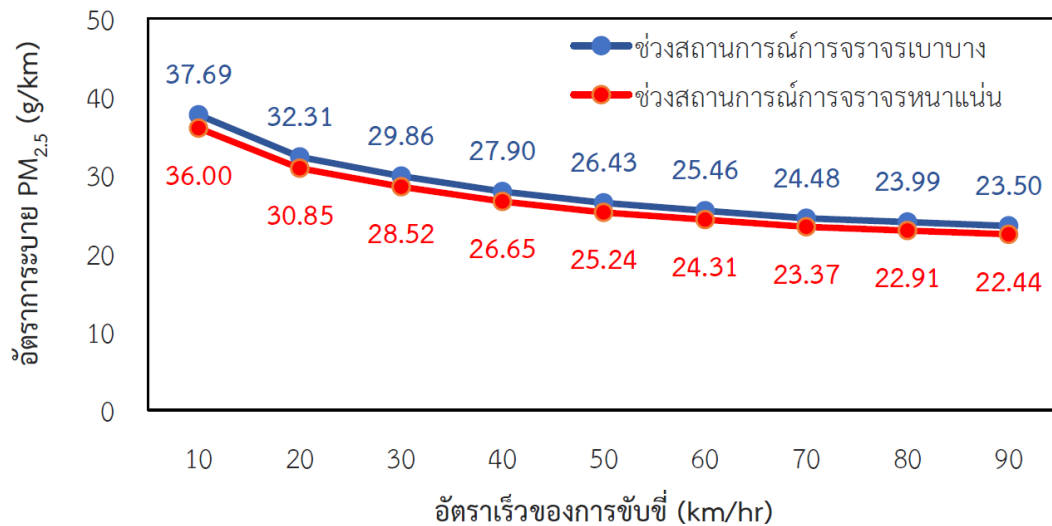
A

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A3

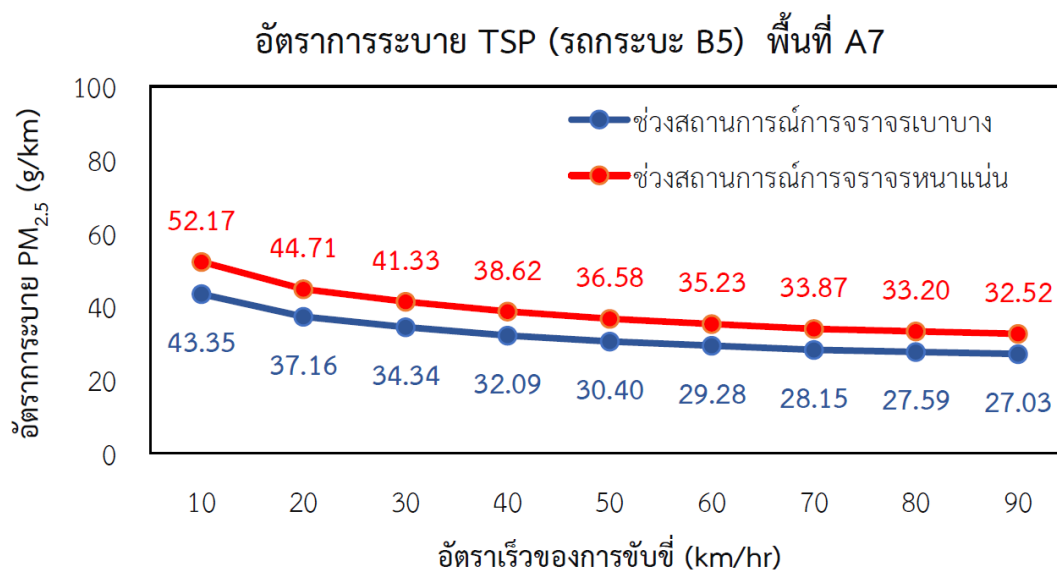


B

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A6



C



D

ภาพ 50 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

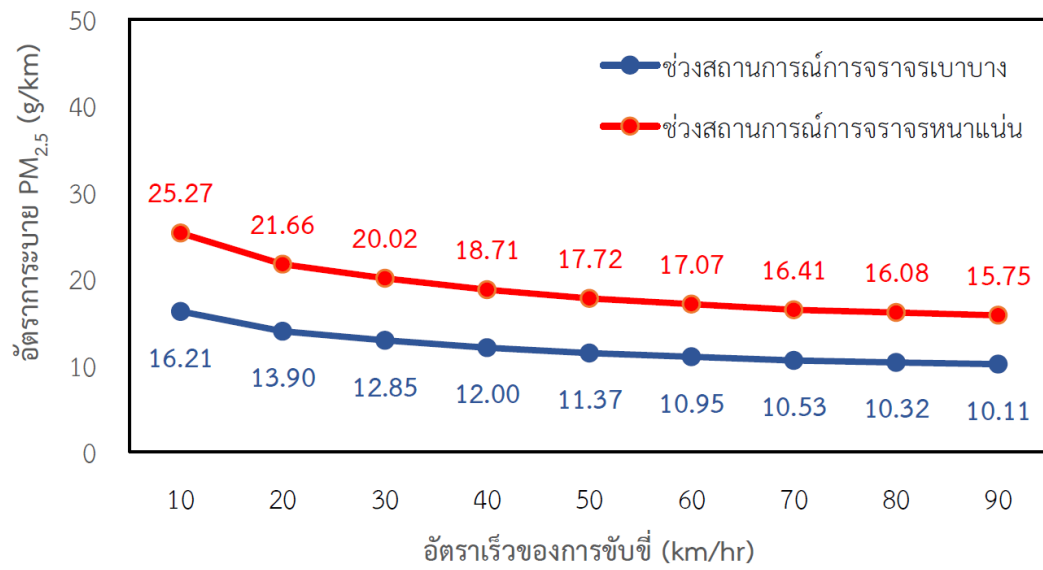
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

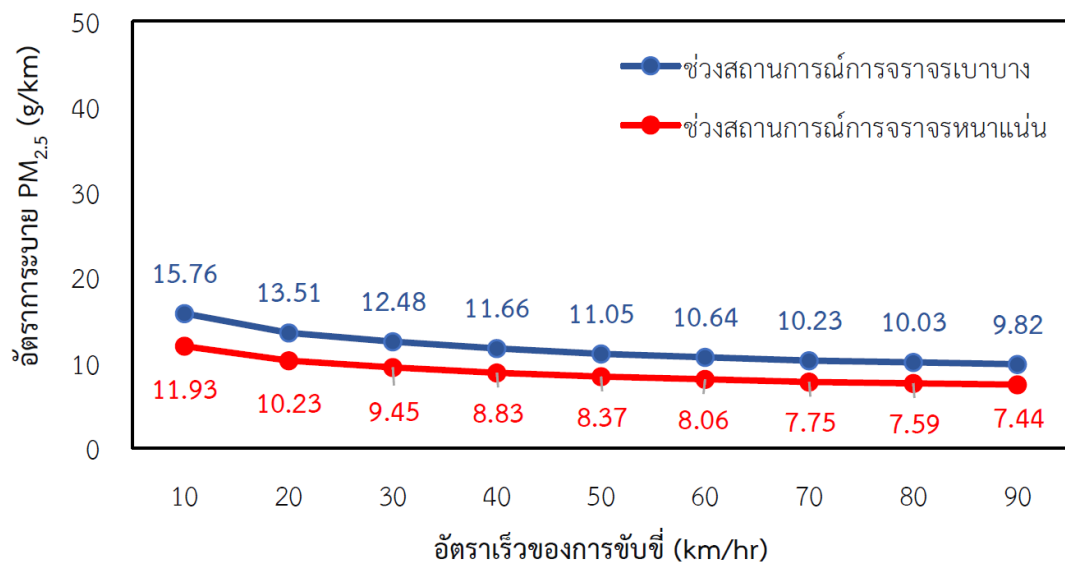
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A1



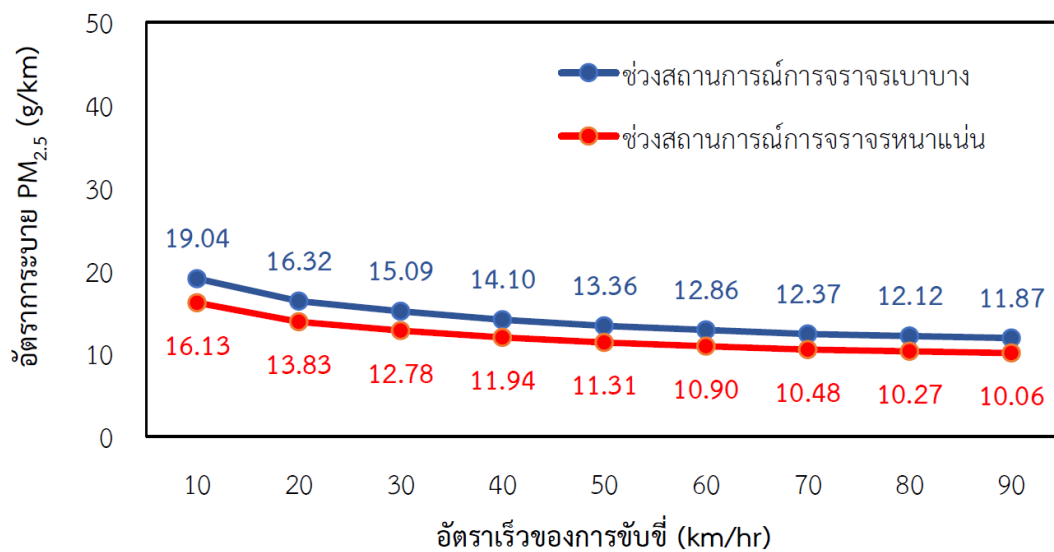
E

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A9



F

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A10



G

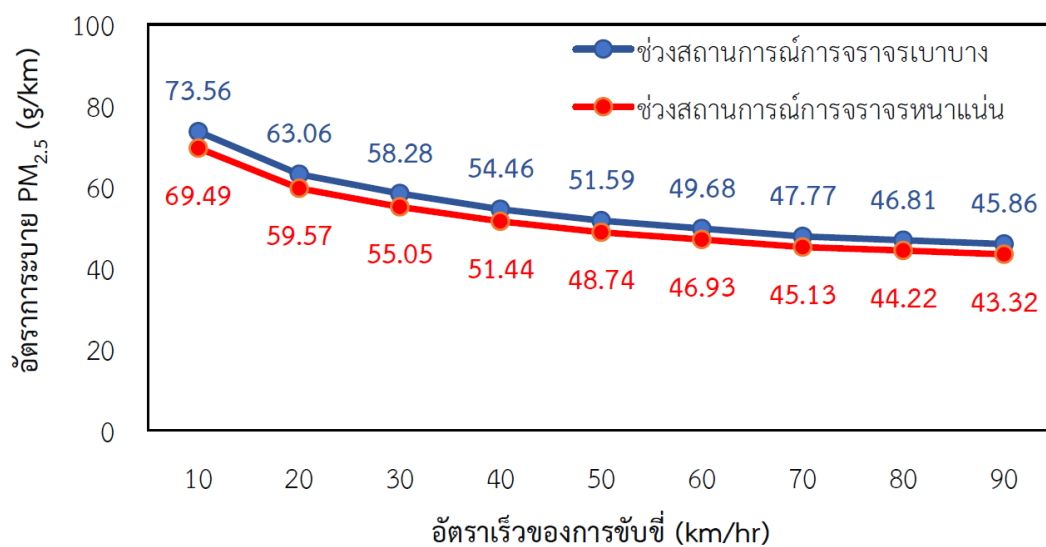
ภาพ 51 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว้า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)

ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)

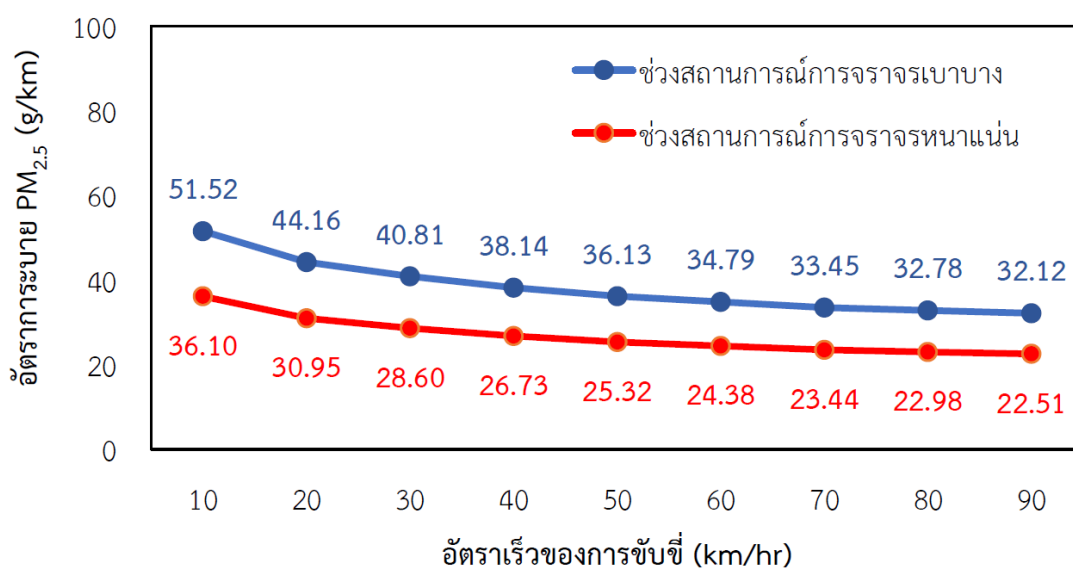
ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A4



H

อัตราการระบาย TSP (รถกระบะ B5) พื้นที่ A8

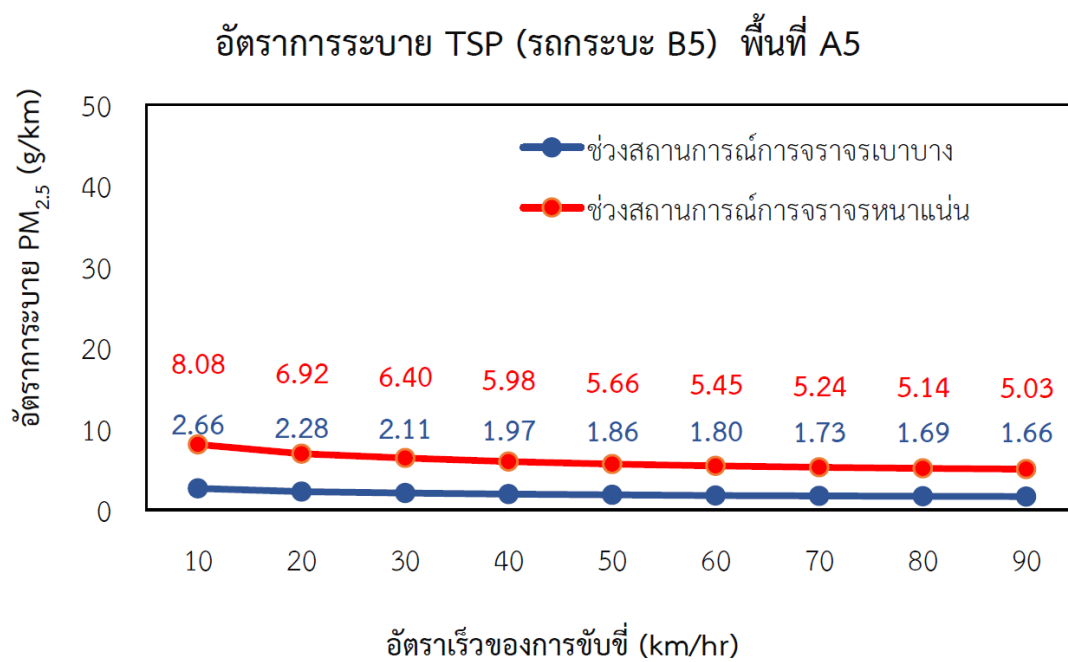


I

ภาพ 52 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่

ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)

ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)



J

ภาพ 53 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถกระบะ B5 พื้นที่
อ่อนไหว 1 พื้นที่

ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)

ตาราง 49 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) B5

พื้นที่ ศึกษา	ค่าเฉลี่ย จำนวนรถ กระบะ(คัน)	สถานการณ จราจร	อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) พิจารณาจาก รถรุ่น EURO III (2005-2011) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B5											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90			
A1	300.83	ช่วงสถานการณ์	16.21	13.90	12.85	12.00	11.37	10.95	10.53	10.32	10.11			
		การจราจรเบา บาง												
		ช่วงสถานการณ์	25.27	21.66	20.02	18.71	17.72	17.07	16.41	16.08	15.75			
A2	594.83	การจราจร หนาแน่น												
		ช่วงสถานการณ์	32.06	27.48	25.40	23.73	22.48	21.65	20.82	20.40	19.99			
		การจราจรเบา บาง												
A3	702.33	ช่วงสถานการณ์	26.67	22.86	21.13	19.74	18.70	18.01	17.32	16.97	16.63			
		การจราจร หนาแน่น												
		ช่วงสถานการณ์	37.86	32.45	29.99	28.02	26.55	25.56	24.58	24.09	23.60			

221.33	ช่วงสถานการณ์	11.93	10.23	9.45	8.83	8.37	8.06	7.75	7.59	7.44
	การจราจร หนาแน่น									
353.33	ช่วงสถานการณ์	19.04	16.32	15.09	14.10	13.36	12.86	12.37	12.12	11.87
	การจราจรเบา บาง									
A10 299.33	ช่วงสถานการณ์	16.13	13.83	12.78	11.94	11.31	10.90	10.48	10.27	10.06
	การจราจร หนาแน่น									

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่สูงสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

* คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่ต่ำสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

4) การระบายมลสารประเภท TSP (Total Suspended Particulate Matter) จากยานพาหนะประเภทรถยนต์โดยสาร (รถบัส) ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

ผลการศึกษาการประเมินอัตราการระบายมลสาร ประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์โดยสารประเภทรถบัสภายใต้อัตราเร็วตั้งแต่ต่ำสุด 10 km/hr จนถึงอัตราเร็วสูงสุดของการขับขี่ที่กฎหมายกำหนดในเขตชุมชน คือ 60 km/hr รวมทั้งระดับอัตราเร็วที่เกินกฎหมายกำหนด ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร โดยพิจารณาจากรถบัส รุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel ในภาพรวมพบว่าอัตราการระบายมลสารชนิด TSP มีอัตราการระบายมลสารช่วงการจราจรเบาบางสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างชัดเจน พบว่า 3 พื้นที่ คือ A2, A4 และ A9 (เนื่องจากจำนวนรถบัสในช่วงการจราจรเบาบางในพื้นที่ดังกล่าว สูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างชัดเจน) ส่วนพื้นที่ที่มีอัตราการระบายมลสารช่วงการจราจรหนาแน่นสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง พบ 7 พื้นที่ คือ A1, A3, A5, A6, A7, A8 และ A10 (ภาพ 54 - ภาพ 57) และเมื่อพิจารณาภาพรวมของอัตราการปล่อยภายใต้ระดับอัตราเร็วของการขับขี่พบว่าอัตราการปล่อยมลสาร TSP มีการแปรผกผัน (การระบายมลสารยิ่งลดลงเมื่อขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น) ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr ถึง 70 km/hr อย่างไรก็ตามหากอัตราเร็วเพิ่มขึ้นเกินระดับ 70 km/hr พบว่ามีอัตราการปล่อยมลสารที่แปรผันตามกันกับอัตราเร็วของการขับขี่ (การระบายมลสารเพิ่มเมื่อขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น)

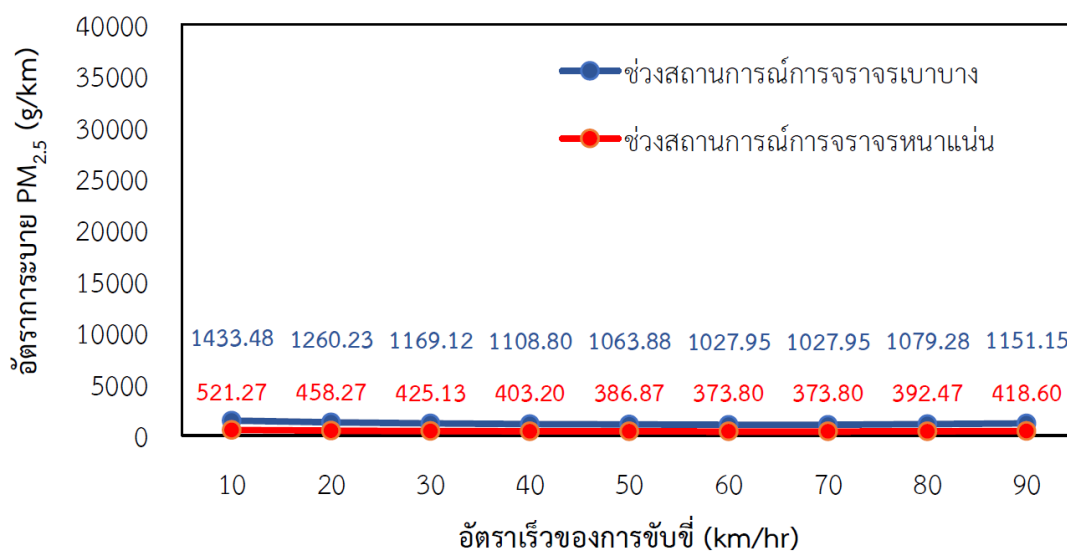
เมื่อพิจารณาในอัตราเร็วสูงสุดของการขับขี่ 10 km/hr ถึง 90 km/hr ในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่ารถบัสทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาส่งผลต่ออัตราการระบายมลสารประเภท TSP สูงสุดในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 12510.4 g/km, 10998.4 g/km, 10203.2 g/km, 9676.8 g/km, 9284.8 g/km, 8971.2 g/km, 8971.2 g/km, 9419.2 g/km และ 10046.4 g/km ตามลำดับ ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนอัตราการระบายมลสารที่ต่ำสุด พบในพื้นที่ A2 มีอัตราการระบายที่ระดับ 1433.48 g/km, 1260.23 g/km, 1169.12 g/km, 1108.8 g/km, 1063.88 g/km, 1027.95 g/km, 1027.95 g/km, 1079.28 g/km และ 1151.15 g/km ภายใต้อัตราเร็วดังกล่าวตามลำดับ เช่นกัน (ตาราง 50)

ในช่วงการจราจรหนาแน่นพบอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ที่สูงสุดในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 22284.15 g/km, 19590.9 g/km, 18174.45 g/km, 172326.8 g/km, 16538.55 g/km, 15979.95 g/km, 15979.95 g/km, 16777.95 g/km และ 17895.15 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนอัตราการระบายมลสารต่ำสุด พบในพื้นที่ A2 ที่ระดับ 521.27 g/km, 458.27 g/km, 425.13 g/km, 403.2 g/km, 386.87 g/km, 373.8 g/km,

373.8 g/km, 392.47 g/km และ 418.6 g/km ภายใต้อัตราเร็วดังกล่าวตามลำดับเช่นกันตามลำดับ (ตาราง 50)

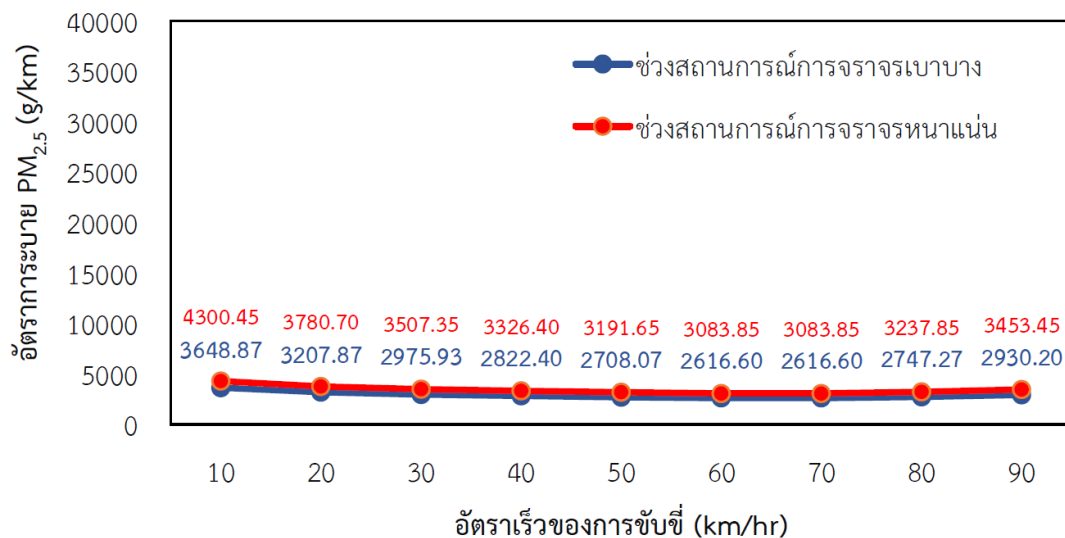
เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษ้อัตราการระบาย TSP ที่ขับชี่ด้วยตามอัตราเร็วสูงสุดตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr) ทั้ง 2 ช่วงการจราจร พบว่าหากรถบัสขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ 60 km/hr พื้นที่ที่มีอัตราการระบายมลสารสูงสุดในช่วงการจราจรเบาบาง คือ พื้นที่ A4 และอัตราการระบายมลสารสูงสุดในช่วงการจราจรหนาแน่นในช่วง A1 ซึ่งจากภาพที่ 40 และตารางที่ 50 แสดงอย่างชัดเจนว่าช่วงการจราจรหนาแน่นมีอัตราการปล่อยมลสารที่สูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง อย่างเห็นได้ชัด และหากรถบัสสามารถขับชี่ด้วยอัตราเร็ว 60 km/hr (ระดับสูงสุดตามกฎหมายกำหนด) จะส่งผลให้อัตราการระบายมลสาร TSP ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับที่ขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ต่ำกว่าหรือการขับชี่ภายใต้การจราจรติดขัด

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A2



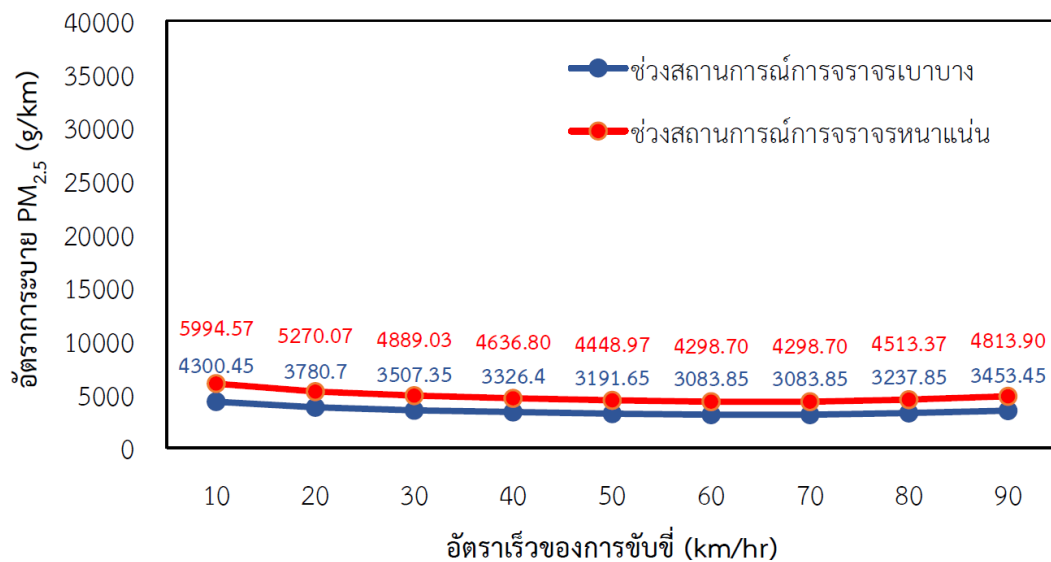
A

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A3



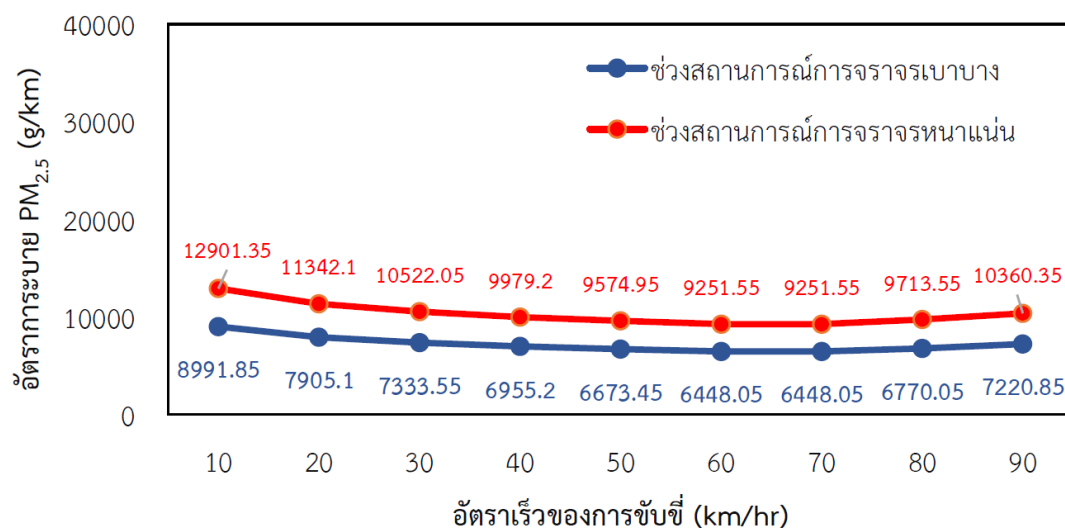
B

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A6



C

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A7



D

ภาพ 54 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

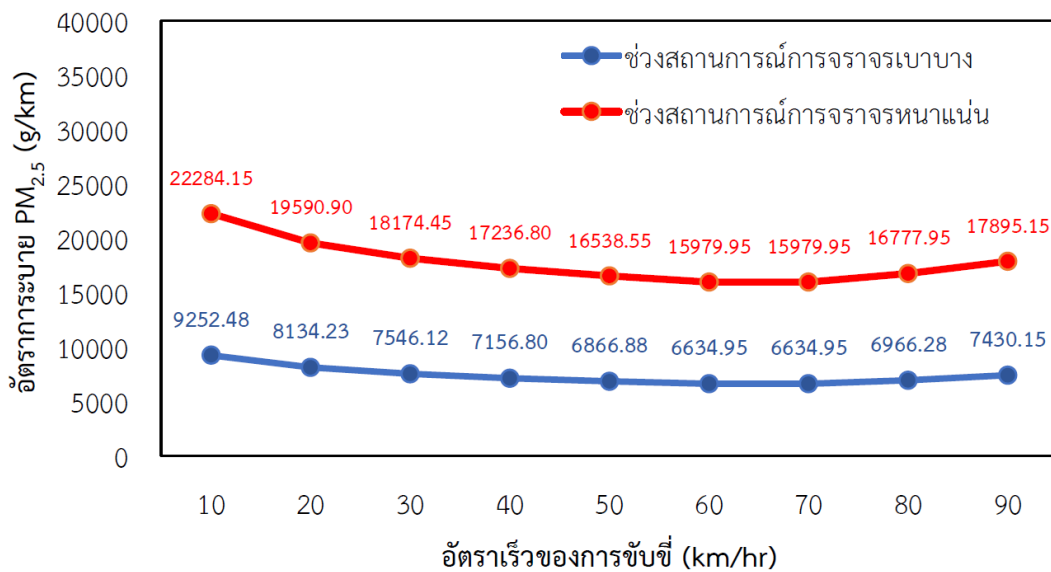
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

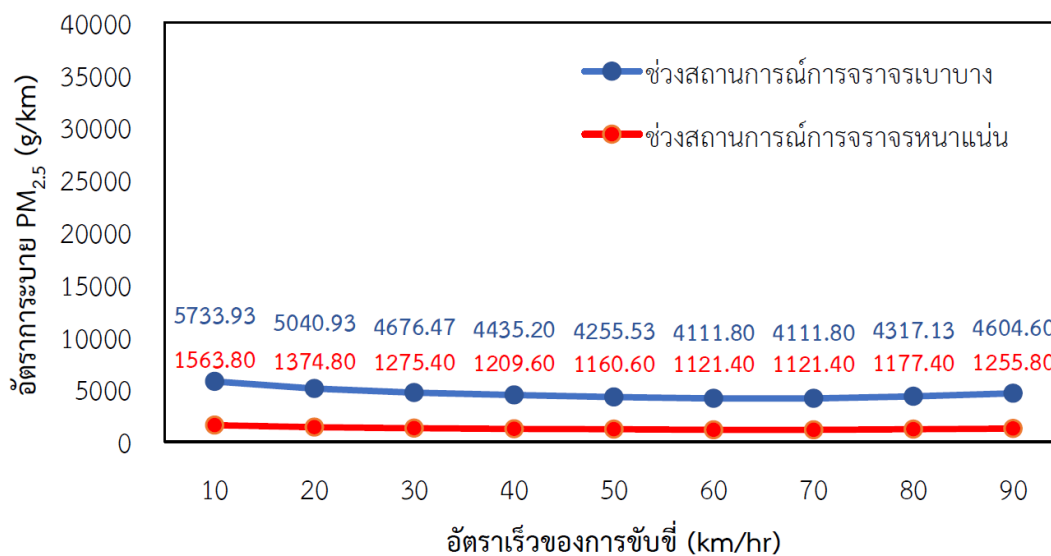
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A1



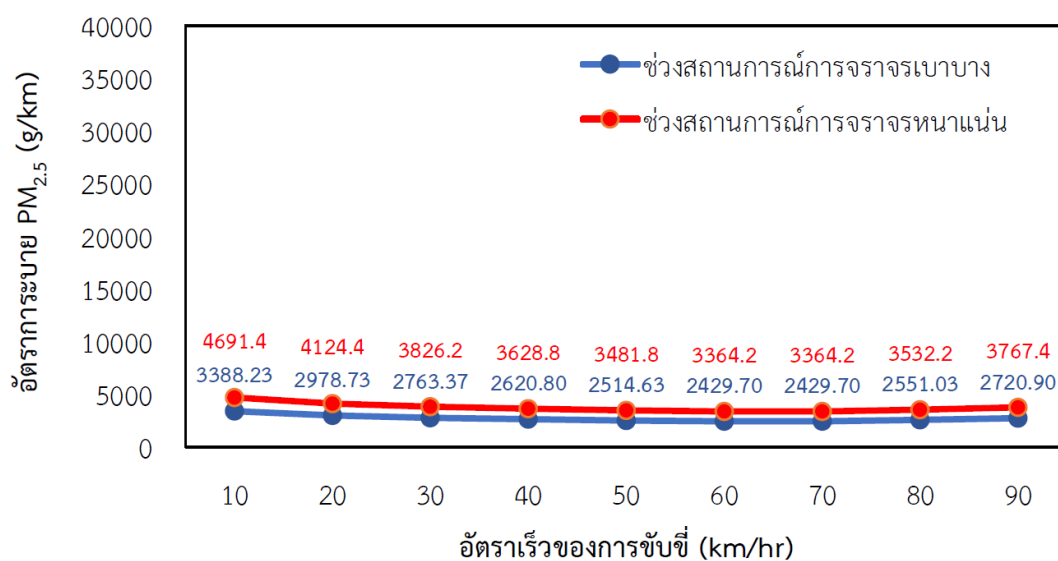
E

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A9



F

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A10



G

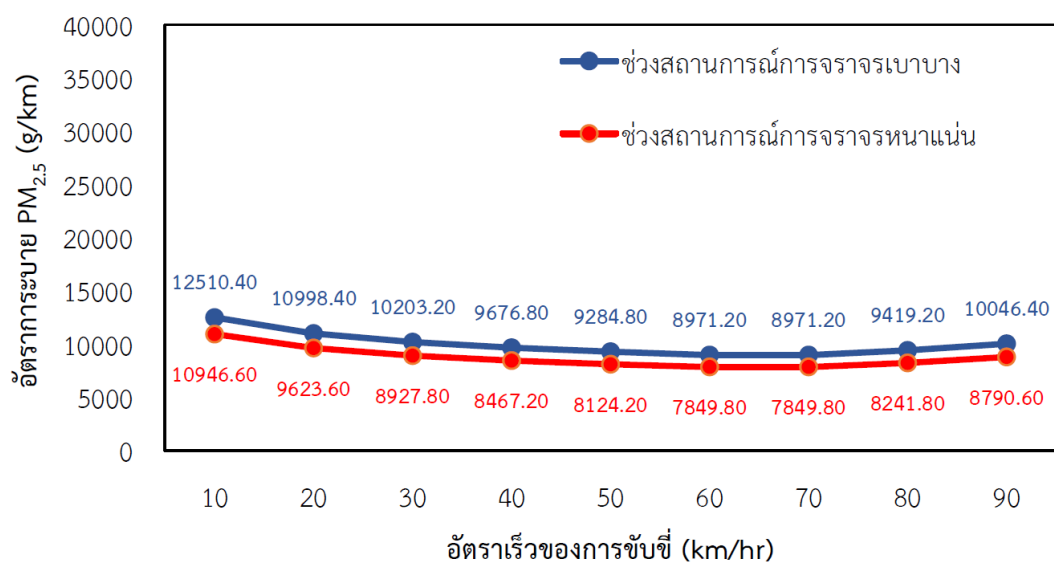
ภาพ 55 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว่า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)

ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)

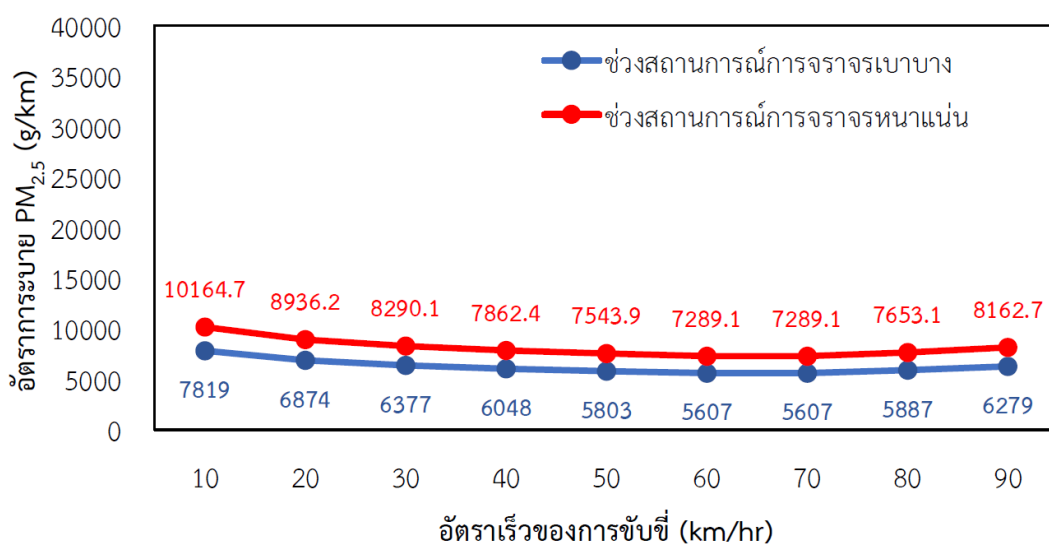
ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A4



H

อัตราการระบาย TSP (รถบัส) พื้นที่ A8

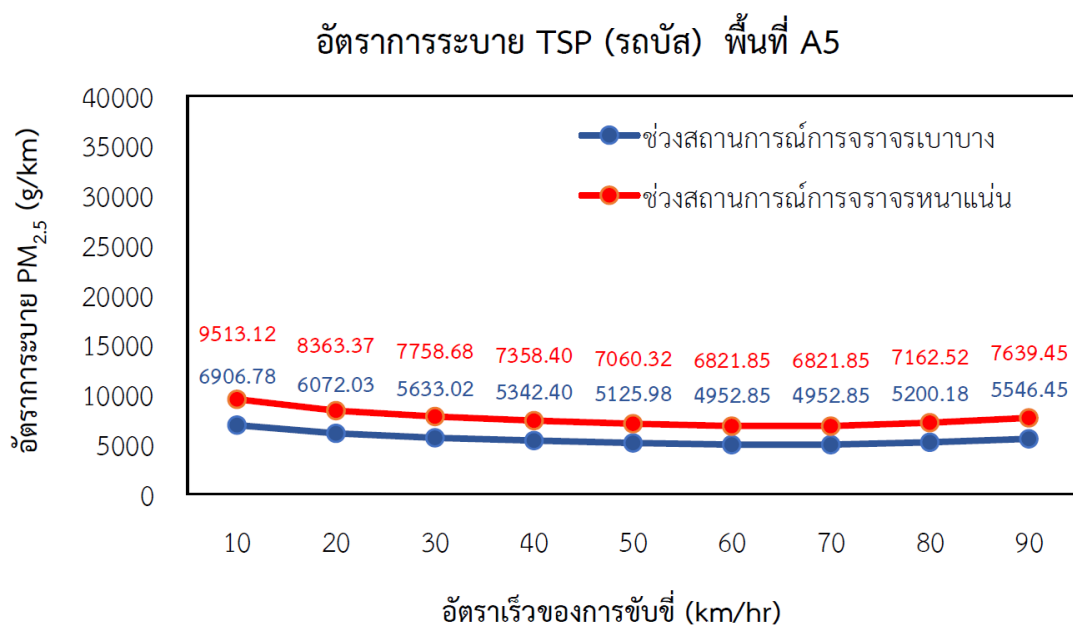


I

ภาพ 56 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่

ภาพ H คือ สี่แยกบ้านคลอง (A4)

ภาพ I คือ ห้าแยกโคกมะตูม (A8)



J

ภาพ 57 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบัสพื้นที่อ่อนไหว 1
พื้นที่

ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)

ตาราง 50 การระบายน้ประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์โดยสาร (รถบัส)

พื้นที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยจำนวนรถบัส (คัน)	สถานที่การจราจร	อัตราการระบายน้ประเภท TSP (g/km)											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90			
A1	11.83	ช่วงสถานีการจราจร บาง	9252.48	8134.23	7546.12	7156.8	6866.88	6634.95	6634.95	6634.95	6634.95	6634.95	6966.283	7430.15
	28.5	ช่วงสถานีการจราจร หนาแน่น	22284.15**	19590.9**	18174.45**	17236.8**	16538.55**	15979.95**	15979.95**	15979.95**	15979.95**	15979.95**	16777.95**	17895.15
A2	1.83	ช่วงสถานีการจราจร บาง	1433.48*	1260.23*	1169.12*	1108.8*	1063.88*	1027.95*	1027.95*	1027.95*	1027.95*	1027.95*	1079.283*	1151.15*
	0.67	ช่วงสถานีการจราจร หนาแน่น	521.27*	458.27*	425.13*	403.2*	386.87*	373.8*	373.8*	373.8*	373.8*	373.8*	392.47*	418.6*
A3	4.67	ช่วงสถานีการจราจร บาง	3648.87	3207.87	2975.93	2822.4	2708.07	2616.6	2616.6	2616.6	2616.6	2616.6	2747.267	2930.2
	5.5	ช่วงสถานีการจราจร หนาแน่น	4300.45	3780.7	3507.35	3326.4	3191.65	3083.85	3083.85	3083.85	3083.85	3083.85	3237.85	3453.45
A4	16	ช่วงสถานีการจราจร บาง	12510.4**	10998.4**	10203.2**	9676.8**	9284.8**	8971.2**	8971.2**	8971.2**	8971.2**	8971.2**	9419.2**	10046.4**
	14	ช่วงสถานีการจราจร หนาแน่น	10946.6	9623.6	8927.8	8467.2	8124.2	7849.8	7849.8	7849.8	7849.8	7849.8	8241.8	8790.6
A5	8.83	ช่วงสถานีการจราจร บาง	6906.78	6072.03	5633.02	5342.4	5125.98	4952.85	4952.85	4952.85	4952.85	4952.85	5200.183	5546.45
	12.17	ช่วงสถานีการจราจร หนาแน่น	9513.12	8363.37	7758.68	7358.4	7060.32	6821.85	6821.85	6821.85	6821.85	6821.85	7162.52	7639.45
A6	5.5	ช่วงสถานีการจราจร บาง	4300.45	3780.7	3507.35	3326.4	3191.65	3083.85	3083.85	3083.85	3083.85	3083.85	3237.85	3453.45

7.67	ช่วงสถานการณ์การจราจร หนาแน่น	5994.57	5270.07	4889.03	4636.8	4448.97	4298.7	4298.7	4513.367	4813.9
11.5	ช่วงสถานการณ์การจราจร เบาบาง	8991.85	7905.1	7333.55	6955.2	6673.45	6448.05	6448.05	6770.05	7220.85
A7	ช่วงสถานการณ์การจราจร หนาแน่น	12901.35	11342.1	10522.05	9979.2	9574.95	9251.55	9251.55	9713.55	10360.35
10	ช่วงสถานการณ์การจราจร เบาบาง	7819	6874	6377	6048	5803	5607	5607	5887	6279
A8	ช่วงสถานการณ์การจราจร หนาแน่น	10164.7	8996.2	8290.1	7862.4	7543.9	7289.1	7289.1	7653.1	8162.7
7.33	ช่วงสถานการณ์การจราจร เบาบาง	5733.93	5040.93	4676.47	4435.2	4255.53	4111.8	4111.8	4317.13	4604.6
A9	ช่วงสถานการณ์การจราจร หนาแน่น	1563.8	1374.8	1275.4	1209.6	1160.6	1121.4	1121.4	1177.4	1255.8
4.33	ช่วงสถานการณ์การจราจร เบาบาง	3388.23	2978.73	2763.37	2620.8	2514.63	2429.7	2429.7	2551.03	2720.9
A10	ช่วงสถานการณ์การจราจร หนาแน่น	4691.4	4124.4	3826.2	3628.8	3481.8	3364.2	3364.2	3532.2	3767.4

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่สูงสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

* คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่ต่ำสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

4) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL

จากผลการศึกษาพิจารณาผลการศึกษาการประเมินอัตราการระบายมลสาร ประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุก รุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL ภายใต้อัตราเร็วตั้งแต่ต่ำสุด 10 km/hr จนถึงอัตราเร็วสูงสุดของการขับขีที่กฎหมายกำหนดในเขตชุมชน คือ 60 km/hr รวมทั้งระดับอัตราเร็วที่เกินกฎหมายกำหนดทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร ในภาพรวมพบว่าอัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรเบาบางสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น พบถึง 5 พื้นที่คือ A2, A3, A4, A9 และ A10 ส่วนพื้นที่ที่มีช่วงการจราจรหนาแน่นสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง พบ 5 พื้นที่เช่นกันคือพื้นที่ A1, A5, A6, A7 และ A8 (ภาพ.58 - ภาพ 61) และเมื่อพิจารณาอัตราการปล่อย TSP ร่วมกับอัตราเร็วของการขับขี ในภาพรวมพบว่าอัตราการปล่อยมลสาร TSP มีการแปรผกผัน (การระบายมลสารยิ่งลดลงเมื่อขับขีด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น) ภายใต้อัตราเร็วที่ 10 km/hr ถึง 70 km/hr อย่างไรก็ตามหากอัตราเร็วเพิ่มขึ้นเกินระดับ 70 km/hr พบว่ามีอัตราการปล่อยมลสารที่แปรผันตามกันกับอัตราเร็วของการขับขี (การระบายมลสารเพิ่มเมื่อขับขีด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น)

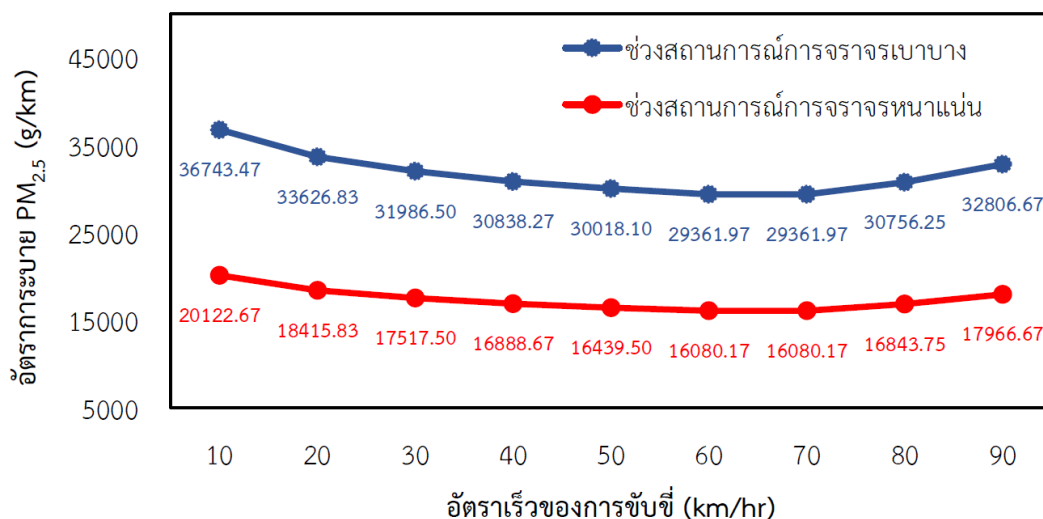
อัตราการระบายมลสาร TSP ในช่วงการจราจรเบาบาง ในอัตราเร็วสูงสุดของการขับขี 10 km/hr ถึง 90 km/hr พบว่า รถบรรทุก ส่งผลต่ออัตราการระบายมลสารประเภท TSP สูงสุดในพื้นที่ A2 ที่ระดับ 36743.47 g/km, 33626.83 g/km, 31986.50 g/km, 30838.27 g/km, 30018.1 g/km, 29361.97 g/km, 29361.97 g/km, 30756.25 g/km และ 32806.67 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ และระดับอัตราการระบายมลสารที่ต่ำสุดคือพื้นที่ A8 ที่ระดับ 12282.67 g/km, 11240.83 g/km, 10692.5 g/km, 10308.67 g/km, 10034.5 g/km, 9815.16 g/km, 9815.16 g/km, 101281.25 g/km และ 10966.67 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ A5 ไม่มีรถบรรทุกวิ่งผ่าน เนื่องจากเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ริมน้ำ ของชาวจังหวัดพิษณุโลก (ตาราง 51)

พิจารณาผลการประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากรถบรรทุกทั้งหมด 10 พื้นที่ถนน ในช่วงเวลาการจราจรหนาแน่น พบว่าอัตราการระบายมลสาร TSP สูงสุดในอัตราเร็วของการขับขี 10 km/hr ถึง 90 km/hr ในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 32666.67g/km, 29895.83 g/km, 28437.5 g/km, 27416.67 g/km, 26687.5 g/km, 26104.17 g/km, 26104.17 g/km, 27343.75 g/km และ 29166.67 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ

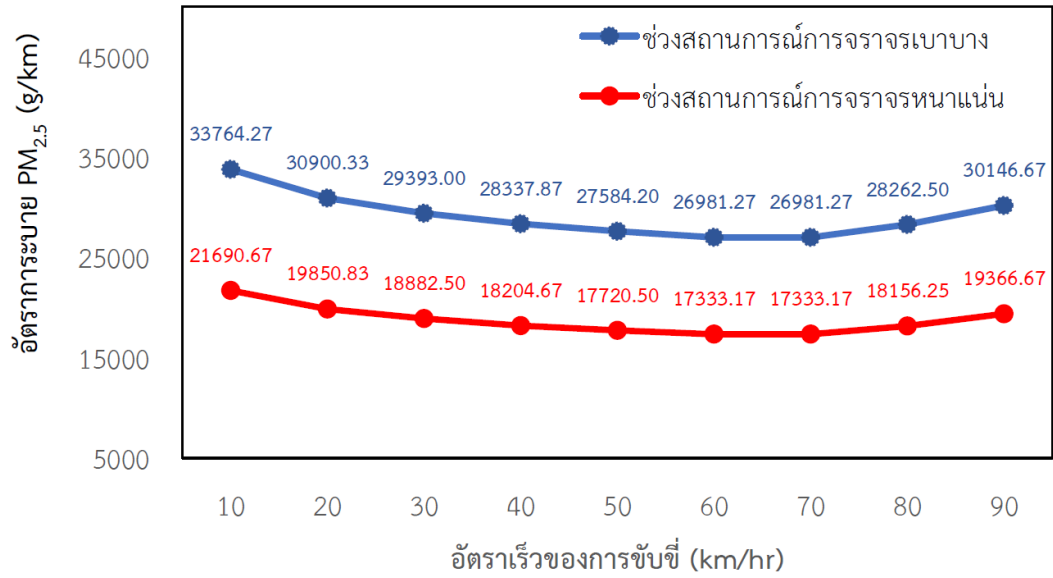
ส่วนอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 3240.53 g/km, 2965.67 g/km, 2821.00 g/km, 2719.73 g/km, 2647.4 g/km, 2589.53 g/km, 2589.53 g/km, 2712.5 g/km และ 2893.33 g/km ภายใต้อัตราเร็วที่ระดับ 10 km/hr, 20 km/hr, 30 km/hr, 40 km/hr, 50 km/hr, 60 km/hr, 70 km/hr 80 km/hr และ 90 km/hr ตามลำดับ (ตาราง 51)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราเร็วสูงสุดของการขับขี่ของรถบรรทุกตามที่กฎหมายกำหนดในเขตชุมชน คือ 60 km/hr ดังนั้นหากใช้เกณฑ์ตามกฎหมายดังกล่าว เปรียบเทียบผลการประเมินระหว่าง 2 ช่วงการจราจร พบว่าอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ในช่วงการจราจรเบาบางจะมี ค่าสูงสุด อยู่ที่ 36743.47 g/km และช่วงการจราจรหนาแน่นค่าสูงสุด อยู่ที่ 32666.67 g/km (อัตราการระบายต่ำกว่าอัตราเร็วของการขับขี่ที่ต่ำกว่านี้) ดังนั้นหากรถบรรทุกทุกสามารถขับขี่ด้วยอัตราเร็ว 60 km/hr (ระดับสูงสุดตามกฎหมายกำหนด) จะส่งผลทำให้อัตราการระบายมลสาร TSP ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ต่ำกว่าหรือการขับขี่ภายใต้การจราจรติดขัด

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A2

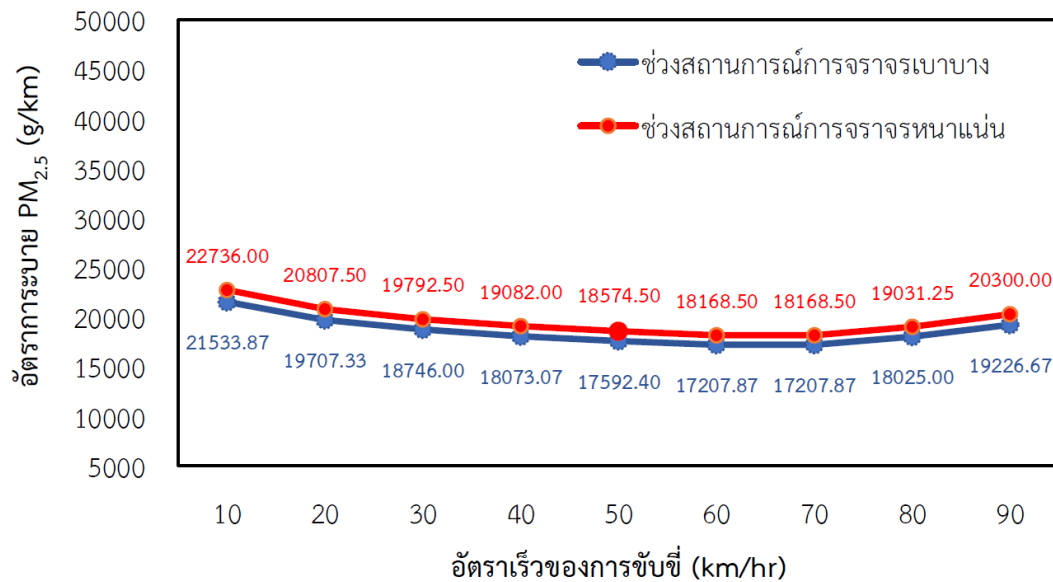


อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A3



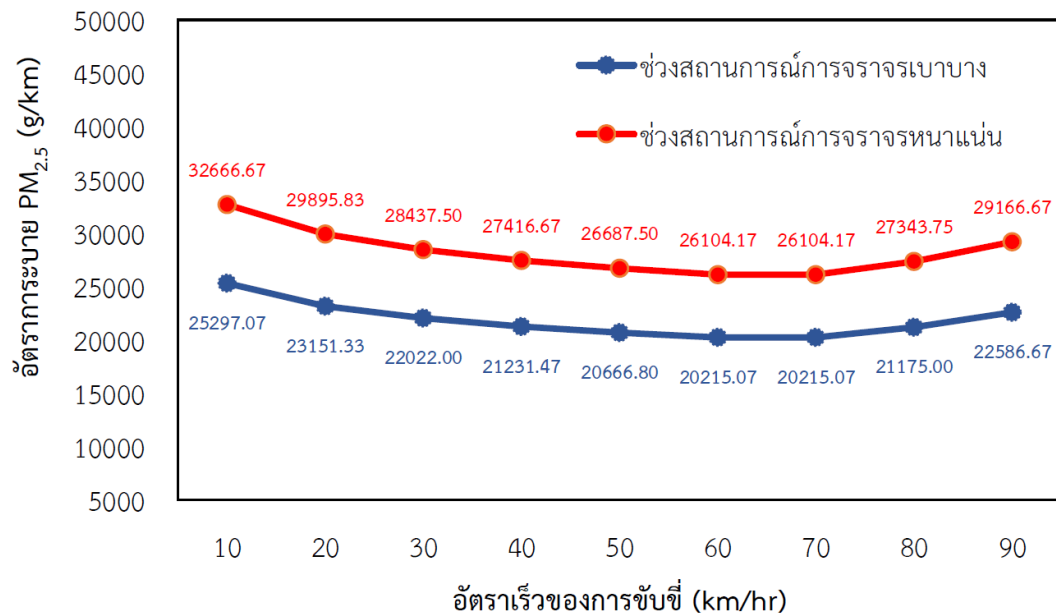
B

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A6



C

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A7



D

ภาพ 58 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่เส้นถนนสายหลัก 4 พื้นที่

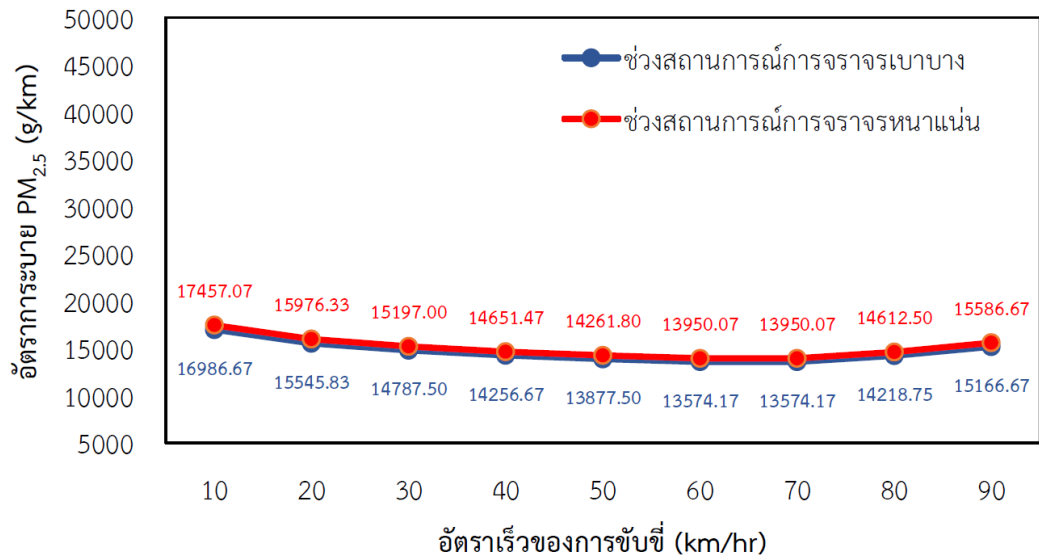
ภาพ A คือ ถนนสีหราชเดโชชัย (บริเวณกึ่งกลางของเส้นถนน) (A2)

ภาพ B คือ ถนนสิงห์วัฒน์ (บริเวณห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล) (A3)

ภาพ C คือ ถนนมิตรภาพ (วิทยาลัยพาณิชยการ) (A6)

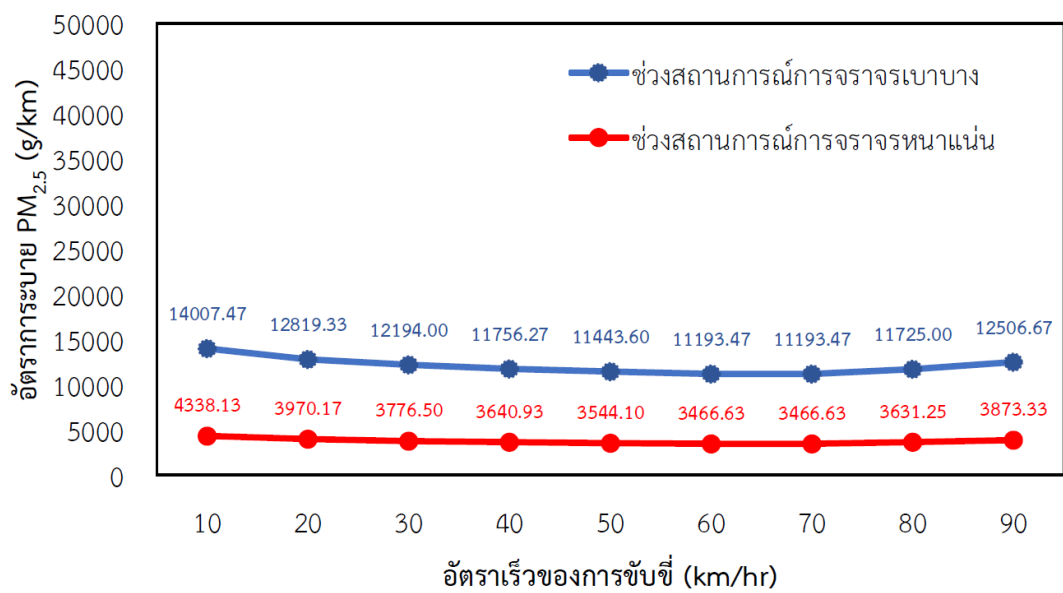
ภาพ D คือ ถนนมิตรภาพ (เส้นขาเข้า-ออกระหว่าง อำเภอเมือง-อำเภอวังทอง) (A7)

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A1



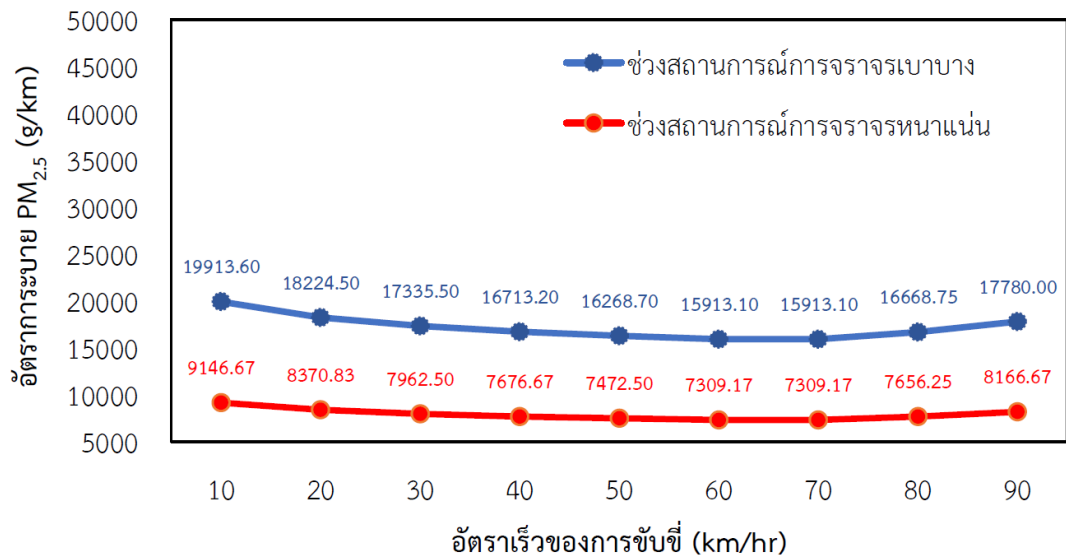
E

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A9



F

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A10



G

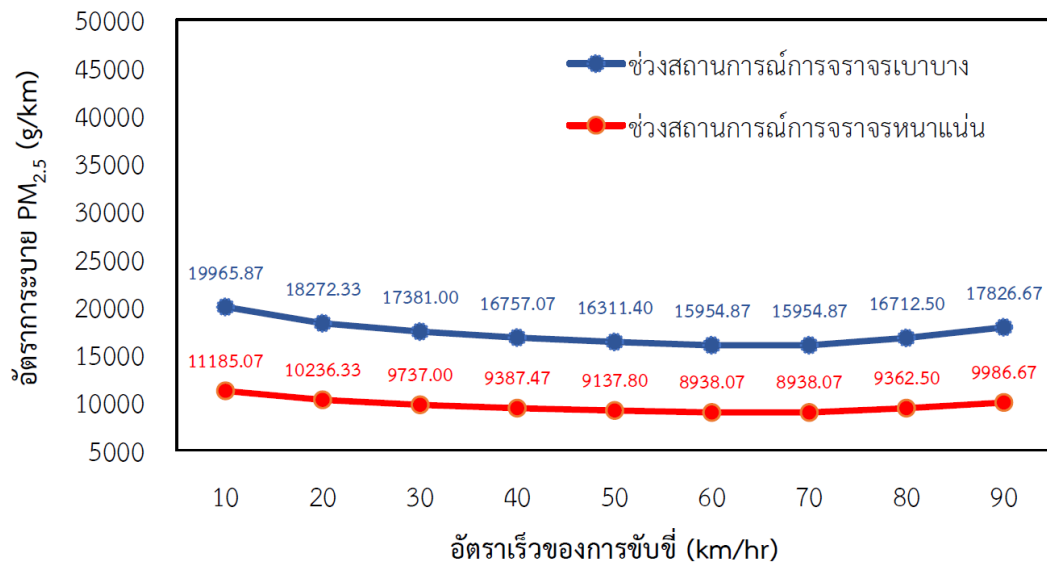
ภาพ 59 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่เส้นถนนสายรอง 3 พื้นที่

ภาพ E คือ ถนนสายเชื่อมระหว่างสามแยกต้นหว่า-สามแยกห้างสรรพสินค้าแมคโคร (A1)

ภาพ F คือ ตลาดสถานีรถไฟ (ใจกลางเมือง) (A9)

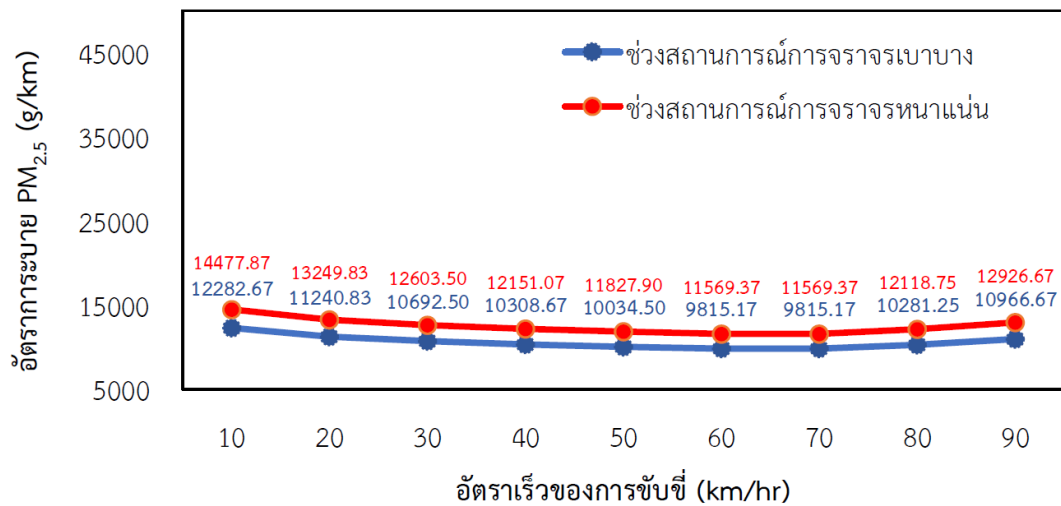
ภาพ G คือ ถนนบรมไตรโลกนาถ (บริเวณกึ่งกลางเส้นถนน) (A10)

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A4



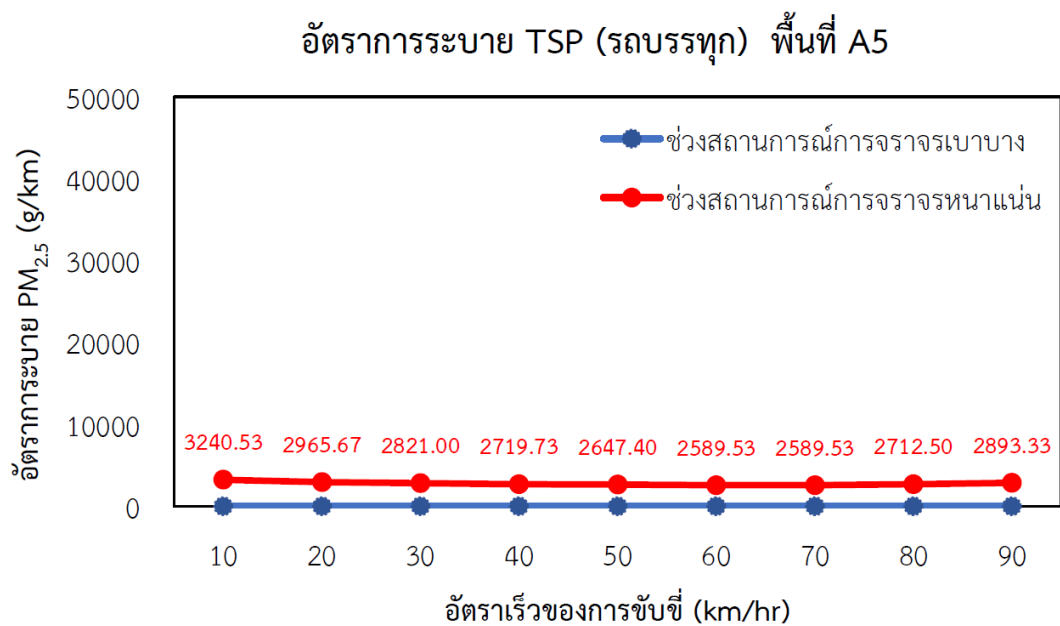
H

อัตราการระบาย TSP (รถบรรทุก) พื้นที่ A8



I

ภาพ 60 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกพื้นที่สี่แยกหรือห้าแยก 2 พื้นที่



J

ภาพ 61 อัตราการระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกทุกพื้นที่
 อ่อนไหว 1 พื้นที่
 ภาพ J คือ ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน (A5)

68.67	ช่วงสถานการณ์	21533.8	19707.3	18746	18073.0	17592.4	17207.8	18025	19226.67
	การจราจรเบาบาง	7	3		7		7		
A6	ช่วงสถานการณ์	22736	20807.5	19792.5	19082.0	18574.5	18168.5	19031.2	20300
	การจราจรหนาแน่น		0	0	0		0	5	
80.67	ช่วงสถานการณ์	25297.0	23151.3	22022	21231.4	20666.8	20215.0	21175	22586.67
	การจราจรเบาบาง	7	3		7		7		
A7	ช่วงสถานการณ์	32666.6	29895.8	28437.5*	27416.6	26687.5*	26104.1	27343.7	29166.67
	การจราจรหนาแน่น	7**	3**	*	7**	*	7**	5**	**
39.17	ช่วงสถานการณ์	12282.6	11240.8	10692.5*	10308.6	10034.5*	9815.16*	10281.2	10966.67
	การจราจรเบาบาง	7*	3*		7*			5*	*
A8	ช่วงสถานการณ์	14477.8	13249.8	12603.5	12151.0	11827.9	11569.3	12118.7	12926.67
	การจราจรหนาแน่น	7	3		7		7	5	
44.67	ช่วงสถานการณ์	14007.4	12819.3	12194.0	11756.2	11443.6	11193.4	11725	12506.67
	การจราจรเบาบาง	7	3	0	7		7		
A9	ช่วงสถานการณ์	4338.13	3970.16	3776.5	3640.93	3544.1	3466.63	3631.25	3873.333
	การจราจรหนาแน่น		7		3		3		
63.50	ช่วงสถานการณ์	19913.6	18224.5	17335.5	16713.2	16268.7	15913.1	16668.7	17780.00
	การจราจรเบาบาง	0	0	0	0		0	5	
A10	ช่วงสถานการณ์	9146.67	8370.83	7962.5	7676.66	7472.5	7309.16	7656.25	8166.667
	การจราจรหนาแน่น		3		7		7		

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ** คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่สูงสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

* คือ อัตราการระบายมลสารชนิด TSP (g/km) ที่ต่ำสุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

4.6.3 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ T-test

โดยการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา ดังนี้

จากตาราง 52 แสดงข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของจำนวนยานพาหนะทุกชนิดเมื่อเทียบกับรถยนต์ 7 ที่นั่ง (Total PCU) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของ Total PCU ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 7 พื้นที่คือ A1 A2 A3 A5 A7 A8 และ A9 โดยพบว่าระดับ Total PCU ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A4 A6 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 3 พื้นที่ดังกล่าว

ตาราง 52 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของ Total PCU ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

Total PCU	Low traffic		High traffic		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Mean	S.D	Mean	S.D			
A1	806.4500	1307.8000	22.18451	11.02679	-35.052	.000*	-501.35000
A2	1701.1333	1974.650	012.68753	94.38688	-4.974	.008*	-273.51667
A3	2287.0167	2652.6500	30.26162	31.12961	-14.587	.000*	-365.63333
A4	2972.8500	3367.6500	123.26692	429.24090	-1.531	.200	-394.80000
A5	219.5000	599.3500	26.44560	31.68000	-15.943	.000*	-379.8500
A6	2305.3000	2658.7833	91.02961	164.47667	-3.257	0.31	-353.48333
A7	2204.8500	3113.9000	256.00245	253.65386	-4.369	.012*	-909.05000
A8	1134.1667	1420.9500	4.47698	51.56251	-9.597	.001*	-286.78333
A9	1214.6833	1602.1000	51.50122	33.36360	-10.935	.000*	-387.41667
A10	2733.6500	2789.0500	89.58656	261.09947	-.348	.746	-55.40000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) จากยานพาหนะประเภทรถเก๋ง โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของปริมาณยานพาหนะประเภทรถเก๋งระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ทั้ง 10 พื้นที่ โดยพบว่าจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาทั้ง 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ในช่วงการจราจร

เบาบาง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่นทั้ง 10 พื้นที่ (ตาราง 53)

ตาราง 53 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถแก่ง ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

รถแก่ง	Mean		S.D		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	331.3333	527.8333	34.00490	20.50813	-8.571	.001*	-196.50000
A2	784.3333	1116.3333	7.02377	14.01190	-36.688	.000*	-332.00000
A3	1157.8333	1387.8333	14.51149	12.51333	-20.790	.000*	-230.00000
A4	895.3333	1369.3333	86.00194	60.00278	-7.829	.001*	-474.00000
A5	72.8333	146.8333	6.52559	20.50813	-5.956	.004*	-74.00000
A6	1210.8333	1461.8333	46.50358	118.29025	-3.420	.027*	-251.00000
A7	1008.3333	1598.8333	79.00211	183.50091	-5.119	.007*	-590.50000
A8	1150.3333	1340.3333	41.00406	62.00269	-4.427	.011*	-190.00000
A9	457.3333	595.3333	27.00617	11.01514	-8.195	.001*	-138.00000
A10	514.8333	797.8333	35.50469	3.54730	-13.737	.000*	-283.00000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

พิจารณาจากข้อมูลจากยานพาหนะประเภทรถมอเตอร์ไซด์ โดยการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของจำนวนยานพาหนะประเภทรถมอเตอร์ไซด์ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ทั้ง 9 พื้นที่คือ A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 และ A10 ยกเว้นพื้นที่ A7 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) โดยพบว่าปริมาณยานพาหนะประเภทรถมอเตอร์ไซด์ ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A10

ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ พื้นที่ A7 (ตาราง 54)

ตาราง 54 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถมอเตอร์ไซด์ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

รถมอเตอร์ไซด์	Mean		SD		t	Sig.(2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	228.8333	491.8333	3.54730	22.50741	-19.992	.000*	-263.00000
A2	367.3333	741.8333	2.08167	53.50312	-12.114	.000*	-374.50000
A3	759.3333	1540.3333	9.01850	35.00476	-37.422	.000*	-781.00000
A4	1916.3333	2014.3333	50.00333	3.05505	-3.388	.028*	-98.00000
A5	275.8333	655.8333	28.50585	18.50901	-19.365	.000*	-380.00000
A6	790.3333	1145.3333	134.00124	167.02495	-2.871	.045*	-355.00000
A7	670.3333	990.8333	205.00081	271.50061	-1.632	.178	-320.50000
A8	1745.8333	2212.3333	108.50154	62.00269	-6.466	.003*	-466.50000
A9	939.3333	1894.3333	75.00222	95.00175	-13.666	.000*	-955.00000
A10	784.3333	1378.8333	26.00641	62.50267	-15.210	.000*	-594.50000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา(ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) จากจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 4 พื้นที่ คือ A1 A5 A9 และ A10 โดยพบว่าจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น และเมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A2 A3 A4 A6 A7 และ A8 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 6 พื้นที่ดังกล่าว และพบช่วงการจราจรเบาบางที่มีจำนวนยานพาหนะที่ต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่นเพียง 3 พื้นที่ ได้แก่พื้นที่ A1 A5 และ A7 ส่วนในพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A8, A9 และ A10 พบว่าจำนวนยานพาหนะช่วงการจราจรเบาบางมากกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น (ตาราง 55)

ตาราง 55 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถกระบะ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

รถกระบะ	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	300.8333	468.8333	.76376	22.05741	-12.921	.000*	-168.00000
A2	594.8333	.76367	494.8333	66.50251	2.604	.060	100.00000
A3	702.3333	655.8333	6.02771	38.50433	2.067	.108	46.50000
A4	1364.8333	1289.3333	27.50606	361.00046	.361	.736	75.50000
A5	49.3333	149.8333	8.02081	15.51075	-9.969	.001*	-100.50000
A6	699.3333	667.8333	72.00231	30.46446	.698	.524	31.50000
A7	804.3333	967.8333	177.00094	14.51149	-1.595	.186	-163.50000
A8	955.8333	669.8333	118.50141	163.50102	2.453	.070	286.00000
A9	292.3333	221.3333	14.01190	4.04145	8.433	.001*	71.00000
A10	353.3333	299.3333	10.01665	6.02771	8.001	.001*	54.00000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจร

เบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) จากจำนวนยานพาหนะประเภทรถตู้ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลจำนวนยานพาหนะประเภทรถตู้ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 5 พื้นที่คือ A1 A5 A6 A9 และ A10 โดยพบว่าจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ยกเว้นพื้นที่ A8 และ A9 ที่มีปริมาณยานพาหนะช่วงการจราจรเบาบางที่สูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น และเมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A2 A3 A4 A7 และ A8 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 6 พื้นที่ดังกล่าว (ตาราง 56)

ตาราง 56 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถตู้ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

รถตู้	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	10.3333	50.3333	1.15470	4.04145	-16.483	.000*	-40.00000
A2	40.8333	47.8333	8.51959	5.53022	-1.194	.299	-7.00000
A3	42.8333	45.3333	2.56580	3.05505	-1.085	.339	-2.50000
A4	30.3333	36.8333	11.01514	9.51753	.773	.482	-6.5000
A5	1.3333	80.3333	1.15470	6.02771	-22.295	.000*	-79.00000
A6	57.3333	77.6667	1.15470	12.89703	-2.720	.053	-20.33333
A7	65.8333	80.3333	11.51448	13.01281	-1.445	.222	-14.50000
A8	39.3333	38.8333	4.04145	3.54730	.161	.880	.50000
A9	35.3333	15.3333	3.05505	2.08167	9.370	.001*	20.00000
A10	21.8333	44.8333	4.53698	2.56580	-7.643	.002*	-23.00000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

จากปริมาณยานพาหนะของรถบรรทุก 4 ล้อ และรถบรรทุก 6 ล้อ ที่แสดงข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของปริมาณยานพาหนะประเภทรถบรรทุก 4 ล้อ และ รถบรรทุก 6 ล้อ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ พื้นที่ A3 ของรถบรรทุกทั้ง 2 ประเภท โดยพบว่าปริมาณยานพาหนะ ช่วงการจราจรเบาบางสูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A6 และ A7 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 2 พื้นที่ดังกล่าว (ตาราง 57)

ตาราง 57 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรถบรรทุก 4 ล้อ และ รถบรรทุก 6 ล้อ ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

รถบรรทุก 4 ล้อ	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A3	66.3333	53.0000	.57735	3.60555	6.325	.003*	13.33333
A6	55.8333	58.1667	7.52219	12.84848	-271	.799	-2.33333
A7	53.8333	71.3333	18.50901	2.08167	-1.627	.179	-17.50000
รถบรรทุก 6 ล้อ							
A3	34.3333	12.3333	4.04145	3.05505	7.521	.002*	22.00000
A6	8.3333	12.3333	3.05505	1.52753	-2.028	.112	-4.00000
A7	16.8333	19.3333	9.51753	3.05505	-.433	.687	-2.50000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) ต่อช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา แสดงดังตาราง 58 ข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของ ค่า V/C ratio ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 8 พื้นที่ คือ A1 A2 A3 A5 A6 A7 A8 และ A9 โดยพบว่าระดับ V/C ratio ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่า ช่วงการจราจรหนาแน่น และเมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A4 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าค่า V/C ratio ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนยานพาหนะในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ต่อ ณ 2 พื้นที่ดังกล่าว

ตาราง 58 การเปรียบเทียบค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

V/C Ratio	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	.0900	.2700	.01000	.00000	-31.177	.000*	-.18000
A2	.2367	.4100	.00577	.02000	-14.422	.000*	-.17333
A3	.190567	.221033	.0025106	.0026102	-14.570	.000*	-.0304667
A4	.2500	.2800	.01000	.04000	-1.260	.276	-.03000
A5	.0900	.2500	.01000	.01000	-19.596	.000*	-.16000
A6	.4800	.2933	.02000	.02082	11.200	.000*	.18667
A7	.3667	.5200	.04509	.04000	-4.406	.012*	-.15333
A8	.4700	.5900	.00000	.02000	-10.392	.000*	-.12000
A9	.5067	.6667	.02517	0.1528	-9.414	.001*	-.16000
A10	.2833	.2900	.01155	.03000	-.359	.738	-.00667

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา แสดงดังตาราง 59 ข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 2 พื้นที่คือ A6 และ A8 โดยพบว่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น และเมื่อพิจารณาในพื้นที่ A1 A2 A4 A5 A7 A9 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 7 พื้นที่ดังกล่าว

ตาราง 59 การเปรียบเทียบค่าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

CO ₂	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	436.3600	420.2933	13.35594	1.71436	2.067	.108	16.06667
A2	433.0833	447.0233	3.11034	33.02475	-.728	.507	-13.94000
A3	430.1133	435.7667	.97654	3.42535	-2.749	.051	-5.65333
A4	460.2833	456.4567	.65858	4.80125	1.368	.243	3.82667
A5	429.3767	436.3967	1.03510	6.95047	-1.730	.159	-7.02000
A6	430.8700	438.8633	1.61781	2.02505	-5.342	.006*	-7.99333
A7	442.2167	443.3167	1.06819	3.96632	-.464	.667	-1.10000
A8	421.0033	475.2667	1.93536	4.61511	-18.781	.000*	-54.26333
A9	433.0400	428.9967	3.89035	5.73076	1.011	.369	4.04333
A10	447.5967	456.0367	12.08940	10.80178	-.902	.418	-8.44000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

จากตาราง 60 แสดงข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ของระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของ ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 5 พื้นที่ คือ A1 A5 A6 A8 และ A10 โดยพบว่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่า ช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาอีก 5 พื้นที่ คือ A2 A3 A4 A7 และ A9 ไม่พบความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น

ตาราง 60 การเปรียบเทียบค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ระหว่างช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

L_{1hr}	Mean		SD		t	Sig (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	67.6933	73.66330	.69299	2.14505	-4.587	.010*	-5.97000
A2	72.5367	77.4133	.21825	3.32256	-2.537	.064	-4.87667
A3	75.1933	79.5100	3.35837	3.32429	-1.582	.189	-4.31667
A4	72.9267	77.0000	4.75620	.47318	-1.476	.214	-4.07333
A5	63.0267	76.9833	3.43244	2.14719	-5.917	.004*	-13.95667
A6	75.8667	79.11867	.89030	.50895	-5.607	.005*	-3.32000
A7	79.7800	83.3067	1.54379	2.04432	-2.384	.076	-3.52667
A8	70.4267	79.3000	3.15381	3.70377	-3.159	.034	-8.87333
A9	71.5200	77.7567	2.06369	3.62644	-2.589	.061	-6.23667
A10	73.7567	77.4133	1.32198	.78009	-4.126	.015*	-3.65667

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

จากผลการศึกษาข้อมูลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น) ของค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลของ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 7 พื้นที่ คือ A1 A2 A5 A6 A7 A8 และ A9 โดยพบว่าค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ช่วงการจราจรเบาบางต่ำกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาอีก 3 พื้นที่ คือ A3 A4 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ในช่วงการจราจรเบาบาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงการจราจรหนาแน่น (ตาราง 61)

ตาราง 61 การเปรียบเทียบค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ระหว่างช่วงการจราจรเบา
บาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น จำนวน 10 พื้นที่ศึกษา

L_{10}	Mean		SD		t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
	Low	High	Low	High			
A1	71.8800	77.1933	.68790	2.56699	-3.463	.026*	-5.31333
A2	76.0333	77.9167	.17954	.14434	-14.160	.000*	-1.88333
A3	77.6433	80.4567	2.76062	.97326	1.665	.171	-2.81333
A4	77.1633	81.1833	6.00034	.74527	-1.152	.314	-4.02000
A5	65.7133	79.1700	1.93758	.63553	-11.430	.000*	-13.45667
A6	78.8467	81.8000	1.36310	.17692	-3.722	.020*	-2.95333
A7	81.2533	84.9667	1.01953	1.51276	-3.526	.024*	-3.71333
A8	73.2533	80.1933	3.01802	1.15518	-3.720	.020*	-6.94000
A9	73.0133	77.9533	1.94680	.47721	-.4269	.013*	-4.94000
A10	77.6000	80.9800	2.25076	.86087	-2.429	.072	-3.38000

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ * แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยการทดสอบสถิติ t-test

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากภาพรวมการศึกษาประเภทของยานพาหนะและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในด้านระดับเสียงและมลสารในอากาศทั้งภาคสนามและการประเมินจากการระบายมลสาร ใน 10 พื้นที่ถนน และ เปรียบเทียบระหว่าง 2 เหตุการณ์การจราจร คือช่วงการจราจรเบาบาง และการจราจรหนาแน่น ผลการศึกษาสรุปในภาพรวมดังนี้

5.1.1.สถานการณ์ การจราจร

(1) ปริมาณยานพาหนะรวม 12 ประเภท ทั้งการนับแบบแยกประเภท (non PCU) และการคำนวณเพื่อเทียบเท่ากับยานพาหนะส่วนบุคคล (PCU) พบว่า จำนวนในช่วงการจราจรหนาแน่นมากกว่าช่วงการจราจรติดขัด ทั้ง 10 พื้นที่ และเมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ถึง 7 พื้นที่ คือ A1 A2 A3 A5 A7 A8 และ A9

(2) ผลการศึกษาสภาพการจราจรเปรียบเทียบ 10 พื้นที่ พบว่า จำนวนยานพาหนะรวมทั้ง 12 ประเภท สูงสุด ณ พื้นที่ A4 (สี่แยกบ้านคลอง) ทั้ง 2 สถานการณ์ และ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) พบว่ามีปริมาณยานพาหนะที่ต่ำที่สุด ทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์

(3) พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท พบว่า ยานพาหนะ 3 ประเภท มีสัดส่วนสูงสุด (เทียบกับ 12 ประเภท) สูงสุดใน 3 ลำดับแรก คือ รถมอเตอร์ไซด์ รถเก๋ง และ รถกระบะ โดยมีลำดับระหว่าง 1-3 ลำดับสลับกันในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตาม พบว่า รถมอเตอร์ไซด์ และ รถเก๋ง เป็นยานพาหนะ 2 ชนิด ที่พบสูงสุดใน 10 พื้นที่ เมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลา ของยานพาหนะ 5 ประเภทที่มีปริมาณสูง พบผลการศึกษา ดังนี้

(4) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของจำนวนรถเก๋ง ระหว่าง 2 ช่วงเวลา ทั้ง 10 พื้นที่ โดยพบสูงสุดในช่วงการจราจรหนาแน่น ณ พื้นที่ A7 (เส้นทางเข้า-ออก อ.เมือง และ อ.วังทอง)

(5) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของจำนวนรถมอเตอร์ไซด์ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา ถึง 9 พื้นที่ (ยกเว้น A7) โดยพบสูงสุดในช่วงการจราจรหนาแน่น ณ พื้นที่ A8 (ถนนหน้าสถานีรถไฟ)

(6) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของจำนวนกระเบระระหว่าง 2 ช่วงเวลา ใน 4 พื้นที่ คือ A1 A5 A9 และ A10

(7) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของจำนวนตู้ระหว่าง 2 ช่วงเวลา ใน 4 พื้นที่ คือ A1 A5 A9 และ A10 เช่นเดียวกับรถกระเบ

3.5 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของรถบรรทุก 4 ล้อและ 6 ล้อที่สอดคล้องกัน คือ พบในพื้นที่ A3 เพียงพื้นที่เดียว (พื้นที่ A3 คือถนนสายหลักระหว่างจังหวัดหน้าห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัล)

(8) พิจารณาร้อยละของการเพิ่มขึ้น ของจำนวนยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท พบว่า พื้นที่ A5 มีจำนวนร้อยละของการเพิ่มยานพาหนะ เติมนกว่าพื้นที่อื่นๆ (รถตู้, รถโดยสารขนาดเล็ก และขนาดกลาง , รถกระเบ รถมอเตอร์ไซค์ และรถเก๋ง)

(9) พิจารณาร้อยละของการเพิ่มขึ้น ของจำนวนยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท พบว่า รถมอเตอร์ไซค์ มีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่น อย่างโดดเด่นมากกว่ายานพาหนะ อื่นๆ 11 ประเภท รองลงมา คือ รถเก๋ง และรถตู้

(10) ค่าดัชนีการติดขัดของการจราจร (V/C) ใน 10 พื้นที่ศึกษา ช่วงการจราจรเบาบาง พบว่า อยู่ในเกรดระดับ A และ B ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า อยู่ในระดับ เกรด A B และ C พื้นที่ถนนที่พบว่าการจราจร ที่อยู่ในพื้นที่เกรด C พบในถนนพื้นที่ A8 (ห้าแยกโคกมะตูม) และ A9 (พื้นที่สถานีรถไฟใจกลางเมือง) เมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลา พบข้อมูลที่น่าสนใจคือพบ 2 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างการติดขัด 2 ช่วงเวลา ถึง 8 พื้นที่ (ยกเว้น A4 และ A10 คือสี่แยกบ้านคลองและ ถนนบรมไตรโลกนาถ) และการติดขัดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกิดขึ้น ณ 8 พื้นที่นั้นเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้น A6 (ถนนมิตรภาพ หน้าวิทยาลัยพานิชยการ)

5.1.2. การศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย ณ พื้นที่ถนน 10 พื้นที่ศึกษา

(1) ผลการศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ พบว่าค่าระดับ $L_{(1 \text{ hr})}$ สูงสุด ตรวจพบ ณ พื้นที่ถนน A7 (เส้นทางขาเข้า-ออก ถนนสายวังทอง) โดยมีระดับสูงสุดทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.78 dBA และ 83.31 dBA ตามลำดับ

ส่วนค่าระดับ $L_{(1 \text{ hr})}$ ต่ำที่สุด ตรวจพบบริเวณพื้นที่ถนน A5 ทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.03 dBA และ 76.69 dBA ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าช่วงการจราจรติดขัดมีระดับเสียง $L_{(1 \text{ hr})}$ สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ณ พื้นที่ A1 A5 A6 A8 และ A10

(2) ผลการศึกษา ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ทั้ง 10 พื้นที่ เปรียบเทียบกับระดับมาตรฐานที่กำหนดที่กำหนดระดับค่ามาตรฐานระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของชั่วโมงเร่งด่วนของเขตจรรยาใน 1 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021) พบว่าค่าระดับ $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรเบาบางมีระดับเกินมาตรฐาน 9 พื้นที่ยกเว้นพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) ซึ่งค่าเฉลี่ย $L_{(10)}$ ไม่เกินระดับมาตรฐาน 70 dBA อย่างไรก็ตามช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าค่าเฉลี่ย $L_{(10)}$ มีระดับเกินมาตรฐานทั้ง 10 พื้นที่

(3) ค่าระดับ $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรเบาบาง ตรวจพบสูงสุด ณ พื้นที่ A7 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 81.25 เดซิเบลเอ ในขณะที่ตรวจพบค่าระดับ $L_{(10)}$ ต่ำสุดคือพื้นที่ A5 เท่ากับ 65.71 เดซิเบลเอ

(4) ค่าระดับ $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรหนาแน่น ตรวจพบสูงสุด ณ พื้นที่ A7 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.96 เดซิเบลเอ ในขณะที่ตรวจพบค่าระดับ $L_{(10)}$ ณ พื้นที่ A1 เท่ากับ 77.21 เดซิเบลเอ

(5) เมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าช่วงการจราจรติดขัดมีระดับเสียง $L_{(10)}$ สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ณ 7 พื้นที่ ยกเว้น A3 A4 และ A10

5.1.3 การศึกษาจากระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level: E-Noise)

โดยคำนวณจากฐานข้อมูลช่วงการจราจรเบาบางเพื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่น ผลการศึกษารูปในภาพรวมดังนี้

(1) พบว่าพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) มีระดับ E-Noise ที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึง 24.2 dBA ในขณะที่ระดับ E-Noise ต่ำที่สุด เท่ากับ 7.2 เดซิเบล พบในพื้นที่ถนน A6 (ถนนมิตรภาพ -บริเวณวิทยาลัยพาณิชยการ)

(2) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มจำนวนยานพาหนะและระดับเสียง E-Noise พบว่า ร้อยละของการเพิ่มชนิดยานพาหนะประเภท รถเก๋ง กระบะ รถตู้ รถโดยสารขนาดเล็ก และ รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) ในพื้นที่ A5 มีอิทธิพลต่อระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise) ในช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างชัดเจน โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ (R^2) ในระดับสูง

5.1.4 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ CO_2 (ppm) ในพื้นที่ถนน 10 พื้นที่ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่แนะนำโดย OSHA (ไม่ควรเกินระดับ 450 ppm) ผลการศึกษาระดับ CO_2 ในพื้นที่ถนนมีข้อสังเกตพบว่า ถึงแม้ว่า ในพื้นที่ถนนที่มีค่าระดับ CO_2 ไม่เกินมาตรฐานเป็นส่วนใหญ่ก็ยังมีระดับความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงเนื่องจาก มีค่าเกินระดับ 400 ppm ทุกพื้นที่ ผลการศึกษารูปในภาพรวมดังนี้

(1) ผลการศึกษาในช่วงการจราจรเบาบาง พบว่า ระดับ CO_2 สูงสุดในพื้นที่ A4 เป็นค่าระดับที่มาตรฐานที่เกินมาตรฐาน 450 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 460.28 ppm และมีค่าระดับ

ความเข้มข้นต่ำสุดในพื้นที่ A8 และ A5 โดยไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระดับ 421.00 ppm และ 429.38 ppm ตามลำดับ

(2) ผลการศึกษาในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า ระดับ CO_2 สูงสุดในพื้นที่ A8 เป็นค่าระดับเกินมาตรฐาน 450 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 475.26 ppm และพบค่าระดับต่ำสุดในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 420.29 ppm

(3) เมื่อทดสอบทางสถิติ T-Test ระหว่าง 2 ช่วงเวลาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าช่วงการจราจรติดขัดมีระดับ CO_2 สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เพียง 2 พื้นที่ คือ A6 และ A8

5.1.5 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการจราจร และ ระดับ CO_2

(1) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และ ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น แสดงด้วยค่า R^2 ที่สูง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในช่วงการจราจรเบาบางเท่านั้น (ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวในช่วงการจราจรหนาแน่น) โดยพบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจนด้วย ค่า R^2 ที่ค่อนข้างสูง (ช่วง 0.6-0.89) ระหว่างจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภทที่มีต่อ $L_{(1hr)}$ ดังนี้

- ประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) แสดงค่า $R^2 = 0.7728$
- ประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้), แสดงค่า $R^2 = 0.8948$
- ประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) แสดงค่า $R^2 = 0.6381$

(2) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น แสดงด้วยค่า R^2 ที่สูง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในช่วงการจราจรเบาบางเท่านั้น (ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวในช่วงการจราจรหนาแน่น) โดยพบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วย ค่า R^2 ที่ค่อนข้างสูง (ช่วง 0.6-0.89) ระหว่างจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภทที่มีต่อ $L_{(10)}$ ดังนี้

- ประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) แสดงค่า $R^2 = 0.842$
- ประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) แสดงค่า $R^2 = 0.849$
- ประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) แสดงค่า $R^2 = 0.5894$

(3) ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ $L_{(1hr)}$ และ $L_{(10)}$

พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวค่อนข้างชัดเจน ในช่วงการจราจรเบาบางเท่านั้น ซึ่งค่า R^2 ของ $L_{(1hr)}$ และ $L_{(10)}$ เท่ากับ 0.6249 และ 0.7533 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพล Total PCU ที่ส่งผลต่อค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10})

(4) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับค่าดัชนีการจราจรติดขัด V/C ซึ่งช่วงการจราจรเบาบางมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0091 และช่วงการจราจรหนาแน่นมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0213

(5) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10} เนื่องจากพบว่าค่า R^2 มีระดับต่ำมาก (อยู่ในช่วงระหว่าง 0.0004-0.1466)

(6) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของจำนวนยานพาหนะทั้ง 12 ประเภทที่เพิ่มขึ้น และระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูงอย่างโดดเด่น ซึ่งพบในประเภทยานพาหนะ 6 ประเภท คือ ในประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) $R^2 = 0.7145$ รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) $R^2 = 0.7221$ รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) $R^2 = 0.7766$ รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก $R^2 = 0.6949$, รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.8055$ และ รถบรรทุกขนาดเล็ก 3 เพลา (10 ล้อ) $R^2 = 0.6143$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถทั้ง 6 ประเภทที่ส่งผลกระทบต่อ ค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก 2 เพลา (6 ล้อ) $R^2 = 0.0005$ เนื่องจากยานพาหนะประเภทดังกล่าวต่ำมากเมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น

(7) ผลการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงการจราจร พบค่าในช่วงการจราจรเบาบางระดับความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ด้วยค่า R^2 ที่มีค่าระดับสูงและปานกลางที่ 0.69 และ 0.49 ตามลำดับ ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่ามีเพียงยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซด์ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสารประเภท CO_2 ระดับปานกลาง โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.47 ส่วนความสัมพันธ์ในระดับต่ำที่สุด คือ ประเภทรถบรรทุกทุกกิ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (ที่มีต่อระดับ CO_2) โดยมีค่า R^2 ที่ระดับ 0.002

5.1.6 ผลการประเมินการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ จากรถเก๋งและ มอเตอร์ไซด์

(1) เปรียบเทียบการประเมินการปล่อยมลสารระหว่างการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ประเภท Gasoline และ Diesel พบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท Gasoline มีการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ สูงกว่า น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel ในระยะทางการขับขี่ที่เท่ากัน

(2) เมื่อพิจารณาการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ ชนิดรถเก๋ง ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Gasoline พบว่า พื้นที่ A6 และ A7 เป็นพื้นที่ที่มีการระบายมลสาร ชนิด $PM_{2.5}$ สูงสุด ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น ตามลำดับ โดยมีอัตราการระบาย เท่ากับ 5.27 g/km และ 6.95 g/km ตามลำดับช่วงการจราจรดังกล่าว ส่วนพื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ที่พบว่ามีมลสาร ภายใต้เงื่อนไซ ดังกล่าว ต่ำที่สุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร

(3) เมื่อพิจารณาการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ ชนิดรถแก๊ส ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel พบว่า พื้นที่ A6 และ A7 เป็นพื้นที่ที่มีการระบายมลสาร ชนิด $PM_{2.5}$ สูงสุด ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น ตามลำดับ โดยมีอัตราการระบาย เท่ากับ 3.69 g/km และ 4.87 g/km ตามลำดับช่วงการจราจรดังกล่าว ส่วนพื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ที่พบว่ามีอัตราการระบายมลสาร ภายใต้งี้อเนไข ดังกล่าว ต่ำที่สุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร เช่นกัน

(4) เมื่อพิจารณาการระบายมลสารชนิด $PM_{2.5}$ ชนิดรถมอเตอร์ไซด์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ชนิด Gasoline พบว่า พื้นที่ A4 และ A10 เป็นพื้นที่ที่มีการระบายมลสาร ชนิด $PM_{2.5}$ สูงสุด ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น ตามลำดับ โดยมีอัตราการระบาย เท่ากับ 41.91 g/km และ 48.39 g/km ตามลำดับช่วงการจราจรดังกล่าว ส่วนพื้นที่ A1 เป็นพื้นที่ที่พบว่ามีอัตราการระบายมลสาร ภายใต้งี้อเนไข ดังกล่าว ต่ำที่สุด ทั้ง 2 ช่วงการจราจร เช่นกัน

5.1.7 ผลการประเมินการระบายมลสารชนิด TSP

จากยานพาหนะ ประเภท รถตู้ รถกระบะ รถบัส และ รถบรรทุก

(1) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภท รถตู้ โดยการพิจารณา จาก รถตู้รุ่น EURO I (Pre-2000) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3 สรุปดังนี้

- เมื่อประเมินอัตราการระบายมลสารชนิด TSP ภายใต้งี้อเนไขการขับซึ้ด้วยอัตราเร็ว ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr) พบการระบายมลสารในช่วงการจราจรเบา บางสูงสุด และ ต่ำสุด ณ พื้นที่ A7 และ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 5.58 g/km และ 0.11 g/km ตามลำดับ
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุดเท่ากัน 2 พื้นที่ คือพื้นที่ A5 และ A7 (เนื่องจากมีจำนวนรถตู้เฉลี่ยเท่ากัน คือ 80.33 คัน ทั้ง 2 พื้นที่ ในช่วงการจราจรหนาแน่น) ที่ระดับ 6.52 g/km ภายใต้งี้อเนไขการขับซึ้ด้วยอัตราเร็ว ที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr) ส่วนอัตราการระบายมลสารประเภท TSP ต่ำสุด พบในพื้นที่ A9 ที่ระดับ 1.24 g/km ภายใต้งี้อเนไขการขับซึ้ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

(2) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (กระบะ) โดยการพิจารณาจาก รถกระบะ รุ่น EURO III และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 48.72 g/km ภายใต้งี้อเนไขการขับซึ้ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 1.76 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 46.03 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 5.35 g/km g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

(3) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (กระบะ) โดยการพิจารณาจาก รถกระบะ รุ่น EURO III และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B5

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 46.81 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 1.69 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 44.22 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 5.14 g/km g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

(4) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทโดยสาร (รถบัส) โดยการพิจารณาจาก รถบัสรุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 8971.2 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A2 ที่ระดับ 1027.95 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 15979.95 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A2 ที่ระดับ 373.8 g/km g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

(5) การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทบรรทุก โดยการพิจารณาจาก รถบรรทุก รุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A2 ที่ระดับ 29,361.97 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A8 ที่ระดับ 9,815.16 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 26,104.17 g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 2,589.53 g/km g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

5.1.8 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ

โดยใช้สถิติ F-test ระหว่าง 2 ช่วงเวลา (ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ของจำนวนยานพาหนะประเภท non PCU แต่ละชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนรถรวมทั้ง 12 ประเภทในแต่ละพื้นที่ ซึ่งได้แยกยานพาหนะประเภทรถเก๋ง รถมอเตอร์ไซด์ รถกระบะ และ รถตู้ โดยใช้ข้อมูลพื้นที่ที่ควบคุม คือพื้นที่ A5 เป็นฐานการพิจารณา

(1) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้สถิติ F-test จากยานพาหนะประเภทรถเก๋ง

- ช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร มีจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ A6 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ

($P > 0.05$) ในช่วงการจราจรเบาบางของกลุ่มพื้นที่ A9, A10 และ กลุ่มพื้นที่ A3, A6, A8

- ช่วงการจราจรหนาแน่น พื้นที่ A7 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในช่วงการจราจรหนาแน่นของกลุ่มพื้นที่ A1, A9 และกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A8

(2) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้สถิติ F-test จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์

- ช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ ณ 7 พื้นที่ คือ พื้นที่ A3, A4, A6, A7, A8, A9, A10 มีจำนวนยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ ทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์ ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ A4 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในช่วงการจราจรเบาบางของกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A7, A10 และกลุ่มพื้นที่ A6, A9, A10 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A1 และ A2
- ช่วงการจราจรหนาแน่น พื้นที่ A10 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในช่วงการจราจรหนาแน่นของกลุ่มพื้นที่ A1, A9 กลุ่มพื้นที่ A6, A7 กลุ่มพื้นที่ A3, A10 และกลุ่มพื้นที่ A4, A9 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A1 และ A2

(3) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test จากยานพาหนะประเภทตู้

- ช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวนยานพาหนะประเภทตู้ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่า พื้นที่ A7 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A4, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A4, A8, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A8, A9 และ กลุ่มพื้นที่ A6, A7 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A1
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวนยานพาหนะประเภทตู้แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่ต่ำกว่า แต่สูงสุดในพื้นที่ A7 เช่นกัน อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A3, A4, A8, A10 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A6, A7

(4) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test จากยานพาหนะประเภทรถ

กระบะ

- ในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวนยานพาหนะประเภทรถกระบะ ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์ อย่างไรก็ตามในช่วงการจราจรเบาบางไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A6 และกลุ่มพื้นที่ A3, A6, A7
- ในช่วงการจราจรหนาแน่นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A10 และกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A3, A6, A8 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A9

(5) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test ของจำนวนยานพาหนะทุก

ชนิดเมื่อเทียบกับรถยนต์ 7 ที่นั่ง (Total PCU)

- ในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีจำนวน Total PCU ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยจำนวน Total PCU ในพื้นที่ A4 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 2 ช่วงสถานการณ์ อย่างไรก็ตามในช่วงการจราจรเบาบางไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A8 และ A9 และระหว่างกลุ่มพื้นที่ A3, A6 และ A7
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1 A8 และ A9 กลุ่มพื้นที่ A3 A6 และ A10 และกลุ่ม A4 และ A7

(6) ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test ของค่าดัชนีการจราจรติดขัด

(V/C)

- ในช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C) ในพื้นที่ A9 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A2, A4 กลุ่มพื้นที่ A6, A8 และกลุ่มพื้นที่ A6, A9 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A1
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า พื้นที่ A2 A4 A6 A7 A8 A9 และ A10 มีค่าดัชนีการจราจรติดขัดสูงกว่าพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในพื้นที่ A9 และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ของกลุ่มพื้นที่ A3, A5 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A1, A4, A5, A6, และ A10

(7) ผลการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test ของระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$)

- ช่วงการจราจรเบาบาง พื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A8, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A8, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A9, A10 และกลุ่มพื้นที่ A6, A7
- ช่วงการจราจรหนาแน่น ณ 8 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ A2, A3, A4, A6 A7 A8 A9 และ A10 มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าในพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A4, A5, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A6, A7, A8 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A2, A4, A9 และ A10

(8) ผลการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test ของค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10})

-ช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ทั้ง 9 พื้นที่ แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A8, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A8, A9, A10 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4, A6, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A10

- ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ ณ 7 พื้นที่ คือพื้นที่ A3, A4, A6 A7 A8 และ A10 แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าพื้นที่ A7 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A2, A5, A9 กลุ่มพื้นที่ A3, A4, A5, A8, A10 และกลุ่มพื้นที่ A3, A4, A6, A8, A10

(9) ผลการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สถิติ F-test ของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

- ช่วงการจราจรเบาบาง พบว่าพื้นที่ ณ 8 พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A6, A7, A9 และ A10 มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับ

ที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบพื้นที่ A10 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A3, A5, A5m A8 กลุ่มพื้นที่ A1, A2, A3, A5, A6, A9 กลุ่มพื้นที่ A1, A2, A7, A9 และกลุ่มพื้นที่ A7, A10

- ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าพื้นที่ ณ 8 พื้นที่ A2, A3, A4, A6 A7 A8 A9 และ A10 มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ที่แตกต่างจากพื้นที่ A5 ในระดับที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบพื้นที่ A10 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของกลุ่มพื้นที่ A1, A3, A5, A6, A9 กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A5, A6, A7, A9, กลุ่มพื้นที่ A2, A3, A4 A5, A6, A7, A10 และกลุ่มพื้นที่ A4, A8, A10 ส่วนกลุ่มพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ A5 คือพื้นที่ A3 และ A6

5.1.9 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS

โดยใช้สถิติ Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

(1) ผลการศึกษาจากข้อมูลของ Total PCU ระหว่าง 2 ช่วงเวลา พบว่า พื้นที่ A1 A2 A3 A5 A7 A8 และ A9 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ส่วนพื้นที่ A4 A6 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(2) ผลการศึกษาจากยานพาหนะประเภทรถเก๋ง พบว่าทั้ง 10 พื้นที่ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงว่าจำนวนยานพาหนะประเภทรถเก๋ง ในช่วงการจราจรเบาบาง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วงการจราจรหนาแน่น

(3) ผลการศึกษาจากยานพาหนะประเภทรถมอเตอร์ไซค์ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ทั้ง 9 พื้นที่คือ A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 และ A10 ยกเว้นพื้นที่ A7 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(4) ผลการศึกษาจากยานพาหนะประเภทรถกระบะ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 4 พื้นที่คือ A1 A5 A9 และ A10 เมื่อพิจารณาในพื้นที่ A2 A3 A4 A6 A7 และ A8 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(5) ผลการศึกษาจากยานพาหนะประเภทรถตู้ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 5 พื้นที่คือ A1 A5 A6 A9 และ A10

เมื่อพิจารณาพื้นที่ A2 A3 A4 A7 และ A8 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(6) ผลการศึกษาจากยานพาหนะประเภทรถบรรทุก 4 ล้อ และรถบรรทุก 6 ล้อ ระหว่าง 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ พื้นที่ A3 ของรถบรรทุกทั้ง 2 ประเภท เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A6 และ A7 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) ของทั้ง 2 ประเภท เช่นกัน

(7) ผลการศึกษาการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C ratio) ทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 8 พื้นที่ คือ A1 A2 A3 A5 A6 A7 A8 และ A9 เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A4 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(8) ผลการศึกษาการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 3 พื้นที่ คือ A3 A6 และ A8 เมื่อพิจารณา ในพื้นที่ A1 A2 A4 A5 A7 A9 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(9) ผลการศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) ทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 5 พื้นที่คือ A1 A5 A6 A8 และ A10 เมื่อพิจารณาอีก 5 พื้นที่ คือ A2 A3 A4 A7 และ A9 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

(10) ผลการศึกษาระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 (L_{10}) ทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ณ 7 พื้นที่คือ A1 A2 A5 A6 A7 A8 และ A9 เมื่อพิจารณาอีก 3 พื้นที่ คือ A3 A4 และ A10 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

5.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาซึ่งแสดงในบทที่ 4 ได้แสดงให้เห็นข้อมูลของยานพาหนะ ระดับเสียงในรูปแบบต่าง ๆ และ CO_2 และนำข้อมูลนำไปสู่การประเมินการระบายนมลสารประเภท $PM_{2.5}$ และ TSP จากยานพาหนะหลายประเภท พร้อมทั้งการประเมินผลทางสถิติซึ่งเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงการจราจร และเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ดังแสดงในหัวข้อ 5.1 อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องในด้านปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ดังนั้นข้อมูลในส่วนนี้จึงของอภิปรายผลการศึกษาให้มีความเข้าใจมากขึ้นดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท (non-PCU)

(1) ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท 12 ประเภท (non-PCU) ผลการศึกษาใน 10 พื้นที่เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาและช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าช่วงการจราจรหนาแน่นมีผลรวมจำนวนยานพาหนะที่มีจำนวนรวมทั้งหมด 10 พื้นที่เท่ากับ 30,416 คัน ซึ่งสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบางซึ่งมีจำนวนเพียง 23,243 คัน

(2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ ทั้งช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่นพบว่าข้อมูลสอดคล้องกัน ดังนี้

(3) จำนวนยานพาหนะรวม 12 ประเภทสูงสุด ณ พื้นที่ A4 (ใกล้สี่แยกบ้านคลอง) ทั้ง 2 เหตุการณ์โดยพบว่ามีจำนวนเท่ากับ 4,286 คัน และ 4,759 คัน ในช่วงการการจราจรเบาบางและหนาแน่นตามลำดับ

(4) จำนวนยานพาหนะรวม 12 ประเภทต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) ทั้ง 2 เหตุการณ์โดยพบว่ามีจำนวนเท่ากับ 408 คัน และ 1,055 คัน ในช่วงการการจราจรเบาบางและหนาแน่นตามลำดับ

5.2.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างชนิดของยานพาหนะ 12 ประเภท ผลสรุปดังนี้

พิจารณาร่วมกันทั้ง 10 พื้นที่ และ 2 ช่วงสถานการณ์ พบว่ายานพาหนะ 3 ประเภทที่มีสัดส่วนสูงสุด (เทียบกับ 12 ประเภท) สูงสุดใน 3 ลำดับแรก คือ รถมอเตอร์ไซด์ รถเก๋ง และรถกระบะ โดยมีลำดับระหว่าง 1-3 ลำดับสลับกันในแต่ละพื้นที่

(1) ช่วงการจราจรเบาบาง มีรายละเอียดดังนี้

- พบว่ารถมอเตอร์ไซด์ มีสัดส่วนสูงสุดอันดับที่ 1 ถึง 5 พื้นที่ โดยเรียงตามลำดับพื้นที่คือ A5 A8 A9 A4 และ A10 โดยเป็นสัดส่วนสูงถึง 67.6% 52.9% 45.0% 44.7% และ 44.3% ตามลำดับ
- รถรถเก๋ง มีสัดส่วนสูงสุดอันดับที่ 1 ถึง 5 พื้นที่ เช่นกัน โดยเรียงตามลำดับคือ A6 A3 A2 A7 และ A1 โดยเป็นสัดส่วนสูงถึง 42.8% 41.7% 41.1% 38.2% และ 35.3% ตามลำดับ
- รถกระบะมีสัดส่วนอยู่ในลำดับที่ 3 ถึง 6 พื้นที่คือ A3 A6 A10 A9 A8 และ A5 โดยเป็นสัดส่วนสูงที่ระดับ 25.3% 24.7% 24.3% 20.3% 16.5% และ 12.1% ตามลำดับ
- รถประเภทรถโดยสาร และรถบรรทุก มีสัดส่วนน้อยมากในแต่ละพื้นที่โดยพบว่ามีสัดส่วนเป็น 0% ในเกือบทุกพื้นที่

(2) ช่วงการจราจรหนาแน่น มีรายละเอียดดังนี้

- พบว่ารถมอเตอร์ไซค์ มีสัดส่วนสูงสุดอันดับที่ 1 ถึง 6 พื้นที่ โดยเรียงตามลำดับพื้นที่ คือ A8 A5 A9 A10 และ A4 A6 โดยเป็นสัดส่วนสูงถึง 69.1% 62.1% 53.9% 51.2 42.3% และ 41.6% ตามลำดับ
- รถรถเก๋ง มีสัดส่วนสูงสุดอันดับที่ 1 เป็นจำนวน 4 พื้นที่ เช่นกัน โดยเรียงตามลำดับ คือ A2 A6 A7 และ A1 โดยเป็นสัดส่วนสูงถึง 45.3% 42.6% 42.5% และ 32.5% ตามลำดับ
- รถกระบะมีสัดส่วนอยู่ในลำดับที่ 3 ทั้ง 10 พื้นที่ เรียงตามลำดับคือ A1 A4 A7 A2 A6 A3 A10 A9 และA10 โดยเป็นสัดส่วนสูงที่ระดับ 28.9% 27.1% 25.8% 20.1% 19.5% 17.7% 15.5% 14.2 % 11.7% และ 8.1% ตามลำดับ
- รถประเภทรถโดยสาร และรถบรรทุก มีสัดส่วนน้อยมากในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามพบว่าพื้นที่ A1 A2 A6 และ A7 มีสัดส่วนสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบางเล็กน้อย (เพิ่มขึ้นประมาณ 1.5%)

5.2.3 ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภทคำนวณเทียบเท่ารถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (non-PCU)

5.2.3.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบเชิงพื้นที่พบผลการศึกษาดังนี้

(1) ผลการศึกษาจำนวนยานพาหนะแยกประเภท 12 ประเภท (PCU) ผลการศึกษา ใน 10 พื้นที่เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงสถานการณ์ คือช่วงการจราจรเบาและช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่าช่วงการจราจรหนาแน่นมีผลรวมจำนวนยานพาหนะที่มีจำนวนรวมทั้งหมด 10 พื้นที่เท่ากับ 21,488 คัน ซึ่งสูงกว่าช่วงการจราจรเบาบางซึ่งมีจำนวนเพียง 17,577 คัน

(2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ ทั้งช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น พบว่าข้อมูลช่วงการจราจรเบาบาง มีจำนวนยานพาหนะมากกว่าช่วงการจราจรเบาบางในทุกพื้นที่อย่างชัดเจน ดังนี้

(3) จำนวนยานพาหนะรวม 12 ประเภทสูงสุดในช่วงสถานการณ์เบาบาง พื้นที่ A4 (สี่แยกบ้านคลอง) โดยมีจำนวน 2,973 คัน และต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) จำนวน 219 คัน

(4) จำนวนยานพาหนะรวม 12 ประเภทสูงสุดในช่วงสถานการณ์หนาแน่น ณ พื้นที่ A4 จำนวน 3,368 คัน และต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 จำนวน 599 คัน

5.2.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างชนิดของยานพาหนะ 12 ประเภท ผลสรุปดังนี้

เมื่อพิจารณา ทั้ง 10 พื้นที่ ทั้ง 2 ช่วงการจราจร พบว่ายานพาหนะ 3 ประเภท มีสัดส่วนสูงสุด (เทียบกับ 12 ประเภท) สอดคล้องกับการนับจำนวนยานพาหนะรูปแบบ non-PCU คือ รถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่ง (รถเก๋งรวมประเภท SUV) ประเภทรถจักรยานยนต์ (มอเตอร์ไซค์)

และรถกระบะ ตามลำดับ โดยมีลำดับระหว่าง 1-3 ลำดับสลับกันในแต่ละพื้นที่ เช่นกัน และมีผลสรุป ดังนี้

(1) ช่วงการจราจรเบาบาง มีรายละเอียดดังนี้

- รถเก๋ง มีสัดส่วนสูงสุดอันดับที่ ถึง 8 พื้นที่ โดยเรียงตามลำดับคือ A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9 และ A10 โดยเป็นสัดส่วนสูงถึง 41.1%, 46.1%, 50.6%, 52.5%, 45.7%, 40.3%, 42.4% และ 42.1% ตามลำดับ

- รถมอเตอร์ไซด์พบว่าค่าสัดส่วน % PCU สูงสุด ณ ในพื้นที่ A5 เพียง 1 พื้นที่ โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 37.7%
- รถกระบะพบว่าค่าสัดส่วน % PCU สูงสุด ณ พื้นที่ A4 เพียง 1 พื้นที่โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 45.9%
- รถประเภทรถโดยสาร และรถบรรทุก มีสัดส่วนน้อยมากในแต่ละพื้นที่โดยพบว่ามีสัดส่วนเป็น 0% ในเกือบทุกพื้นที่ ยกเว้นรถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในพื้นที่ A1-A4

(2) ช่วงการจราจรหนาแน่น มีรายละเอียดดังนี้

- รถยนต์เก๋ง พบสัดส่วนร้อยละสูงสุดเกือบทุกพื้นที่ (9 พื้นที่จากการศึกษาทั้งหมด 10พื้นที่) ณ พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9 และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็น 40.4%, 56.5%, 52.3%, 40.7%, 55.0%, 51.3%, 41.9%, 49.8% และ 48.1% ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีจำนวนเกิน 50% คือพื้นที่ A2, A3, A6 และ A7
- รถมอเตอร์ไซด์พบว่าค่าสัดส่วน % PCU สูงสุด 1 พื้นที่ ณ พื้นที่ A5 คิดเป็นร้อยละ 32.8%
- รถกระบะพบว่าค่าสัดส่วน % PCU สูงสุดเป็นอันดับที่ 2 ถึง 7 พื้นที่ ณ พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A6, และ A10 โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 35.8%, 25.1%, 24.7%, 38.3%, 25.1%, 31.1% และ 24.0% ตามลำดับ
- รถประเภทรถโดยสาร และรถบรรทุก มีสัดส่วนน้อยมากในแต่ละพื้นที่โดยพบว่ามีสัดส่วนประมาณ ตั้งแต่ 0% -2.8% แต่โดยเฉลี่ยแล้วมีประมาณ 1% ในเกือบทุกพื้นที่

(3) ร้อยละของการเพิ่ม-ลดจำนวนยานพาหนะระหว่างช่วงการจราจรหนาแน่นเทียบกับช่วงการจราจรเบาบาง สรุปแยกประเภทดังนี้

- พื้นที่ A5 เป็นพื้นที่ที่มีจำนวนร้อยละของการเพิ่มยานพาหนะค่อนข้างโดดเด่นกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในช่วงการจราจรหนาแน่น โดยมีจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นโดดเด่นใน

พื้นที่ดังกล่าว คือ รถตู้ (5,939.8%) รถโดยสารขนาดเล็กและขนาดกลาง (983% และ 933%) และรถกระบะ มอเตอร์ไซค์ และ เก๋ง (203.7% 137.8 และ 101.6%)

- ยานพาหนะที่เพิ่มอย่างโดดเด่นคือ รถมอเตอร์ไซค์มีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่นเกิน 100% ในพื้นที่ A1, A2, A3, A5 และ, A8 โดยเพิ่มสูงสุด ณ พื้นที่ A5 ถึง 137.8% รถเก๋งเพิ่มขึ้นเกิน 50% .ในพื้นที่ A4, A5, A7 และ A9 โดยเพิ่มสูงสุด ณ พื้นที่ A5 ถึง 101.6% รถตู้เพิ่ม ถึง 5,939.8% ในพื้นที่ A5 รถโดยสารขนาดเล็กและขนาดกลาง เพิ่มขึ้น 983% และ 933% ในพื้นที่ A5

5.2.5 Total PCU แยกประเภทยานพาหนะทั้ง 12 ประเภท

จากข้อมูลยานพาหนะรวมรูปแบบ Total PCU/hr จากยานพาหนะทุกชนิดเมื่อเทียบกับรถยนต์ไม่เกิน 7 ที่นั่งรวมทุกประเภท (Total PCU/hr) ทั้ง 10 พื้นที่ โดยเปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วงเหตุการณ์ พบว่าค่า Total PCU/hr ช่วงสถานการณ์การจราจรหนาแน่นสูงกว่าช่วงสถานการณ์เบาบางอย่างเห็นได้ชัดทั้ง 10 พื้นที่

(1) ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ ทั้งช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น ดังนี้

- ช่วงสถานการณ์เบาบาง พบว่า จำนวนยานพาหนะรูปแบบ Total PCU/hr สูงสุด ณ พื้นที่ A4 (บริเวณสี่แยกบ้านคลอง) เท่ากับ 2972.85 คัน ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 เท่ากับ 219.50 คัน
- ช่วงสถานการณ์หนาแน่น พบว่า จำนวนยานพาหนะรูปแบบ Total PCU/hr สูงสุด ณ พื้นที่ A4 (บริเวณสี่แยกบ้านคลอง) เท่ากับ 3367.65 คัน ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) เท่ากับ 599.35 คันซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกใช้บริการในการสัญจร การในการพักผ่อนหย่อนใจ และออกกำลังกาย เป็นพื้นที่ที่ยานพาหนะโดยรวมใช้สัญจรผ่านต่ำที่สุด

สำหรับการพิจารณาจำนวนยานพาหนะจำแนกประเภทยานพาหนะออกเป็น 12 ประเภท เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณการเปรียบเทียบให้เทียบเท่ากับรถยนต์ส่วนบุคคล/หัวโม่ง (PCU/hr) จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนยานพาหนะ ช่วงการจราจรหนาแน่น ผลรวมจำนวนยานพาหนะทั้ง 10 พื้นที่ เท่ากับ 30,416 คัน สูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง ซึ่งมีจำนวนยานพาหนะ เท่ากับ 23,243 คัน โดยพบว่าจำนวนยานพาหนะที่สูงสุด ใน 10 พื้นที่ คือ ยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซค์ หรือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เมื่อเทียบกับรถประเภทอื่นๆ อีก 10 ประเภท

5.2.6 ค่าดัชนีการติดขัดของการจราจร V/C

จากข้อมูลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการติดขัดของการจราจร V/C

เมื่อพิจารณาในรูปแบบ V/C ในช่วงการจราจรเบาบางพบว่าระดับการติดขัดอยู่ในช่วงตั้งแต่เกรด A ถึง B แต่ในช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าระดับการติดขัดของการจราจรอยู่ใน 3 ระดับ การให้บริการตั้งแต่เกรด A, B และ C ดังนี้ ในช่วงระดับเกรด A (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก) ในช่วงระดับเกรด B (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี) และ ในช่วงระดับเกรด C (การเคลื่อนตัวของสภาพการจราจรพอใช้)

- (1) ช่วงการจราจรเบาบาง พบการติดขัดอยู่ในระดับเกรด A และ B มีรายละเอียดดังนี้
 - ช่วงระดับเกรด A (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก) พบใน 7 พื้นที่ถนน คือ พื้นที่ถนน A1, A2, A3, A4, A5 A6 และ A10 โดยมีค่าดัชนีการติดขัดที่ระดับ 0.17, 0.24, 0.19, 0.25, 0.09, 0.26 และ 0.28
 - ช่วงระดับเกรด B (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี) พบใน 3 พื้นที่ถนน คือพื้นที่ถนน A7, A8 และ A9 โดยมีค่าดัชนีการติดขัดที่ระดับ 0.37, 0.47 และ 0.51
- (2) ช่วงการจราจรหนาแน่น พบการติดขัดอยู่ในระดับเกรด A B และ C มีรายละเอียด

ดังนี้

- ช่วงระดับเกรด A (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวสูงมาก) พบใน 6 พื้นที่ คือถนน A1, A3, A4, A5, A6 และ A10 ที่ระดับ 0.27, 0.22, 0.28, 0.25, 0.3 และ 0.29
- ช่วงระดับเกรด B (สภาพการจราจรมีความคล่องตัวดี) พบใน 2 พื้นที่ถนน คือพื้นที่ถนน A2 และ A7 ที่ระดับ 0.41 และ 0.52
- ช่วงระดับเกรด C (การเคลื่อนตัวของสภาพการจราจรพอใช้) พบในพื้นที่ A8 ซึ่งเป็นพื้นที่ 5 แยกโคกมะตูมที่มีการจราจรค่อนข้างหนาแน่น และ A9 ซึ่งเป็นพื้นที่สถานีรถไฟใจกลางเมือง ซึ่งมีช่องทางถนนเพียง 2 ช่องทาง โดยมีค่าการจราจรติดขัดที่ระดับ 0.59 และ 0.67 ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์การให้บริการของถนน โดยการวิเคราะห์ค่า V/C ผลการศึกษาพบว่าระดับการให้บริการส่วนของ V/C อยู่ในระดับเกรด A และ B ใน การจราจรเบาบาง แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนตัวที่ดี ในขณะที่ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า ระดับการให้บริการส่วนของ V/C อยู่ในระดับ เกรด A B และ C แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr

และ ค่าอัตราส่วน V/C ซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระดับต่ำ ซึ่งการคมนาคมในประเทศไทย ประเภทการขนส่งทางบก นับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม รวมไปถึงการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการศึกษาในปี 2554 กรมทางหลวงได้รับผิดชอบทางหลวงแผ่นดินรวมทั้งสิ้นประมาณ 51,000 กม. เป็นทาง 2 ช่องจราจรประมาณ 39,000 กม. 4 ช่องจราจรประมาณ 9,000 กม. และทางมากกว่า 4 ช่องจราจรประมาณ 3,000 กม. ดังนั้นจึงทำการแก้ไขปัญหาคอขวดบริเวณด้วยการวิเคราะห์ คำนวณสัดส่วนปริมาณการจราจรและขีดความสามารถของการรองรับยานพาหนะบนท้องถนน เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของทางหลวง เพื่อนำไปวางแผนพัฒนาปรับปรุง โครงข่ายทางหลวงแผ่นดิน สรุปได้ว่า ส่วนใหญ่การจราจรบนท้องถนน 4 ช่องจราจร มีอัตราความหนาแน่นมากกว่า 2 ช่องจราจร โดยเฉพาะบนทางมอเตอร์เวย์ จะมีการจราจรที่หนาแน่นสูงมาก จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงพอสรุปได้ว่า ทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ส่วนใหญ่ความหนาแน่นของการจราจรบนทางที่มีมากกว่า 4 ช่องจราจร จะสูงกว่า 2 ช่องจราจรและ 4 ช่องจราจร และพบค่าการจราจรหนาแน่นสูงมากบนทางมอเตอร์เวย์ โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นของการจราจรบนทางหลวงด้วยค่าดัชนีการจราจรติดขัด V/C ที่สูงกว่า 0.80 ในเกือบทุกพื้นที่ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการขยายตัวของเมือง การขยายชุมชน และ แหล่งท่องเที่ยวที่มากขึ้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการจราจรติดขัด และค่าความหนาแน่นของการจราจร โดยเฉพาะเขตปริมณฑลและแหล่งท่องเที่ยว (สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2555)

5.2.7 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น

10 พื้นที่

การวิเคราะห์ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) เมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์การจราจรทั้งนอกช่วงการจราจรหนาแน่น และในช่วงการจราจรหนาแน่น ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับเสียงที่เสนอแนะโดย Department of Environment Malasia (2019) ซึ่งระบุว่า US.EPA กำหนด ระดับเสียงในพื้นที่ชุมชนเขตเมืองที่มีโซนธุรกิจ ในช่วงเวลากลางวันระดับเสียงเฉลี่ย ไม่ควรเกิน (65 dBA) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 สถานการณ์ พบว่า เกินค่าระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 2 สถานการณ์ ทั้ง 10 พื้นที่ และมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

(1) ผลการศึกษาระหว่าง 10 พื้นที่ศึกษา ทั้งช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ดังนี้

- การศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ พบ ณ พื้นที่ถนน A7 ตรวจวัดพบว่า มีระดับเสียง $L_{(1 \text{ hr})}$ สูงที่สุด ทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.78 dBA และ 83.31 dBA ตามลำดับ

- การศึกษาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1 \text{ hr})}$) ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 10 พื้นที่ พบว่าพื้นที่ถนน A5 ตรวจวัดพบว่ามีระดับเสียง $L_{(1 \text{ hr})}$ ต่ำที่สุด (เป็นระดับที่มีความเสี่ยงสำหรับพื้นที่ที่ควรมีความสงบเงียบ) ทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและหนาแน่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.03 dBA และ 76.69 dBA ตามลำดับ

5.2.8 ระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น 10 พื้นที่

ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ทั้ง 2 ช่วงการจราจรทั้งในช่วงการจราจรหนาแน่นและช่วงการจราจรเบาบาง ทั้ง 10 พื้นที่ เปรียบเทียบกับระดับมาตรฐานที่กำหนดที่กำหนดระดับค่ามาตรฐานระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของชั่วโมงเร่งด่วนของเขตจราจรใน 1 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 70 เดซิเบล (Environmental Protection Department, Hong Kong, 2021) พบว่า $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรเบาบางมีระดับเกินมาตรฐาน 9 พื้นที่ ยกเว้นพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรม) ซึ่งค่าเฉลี่ย $L_{(10)}$ ไม่เกินระดับมาตรฐาน 70 dBA ใดๆก็ตาม ช่วงการจราจรหนาแน่นพบว่าค่าเฉลี่ย $L_{(10)}$ มีระดับเกินมาตรฐานทั้ง 10 พื้นที่

(1) ผลการศึกษาระหว่าง 10 พื้นที่ศึกษา ทั้งช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น ดังนี้

- ช่วงการจราจรเบาบาง การศึกษาระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ทั้ง 10 พื้นที่ สูงสุดพบว่าพื้นที่ A7 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 81.25 เดซิเบลเอ ต่ำสุดคือพื้นที่ A5 เท่ากับ 65.71 เดซิเบลเอ
- ช่วงการจราจรหนาแน่น การศึกษาระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ทั้ง 10 พื้นที่ ศึกษา สูงสุด พบว่า พื้นที่ A7 84.96 เดซิเบลเอ ต่ำสุดในพื้นที่ A1 เท่ากับ 77.21 เดซิเบลเอ
- เมื่อนำมาเปรียบเทียบทั้ง 2 สถานการณ์ พบว่า พื้นที่ A7 มีระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ทั้ง 2 ช่วงจราจร โดยค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 เกินค่ามาตรฐานทั้ง 10 พื้นที่

5.2.9 ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) 10 พื้นที่

(1) การศึกษาจากระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level: E-Noise) โดยคำนวณจากฐานข้อมูลช่วงการจราจรเบาบางเพื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่น ผลการศึกษาสรุปในภาพรวมดังนี้

- ผลการคำนวณพบว่าในพื้นที่ A5 (ถนนสายวัฒนธรรมริมแม่น้ำน่าน) มีระดับ E-Noise ที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึง 24.2 dBA

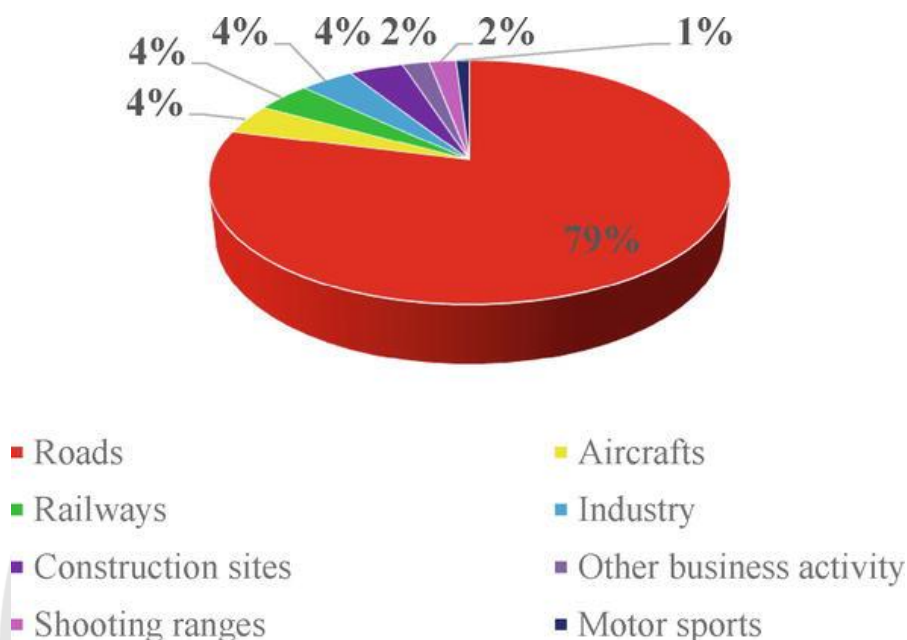
- ผลการคำนวณพบว่าในพื้นที่ A6 (ถนนมิตรภาพ -บริเวณวิทยาลัยพาณิชยการ) มีระดับ E-Noise ต่ำที่สุด ที่ระดับ 7.2 เดซิเบล
- ระดับ % ของยานพาหนะหลายประเภทเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในพื้นที่ A5 คือ รถเก๋ง กระบะ รถตู้ รถโดยสารขนาดเล็ก และ รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) ปัจจัยดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise) ในช่วงการจราจรหนาแน่นอย่างชัดเจน โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ (R^2) ในระดับสูง

จากการศึกษาค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) และ ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L(1 \text{ hr})$) พบความสัมพันธ์ระหว่าง PCU/hr (ของรถ 2 ประเภท คือ รถเก๋ง และ รถตู้) และ $L_{(10)}$ ด้วยค่า R^2 ที่สูง ในช่วงการจราจรเบาบาง ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU/hr และ $L_{(10)}$ พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งแสดงด้วย R^2 ที่สูง ในช่วงการจราจรเบาบาง เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างชัดเจน ระหว่างร้อยละของการเพิ่มขึ้น E-Noise พบจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภท คือ รถเก๋ง, รถกระบะ และ รถตู้ ที่มีต่อค่าระดับ E-noise ด้วยค่า R^2 ที่สูง

จากผลการศึกษาในภาพรวมมีข้อสังเกตพบว่าจำนวนและชนิดยานพาหนะในแต่ละพื้นที่ และในช่วงเวลาการจราจรหนาแน่นและติดขัดส่งผลต่อระดับเสียงที่แตกต่างกันไป ซึ่งสอดคล้องกับผลและงานวิจัยในหลายพื้นที่ของโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมือง เช่นในงานวิจัยของ Shelton & Kiss, (2005) กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้มีการใช้ยานพาหนะในการสัญจรบนท้องถนนจึงทำให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียงที่เกิดจากการจราจรทางบกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การจราจรทางบกจึงเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ ส่งผลทำให้ ปัญหามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะในเขตเมืองในปัจจุบัน ซึ่งการศึกษาวิจัยต่างๆที่พิสูจน์แล้วว่าเสียงจากการจราจรมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเสียงจากการจราจรในเขตเมืองเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่ต้นศตวรรษ โดยสาเหตุหลักมาจากการขนส่งสินค้า และประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่าในเขตเมือง เป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่ใหญ่ที่สุดจากการจราจร ซึ่งคิดเป็น 80 % ของแหล่งกำเนิดเสียงในชุมชนทั้งหมด เสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนนเป็นเสียงประเภทที่พบได้บ่อยที่สุดในเขตเมือง และด้วยเหตุนี้จึงเป็นปัญหาที่ร้ายแรง ภาพ 42 (Grubesa and Suhanek, 2020)

ปัญหาจากการจราจรยังคงเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนที่สำคัญในเขตเมือง ซึ่งมลพิษทางเสียงเกิดจากกระบวนการทำงานของเครื่องยนต์จาก ยานพาหนะบนท้องถนนจำนวนมาก จึงทำให้การจราจรกลายเป็นแหล่งกำเนิดหลักของมลพิษทางเสียง ซึ่งในปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริดค่อยๆเข้ามาแทนที่ จึงทำให้ปัญหามลพิษทางเสียงในเขตเมืองลดลง เนื่องจากเครื่องยนต์มีความเงียบกว่ายานพาหนะทั่วไป อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าลดปัญหาเสียงจากเครื่องยนต์ แต่ยังไม่สามารถลดระดับเสียงในพื้นที่เขตเมืองได้ เนื่องจากยังมีชนิดของยานพาหนะที่หลากหลายจำนวนมากใช้บริการในท้อง

ถนนร่วมกันและเป็นแหล่งกำเนิดเสียงร่วมจึงส่งผลยังทำให้การจราจรยังเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญเช่นเดิม

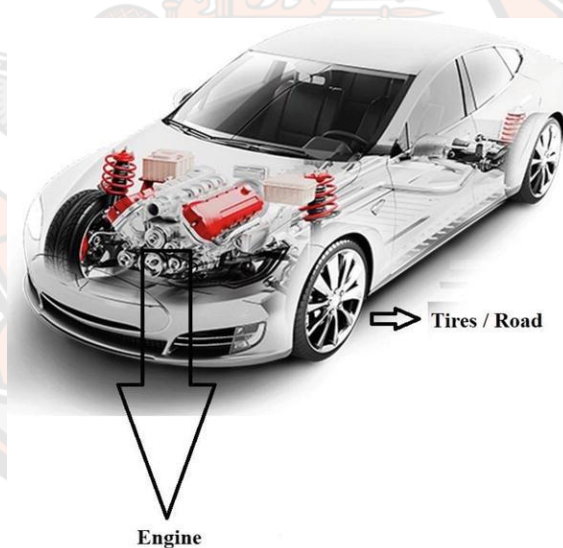


ภาพ 62 ารกระจายระดับเสียงรบกวนจากมนุษย์ตามประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง

ที่มา: Grubesa and Suhanek, 2020

ชนิดและจำนวนยานพาหนะเป็นปัจจัยที่กำเนิดระดับเสียงที่แตกต่างกัน ด้วยสาเหตุจากองค์ประกอบของเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพของการทำงานเครื่องยนต์ และปัจจัยเชิงวิศวกรรมเครื่องยนต์ โดยพบว่าโดยยานพาหนะบางประเภท อาจส่งผลต่อระดับเสียงกว่ายานพาหนะประเภทอื่นๆ ซึ่งในถนนแต่ละพื้นที่ มีระดับเสียงที่ต่างกันไป เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น เสียงของการทำงานเครื่องยนต์ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่มีระดับต่างกัน และปัจจัยอื่น ๆ โดยสรุปพบว่าแหล่งจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญจากปัจจัยดังต่อไปนี้ 1.ประเภทของยานพาหนะและการทำงานของเครื่องยนต์ 2. แรงเสียงทานระหว่างล้อรถกับถนน 3. ลักษณะการขับขี่และพฤติกรรมของผู้ขับ 4. สภาพของถนน 5. การติดขัดของการจราจร 6.การบีบแตร (พัฐจักร, 2561; Grubesa and Suhanek, 2020) และยังพบว่ากลไกทางเคมีและฟิสิกส์บางประการทำให้พื้นที่การจราจรกลายเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่มีศักยภาพสูงดังที่ได้กล่าวถึงในเบื้องต้น เมื่อพิจารณารถยนต์ที่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน (ICE) เป็นแหล่งกำเนิดเสียง เสียงรบกวนส่วนใหญ่

มาจากแหล่งกำเนิดหรือระบบที่แสดงไว้ ดังภาพ 63 ดังนี้ เสียงเครื่องยนต์ถูกสร้างขึ้นมาจากกระบวนการบีบอัดและการขยายตัวในเครื่องยนต์ ซึ่งส่งผลให้เครื่องยนต์มีการสั่นสะเทือนและก่อให้เกิดเสียงดัง ซึ่งเสียงที่เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์ขึ้นอยู่กับปริมาตรเครื่องยนต์ ความเร็ว และความจุ ซึ่งเสียงรบกวนในตัวระบบเกิดจากการเปิด-ปิด วาล์วของลิ้นดูดน้ำมันของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง นอกจากนี้ความรุนแรงของระดับเสียงรบกวนยังขึ้นอยู่กับการเดินทางของเครื่องยนต์ ความเร็วของตัวเครื่องยนต์ และ รูปแบบในการกรองอากาศของตัวเครื่องยนต์ เสียงรบกวนจากระบบท่อไอเสีย เกิดจากระบบการเปิดวาล์วระบายอากาศที่ปล่อยแก๊สเข้าไปในระบบท่อไอเสียอย่างกะทันหัน เสียงพัดลม เกิดจากการทำงานของพัดลมในรถยนต์โดยทั่วไปแล้วพัดลมจะส่งเสียงที่มีความถี่กว้าง เสียงยาง เกิดขึ้นเมื่อยางสัมผัสกับพื้นผิวถนน ซึ่งเสียงรบกวนประเภทนี้ขึ้นอยู่กับ ประเภท ของยาง พื้นผิวถนน ความเร็ว และ รูปแบบ ในการ ขับขี่ (Grubesa and Suhanek, 2020)



ภาพ 63 แหล่งกำเนิดเสียงในรถยนต์

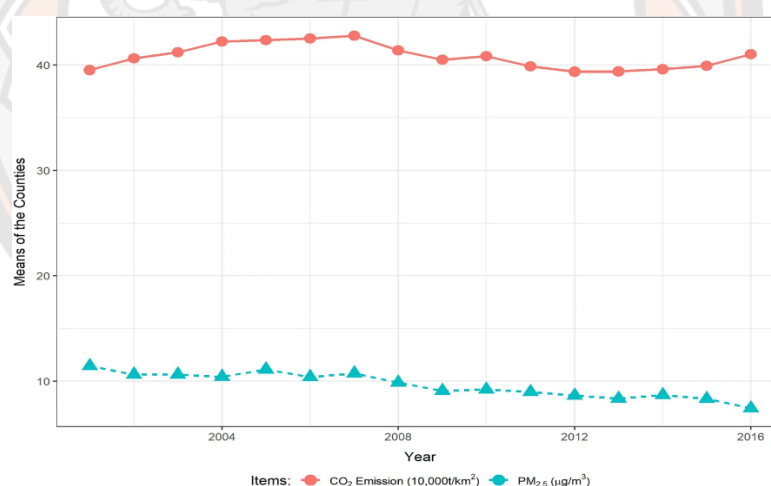
ที่มา: Grubesa and Suhanek, 2020

พิจารณาระดับ CO₂ ในบรรยากาศในเขตเมือง พบว่าพื้นที่การจราจรเป็นแหล่งกำเนิด CO₂ ที่สำคัญในเขตยุโรป ข้อมูลในปี ค.ศ. 2019 ระบุว่า ระดับ CO₂ ประมาณ 71% มาจากพื้นที่คมนาคม โดยพิจารณา CO₂ ทั้งหมดจากพื้นที่การจราจรในเขตยุโรปมาจากการระบายจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

60.6% รถบรรทุก 38.1% รถมอเตอร์ไซด์ 1.3% และอื่น ๆ เช่น รถไฟ รถโดยสาร เป็นต้น (European Environment Agency, 2022)

นอกจากมลสารชนิด CO_2 แล้วพบว่าฝุ่นขนาดเล็ก เช่น $\text{PM}_{2.5}$ ซึ่งเป็นหนึ่งในมลสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์อันดับต้น ๆ ของโลก เนื่องจากสามารถส่งผ่านถึงระบบทางเดินหายใจระดับลึก และพบว่าแหล่งการจราจรเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญมากในการปลดปล่อย $\text{PM}_{2.5}$ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มียานพาหนะจำนวนมาก มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน จนกระทั่งมีชนิดของยานพาหนะที่แตกต่างกัน (Soliman and Jacko, 2008)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของ $\text{PM}_{2.5}$ ในเขตพื้นที่ 48 รัฐที่อยู่ติดกันของสหรัฐอเมริกาหรือเรียกว่า CONUS (contiguous United States (CONUS, USA) ลดลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2001 ถึง 2016 แม้ว่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) บนถนน โดยค่าเฉลี่ยในเขตพื้นที่ CONUS ยังคงค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลาที่ศึกษา (ดังภาพ 64) อย่างไรก็ตามจากการควบคุมการปล่อยมลสารจากที่มีประสิทธิภาพของอเมริกา จึงทำให้ระดับมลพิษอากาศ ในสหรัฐอเมริกา ช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ลดลงอย่างมาก โดยไม่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Li and Managi, 2021)



ภาพ 64 ค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO_2 บนถนน, ความเข้มข้นของ $\text{PM}_{2.5}$ ในเขตต่างๆของ CONUS (2001–2016) (ค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO_2 บนถนน คือค่าเฉลี่ยของการปล่อย CO_2 บนถนนโดยเฉลี่ยระดับมณฑลใน CONUS ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ $\text{PM}_{2.5}$ เป็นค่าเฉลี่ยรายปีในแต่ละเขตตามข้อมูลรายวัน)

ที่มา: Li and Managi (2021)

5.2.11 การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างยานพาหนะแยกประเภทและระดับเสียงเฉลี่ย

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) ในช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น แสดงด้วยค่า R^2

1) สรุปผลในช่วงการจราจรเบาบาง สรุปผลดังนี้

ผลการศึกษาความสัมพันธ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) พบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วย ค่า R^2 ที่ค่อนข้างสูง (ช่วง 0.6-0.89) ระหว่างจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภทที่มีต่อ $L_{(1hr)}$ ดังนี้

- ประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) แสดงค่า $R^2 = 0.7728$
- ประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้), แสดงค่า $R^2 = 0.8948$
- ประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) แสดงค่า $R^2 = 0.6381$

ผลการศึกษาความสัมพันธ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ที่ต่ำมาก พบในยานพาหนะ 2 ประเภท ดังนี้

- ประเภทรถยนต์โดยสารขนาดเล็ก แสดงค่า $R^2 = 0.0007$
- ประเภทรถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) แสดงค่า $R^2 = 0.0009$

(2) สรุปผลในช่วงการจราจรหนาแน่น สรุปผลดังนี้

ผลการศึกษาความสัมพันธ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า ค่า R^2 ต่ำกว่าช่วงการจราจรเบาบางอย่างชัดเจน พบว่าจำนวนยานพาหนะที่แสดงค่าความสัมพันธ์ด้วยค่า R^2 ที่สูง คือ ประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) ซึ่งมีค่าเพียง 0.4829 ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่าความสัมพันธ์ต่อ $L_{(1hr)}$ ที่ค่อนข้างต่ำมาก คือชนิดรถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) เนื่องจากมีค่า $R^2 = 0.00004$ เนื่องจากช่วงการจราจรหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างมากในทุกประเภทรถและกระจายทุกพื้นที่ศึกษาทำให้ข้อมูลมีการกระจายสูงต่ำค่อนข้างเท่าเทียมกัน จึงทำให้มีค่า R^2 ที่ต่ำ

5.2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถแยกประเภท 12 ชนิด และค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 10 ($L_{(10)}$) ในช่วงการจราจรเบาบาง และ ช่วงการจราจรหนาแน่น แสดงด้วยค่า R^2

(1) ผลการศึกษาความสัมพันธ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และค่าระดับเสียง $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรเบาบางพบความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน

ระหว่างจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภทที่มีต่อ $L_{(10)}$ ด้วย ค่า R^2 ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถตู้ รถเก๋ง และรถบรรทุก 4 ล้อ ที่ส่งผลต่อ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ดังนี้

- ประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) แสดงค่า $R^2 = 0.842$
- ประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้), แสดงค่า $R^2 = 0.849$
- ประเภทรถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) แสดงค่า $R^2 = 0.5894$

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ระดับต่ำ ระหว่างจำนวนยานพาหนะ 3 ประเภทที่มีต่อ $L_{(10)}$ มีอยู่ 1 ประเภท ดังนี้

- ประเภทรถยนต์โดยสารขนาดเล็กซึ่งมีค่าระดับ $R^2 = 0.0003$

(2) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด แสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถทั้ง 12 ประเภท และค่าระดับเสียง $L_{(10)}$ ช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า ค่า R^2 ต่ำกว่าช่วงการจราจรเบาบางอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามพบว่าประเภทรถตู้ยังแสดงความสัมพันธ์ที่มีต่อ $L_{(10)}$ ด้วยค่า R^2 ที่สูง = 0.849 และ ส่วนความสัมพันธ์ระดับต่ำมากคือคือประเภทรถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) ที่มีต่อ $L_{(10)}$ ด้วยค่า $R^2 = 0.002$ เนื่องจากช่วงการจราจรหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างมากในทุกประเภท จึงทำให้มีค่า R^2 ที่ต่ำ

5.2.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ L_{1hr} และ L_{10}

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ระหว่างจำนวนรถรวมทุกชนิด ซึ่งคำนวณในรูปแบบ Total PCU กับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 10 ($L_{(10)}$) พบว่าค่า R^2 ของ $L_{(1hr)}$ และ $L_{(10)}$ ในช่วงการจราจรเบาบาง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งค่า R^2 ของ $L_{(1hr)}$ เท่ากับ 0.6249 ส่วนค่า R^2 ของ $L_{(10)}$ เท่ากับ 0.7533 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพล Total PCU ที่ส่งผลต่อค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{1hr}) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 10 (L_{10}) ในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่า ค่า R^2 ของ $L_{(1hr)}$ และ $L_{(10)}$ มีค่าความสัมพันธ์ระดับต่ำ ซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ของ $L_{(1hr)}$ เท่ากับ 0.1664 และ ค่า R^2 ของ $L_{(10)}$ เท่ากับ 0.1674

- (1) ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU ทุกประเภท กับ ค่าดัชนีการจราจรติดขัด

V/C

ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับสภาพการจราจรติดขัด (หรือการเคลื่อนตัวของจราจร) (V/C) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรดังกล่าว เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดมีระดับต่ำมาก ซึ่ง ช่วงการจราจรเบาบางมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0091 และช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่า R^2 เท่ากับ 0.0213

5.2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ L_{1hr} และ L_{10}

ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง V/C กับ $L_{(1hr)}$ และ $L_{(10)}$ แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดซึ่งแสดงด้วยค่า R^2 ทั้ง 2 ช่วงการจราจร พบว่าช่วงการจราจรเบาบาง ค่า R^2

ระหว่างสภาพการจราจร (V/C) กับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) ที่ระดับ 0.1404 และ 0.0786 และช่วงการจราจรหนาแน่น มีค่า R^2 ที่ระดับ 0.1466 และ 0.0004 ในระดับต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าไม่พบความสัมพันธ์ ระหว่างสภาพการจราจร (V/C) กับค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($L_{(1hr)}$) และ ค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ($L_{(10)}$) ทั้งในช่วงการจราจรเบาบางและช่วงการจราจรหนาแน่น

5.2.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท กับ ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (E-Noise) ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจน ด้วยค่า R^2 ที่สูงอย่างโดดเด่น ซึ่งพบในประเภทยานพาหนะ 6 ประเภท คือ ในประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) $R^2 = 0.7145$ รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (กระบะ) $R^2 = 0.7221$ รถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) $R^2 = 0.7766$ รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก $R^2 = 0.6949$, รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) $R^2 = 0.8055$ และ รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) $R^2 = 0.6143$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรถทั้ง 6 ประเภทที่ส่งผลต่อ ค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้น (Elevated Noise Level) ส่วนประเภทยานพาหนะที่มีค่า R^2 ที่ต่ำสุด พบว่าเป็นประเภทรถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) $R^2 = 0.0005$ เนื่องจากยานพาหนะประเภทดังกล่าวต่ำมากเมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น ซึ่งผลการศึกษา ระหว่าง PCU ของรถ แยกประเภท 12 ประเภท กับ ค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น E-Noise (Elevated Noise Level: E-Noise) ซึ่งประเมินจากการเปรียบเทียบระดับเสียงจาก 2 ช่วงการจราจรและแสดงระดับเสียงเพิ่มขึ้นในช่วงการจราจรหนาแน่นแสดงด้วยค่า R^2 พบว่า มีค่าระดับความสัมพันธ์ในภาพรวมค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามพบระดับ R^2 สูงสุดเท่ากับ 0.455 ระหว่าง PCU ของรถเก๋งในช่วงการจราจรหนาแน่น กับ E-Noise

5.2.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ E-Noise

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิดในช่วงการจราจรหนาแน่น กับระดับเสียง E-Noise พบว่ามีค่า R^2 มีระดับต่ำ เท่ากับ 0.3416 แสดงให้เห็นว่า Total PCU รวมรถทั้ง 12 ชนิด ไม่มีอิทธิพลต่อ ระดับ E-Noise

5.2.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง PCU ของรถแยกประเภท 12 ประเภท กับ ค่าระดับความเข้มข้น CO_2 ในบรรยากาศ แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด R^2 เปรียบเทียบระหว่าง 2 ช่วง การจราจร พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง รถกระบะ และรถมอเตอร์ไซด์ แสดงความสัมพันธ์ต่อระดับ ความเข้มข้น CO_2 โดยค่า R^2 ที่มีค่าระดับสูงและปานกลางที่ 0.6868 และ 0.4866 ตามลำดับส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่ามีเพียงยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซด์

ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสารประเภท CO₂ ระดับปานกลาง โดยมีค่า R²เท่ากับ 0.4747 ส่วนความสัมพันธ์ในระดับต่ำที่สุด คือ ประเภทรถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) (ที่มีต่อระดับ CO₂) โดยมีค่า R² ที่ระดับ 0.0023 ส่วนยานพาหนะอีก 10 ประเภท ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง PCU ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสาร CO₂ ในบรรยากาศ

5.2.18 ความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO₂

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO₂ (ppm) พบว่าช่วงการจราจรเบาบางมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R²) ที่ระดับ 0.4329 ส่วน ช่วงการจราจรหนาแน่น มีระดับ R² ที่ต่ำในระดับ 0.0633 โดยค่า R² ช่วงการจราจรเบาบาง สูงกว่าช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งพิจารณาจากค่า R² ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง Total PCU รวมทุกชนิด กับ CO₂

จากผลการศึกษายานพาหนะแยกประเภท รวม 12 ประเภท ทั้งการนับแบบแยกประเภท (non PCU) และการคำนวณเพื่อเทียบเท่ากับยานพาหนะส่วนบุคคล (PCU) เก็บตัวอย่าง 2 ช่วงการจราจร คือ ช่วงการจราจรเบาบาง และช่วงการจราจรหนาแน่น ซึ่งพบว่า ช่วงการจราจรหนาแน่นมีจำนวนยานพาหนะ สูงกว่าช่วงการจราจรเบาบาง พบว่ามีความสอดคล้องกันเมื่อพิจารณา PCU แยกจำนวนยานพาหนะ 12 ประเภท กับค่าระดับความเข้มข้น CO₂ ในบรรยากาศ พบว่าในช่วงการจราจรเบาบาง ระดับความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ด้วยค่า R² ที่มีค่าระดับสูงและปานกลาง ส่วนในช่วงการจราจรหนาแน่น พบว่ามีเพียงยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซด์ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลสารประเภท CO₂ ระดับปานกลาง

5.2.19 การระบายมลสาร

(1) การระบายมลสาร PM_{2.5} กำหนดระยะทางสำหรับการประเมินที่ 1 km โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย g/mile จาก the Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES2010) สำหรับยานพาหนะที่ส่วนบุคคลผลิตในช่วงระหว่างปี 1990-2020 ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งเบนซิน และ ดีเซลจากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) และ ยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง แยกประเภทการระบายมลสารประเภท PM_{2.5} exhaust

1.1 ผลการศึกษายานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) ประเภทการใช้น้ำมัน Gasoline และ Diesel ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร ดังนี้

ผลการศึกษายานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) ประเภทการใช้น้ำมัน Gasoline ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

- ในช่วงการจราจรเบาบาง การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline สูงสุดในพื้นที่ A6 ที่ระดับ 5.27 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.32 g/km
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline สูงสุดในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 6.95 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.64 g/km

ผลการศึกษายานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 ที่นั่ง (เก๋ง) ประเภทการใช้น้ำมัน Diesel ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

- ในช่วงการจราจรเบาบาง การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน Diesel สูงสุดในพื้นที่ A6 ที่ระดับ 3.69 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.22 g/km
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน Diesel สูงสุดในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 4.87 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.45 g/km

1.2 ผลการศึกษายานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง ประเภทการใช้น้ำมัน Gasoline ทั้ง 10 พื้นที่ 2 ช่วงการจราจร ดังนี้

- ในช่วงการจราจรเบาบาง การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline สูงสุดในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 41.91 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 5.01 g/km
- ในช่วงการจราจรหนาแน่น การระบายมลสารชนิด PM_{2.5} exhaust รวมของประเภทการใช้น้ำมัน gasoline สูงสุดในพื้นที่ A10 ที่ระดับ 48.39 g/km ต่ำสุดในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 10.7 g/km

จากการศึกษาการระบายมลสาร PM_{2.5} โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย g/mile ผลการศึกษา พบว่า มีการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} ของยานพาหนะที่ใช้ประเภทน้ำมันดีเซล และ ประเภทน้ำมันแก๊สโซลีน พบว่า น้ำมันประเภท Gasoline มีการระบายมลสารชนิด PM_{2.5} มากกว่าน้ำมันประเภท Diesel ในระยะการขับขี่เท่ากัน ทั้ง 2 ช่วงการจราจร การศึกษาการระบายมลสารประเภท PM_{2.5} ที่มีอิทธิพลจากยานพาหนะในประเทศไทยมีการศึกษากันต่อเนื่องในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาเนื่องจากเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย โดยมีการศึกษาดังนี้

วนิดา และ สมานชัย (2542) ได้ศึกษาการตรวจวัดฝุ่นละออง PM₁₀, PM_{10-2.5} และ PM_{2.5} ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล บริเวณริมถนนเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และอยุธยา โดยการเก็บตัวอย่างในป้อมตำรวจและ ฝุ่นละอองที่ตำรวจจราจรได้รับ พบว่าฝุ่นละอองในพื้นที่ริม

ถนน เขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และอยุธยา มีค่าผันแปรไปแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นมากกว่า 65% พบในเขตเมือง นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองภายในและภายนอกอาคารที่ประชาชนได้รับการสัมผัสมีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ยังได้ประเมินอัตราการซึมผ่านในปอดตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการเก็บฝุ่นละออง PM₁₀ ด้วยการเครื่องเก็บตัวอย่างส่วนบุคคลแบบพกติดตัว (Personal sample) โดยใช้วิธีการประเมินโดยด้วยรังสี ไอโซโทป TC-99M DTPA พบการวิจัยพบว่าบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ในเขตกรุงเทพมหานคร มีค่าเฉลี่ยที่สูง และพบว่าปริมาณฝุ่น (PM₁₀) และอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสีในปอดมีความสัมพันธ์กัน

มีงานวิจัยในจังหวัดพิษณุโลกเช่นกัน โดย ถาวร และ จำลอง (2540) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์มลพิษ ในเขตเมือง จังหวัดพิษณุโลก ณ ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 9 โดยเก็บตัวอย่างการศึกษาบริเวณริมถนนนเรศวร โดยบริเวณรอบๆติดกับถนนสายหลักหรืออยู่ห่างจากถนนสายหลักประมาณ 5 เมตร และบริเวณภายในกองบังคับการตำรวจภูธรภาค 6 ใช้เป็นตัวแทนในย่านชุมชน ซึ่งอยู่ห่างจากถนนสายหลักประมาณ 20 เมตร ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฝุ่นละออง PM₁₀ ในบริเวณพื้นที่ริมถนนนเรศวรมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ เกือบ 2 เท่า ส่วนบริเวณภายในกองบังคับการตำรวจภูธรภาค 6 ที่ใช้เป็นตัวแทนในย่านชุมชน พบว่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

(2) การระบายมลสาร TSP (Total Suspended Particulate Matter) โดยใช้ค่า Emission Factor (EF) หน่วย km/hr ของการขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็ว ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดที่ 10 km/hr , 20 km/hr ความเร็วระดับปานกลางที่ 40 km/hr 50 km/hr 60 km/hr 70 km/hr หรือ 80 km/hr หรือจนถึงระดับความเร็วสูงสุดของยานพาหนะชนิดนั้น ๆ ตามที่ราชกิจจานุเบกษา (2564)

การประเมินอัตราการระบาย TSP โดยการขับเคลื่อนด้วยอัตราความเร็วต่าง ๆ ของยานพาหนะ 4 ชนิดคือ รถตู้ รถกระบะ รถบัส และรถบรรทุก ดังรายละเอียด

2.1 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (รถตู้) โดยการพิจารณาจาก รถตู้รุ่น EURO I (Pre-2000) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A7 ที่ระดับ 5.58 g/km ภายใต้การขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 0.11 g/km ภายใต้การขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุดเท่ากัน 2 พื้นที่ คือพื้นที่ A5 และ A7 (เนื่องจากมีจำนวนรถตู้เฉลี่ยเท่ากัน คือ 80.33 คัน ทั้ง 2 พื้นที่ ในช่วงการจราจรหนาแน่น) ที่ระดับ 6.52 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A9 ที่ระดับ 1.24 g/km g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

2.2 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (กระบะ) โดยการพิจารณาจาก รถกระบะ รุ่น EURO III และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B3

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 48.72 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 1.76 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 46.03 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 5.35 g/km g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

2.3 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งเกิน 7 คน (กระบะ) โดยการพิจารณาจาก รถกระบะ รุ่น EURO III และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด DIESEL B5

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 46.81 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A5 ที่ระดับ 1.69 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A4 ที่ระดับ 44.22 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 5.14 g/km g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 80 km/hr)

2.4 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทโดยสาร (รถบัส) โดยการพิจารณาจาก รถบัสรุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A4 ที่ระดับ 8971.2 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A2 ที่ระดับ 1027.95 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A1 ที่ระดับ 15979.95 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A2 ที่ระดับ 373.8 g/km g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

2.5 การระบายมลสารประเภท TSP จากยานพาหนะประเภทบรรทุก โดยการพิจารณาจาก รถบรรทุก รุ่น (2001-Later) และน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Diesel

- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ช่วงการจราจรเบาบางสูงสุด ณ พื้นที่ A2 ที่ระดับ 29,361.97 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรเบาบาง ต่ำสุด ณ พื้นที่ A8 ที่ระดับ 9,815.16 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)
- อัตราการระบายมลสารชนิด TSP ในช่วงการจราจรหนาแน่นสูงสุด พบในพื้นที่ A7 ที่ระดับ 26,104.17 g/km ภายใต้การขับขี่ด้วยอัตราเร็วที่ ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

- อัตราการระบายมลสารประเภท TSP ช่วงการจราจรหนาแน่น ต่ำสุด พบในพื้นที่ A5 ที่ระดับ 2,589.53 g/km g/km ภายใต้การขับชี่ด้วยอัตราเร็ว ตามที่กฎหมายกำหนด (ที่ 60 km/hr)

ผลการศึกษาการประเมินอัตราการปล่อย PM_{2.5} ตามปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และ รถมอเตอร์ไซด์ ทั้ง 10 พื้นที่ ศึกษา คาดว่ารถมอเตอร์ไซด์ที่มีการใช้น้ำมัน Gasoline สามารถปล่อย PM_{2.5} ได้มากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีการใช้น้ำมัน Gasoline และ Diesel ของถนนทั้ง 10 พื้นที่ และยังพบว่าชนิดรถมอเตอร์ไซด์ ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด Gasoline มีการระบายมลสาร สูงสุด ทั้ง 10 พื้นที่ศึกษา ส่วนอัตราการปล่อยมลสาร ประเภท PM_{2.5} จากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันประเภท Gasoline สูงกว่า อัตราการปล่อยมลพิษจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมัน Diesel ซึ่งมีอัตราการปล่อยมลสารสูงสุด

การประเมินอัตราการระบายมลสารประเภท TSP (Total Suspended Particulate matter) ที่ถูกประเมินจากปริมาณของยานพาหนะ ทั้ง 4 ประเภท (รถตู้ รถกระบะ รถบัส และรถบรรทุก) ผลการวิจัยพบว่า รถบรรทุกที่ใช้น้ำมัน Diesel เป็นยานพาหนะประเภทเดียวที่มีอัตราการปล่อยมลสารประเภท TSP สูงสุดที่ระดับ 27,343 g/km ด้วยความเร็วจำกัดที่ 80 กม/ชม. จากผลการวิจัยพบว่าในเขตเมืองพิษณุโลก มีปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น ระดับเสียง ความเข้มข้นของ CO₂ และการปล่อย PM จากการจราจรเป็นปัญหาที่น่ากังวลมาก

ผลการศึกษาการประเมินการระบายมลสารชนิด TSP จากยานพาหนะ ประเภท รถตู้ รถกระบะ รถบัส และ รถบรรทุก พบว่ามีการระบายมลสารจากน้ำมันประเภท Diesel ในระหว่างการจราจรหนาแน่นสูง เนื่องจากมีการจราจรที่แออัด และยานพาหนะที่มีจำนวนมาก โดยเครื่องยนต์ Diesel ถือว่าเป็นเครื่องยนต์ ที่ก่อมลพิษมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ Diesel จะใช้กระบวนการบีบอัดอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ และใช้ลูกสูบเพื่อดันอากาศ จนมีการบีบอัด และทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งกระบวนการบีบอัดมีค่าความร้อนสูงมากจนน้ำมัน Diesel เกิดการเผาไหม้ตัวเอง เพื่อก่อให้เกิดจุดระเบิด จึงทำให้เกิดเขม่า และฝุ่น จึงทำให้มีการปล่อยมลสารออกมาจากท่อไอเสีย (Blog Buster, 2020) ส่วนหนึ่งการใช้เครื่องยนต์ดีเซล เพราะประหยัดเชื้อเพลิงและกำลังใช้งานที่สูง จึงถูกนำมาใช้กับยานพาหนะ เครื่องจักรกล และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์มากนัก จึงทำให้เกิดการปล่อยมลสาร ประเภท คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และควินดำจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์จำนวนมาก และนำไปสู่การปล่อยมลสารเพิ่มมากขึ้นและยากต่อการควบคุม (เอกชัย และคณะ, 2565)

ซึ่งในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับฝุ่น PM₁₀ และฝุ่นรวม ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการหายใจซึ่งมีการตรวจวัดในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 จุด เก็บตัวอย่างในช่วงลมมรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือและช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยใช้เครื่อง Hi volume air sample และศึกษาปริมาณ ตะกั่ว สังกะสี และทองแดง โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่การจราจรบริเวณถนนวิภาวดี มีปริมาณฝุ่นละอองที่มาก โดยพบว่าเป็นฝุ่นชนิด PM₁₀ และ ฝุ่นชนิด TSP มากกว่า 50 % ทั้ง 2 ช่วงมรสุม (อรุบล, 2541) และในงานวิจัยของต่างประเทศโดย Esmailirad et al. (2019) ได้ศึกษาความเข้มข้นของ PM_{2.5} ในเขตเมือง 2 แห่งของกรุงเทพมหานคร โดยทำการวิเคราะห์ ความเข้มข้นของ คาร์บอนอินทรีย์ (OC)) ธาตุคาร์บอน (EC) ไอออนอนินทรีย์, โลหะ และ สารอินทรีย์จำเพาะ ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่เขตเมือง 5 เมือง ที่เป็นพื้นที่แหล่งกำเนิดฝุ่น สาเหตุหลักเกิดจากท่อไอเสียจากการจราจร ส่วน nitrate-rich ฝุ่น และการเผาไหม้ มีการปล่อยมลสารเพียงเล็กน้อย พบว่าการปล่อยมลพิษจาก การจราจรและการเผาไหม้นั้นอยู่ในพื้นที่ที่ถูกปล่อยมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (เคลื่อนที่และอยู่กับที่)ซึ่งแหล่งกำเนิดหลักของมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัยในครั้งนี้ที่ได้มีการศึกษาค่าอัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศ โดยใช้ค่าการประเมินการระบายมลสารโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย (Emission Factor) แล้ว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ถูกประยุกต์ใช้ในการวิจัยหลากหลายพื้นที่ อาทิเช่นงานวิจัยที่ศึกษาการปล่อยมลพิษทางอากาศในเขตเมืองพิษณุโลก โดยการใช้ค่า Emission Factor ของรถจักรยานยนต์สองจังหวัดหะบนท้องถนนในเขตเมืองพิษณุโลก 3 เส้นทาง คือ ถนนบรมไตรโลกนารถ ถนนนเรศวร และ ถนนพระร่วง พบว่าถนนทั้ง 3 เส้นทางมีปริมาณรถจักรยานยนต์สองจังหวัดหะมากที่สุด โดยลักษณะการขับขี่รถจักรยานยนต์มีถึง 10 ลักษณะ พบว่าอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถจักรยานยนต์สองจังหวัดหะ ณ พื้นที่ถนนทั้ง 3 สาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า ถนนสิงห์วัฒน์และถนนมิตรภาพ มีค่าสูงที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้ง 3 เส้นทาง น้อยกว่าสถานการณ์มลพิษในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ น้อยกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย (วิชัย สิงห์รอ, 2549)

สุรียพร เกิดแก่นแก้ว (2538) ได้มีการศึกษาการประเมินค่าอัตราการปล่อยมลสารในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการใช้ค่า Emission Factor เพื่อประเมินอัตราการปล่อยเช่นกัน โดยวิจัยการระบายมลสารจากยานพาหนะสองประเภท จากรถยนต์นั่งขนาดเล็กที่มีการใช้น้ำมันเบนซิน และรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยได้ทำการศึกษาเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ผลการศึกษาพบว่ารถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมาก ส่งผลต่ออัตราการปล่อยก๊าซมลพิษที่มากขึ้น และในพื้นที่ที่มีการจราจรติดขัด จะมีอัตราการปล่อยก๊าซพิษมากกว่าพื้นที่ที่มีการจราจรไม่ติดขัด พบว่าจากการประเมินค่า Emission Factor ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า การปล่อยมลสารชนิด

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์, ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบการปล่อยมลสารที่สูงที่สุดมาจากรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

นิรันดร์ คงฤทธิ์ (2557) ได้วิจัยงานในรูปแบบนี้เช่นเดียวกันในพื้นที่กรุงเทพฯ โดยศึกษาด้วยเทคโนโลยี GIS และได้ทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ประกอบผลการศึกษาด้วย ในการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการปล่อยก๊าซมลพิษ 4 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากยานพาหนะที่สัญจรบนทาง พิเศษคลองรัชและถนนระดับพื้นดิน (ช่วงถนนสุขาภิบาล 5 - ถนนพระราม 9) โดยใช้เทคโนโลยี GPS และแบบจำลอง Power-Based Motor-Vehicle Model ผู้ศึกษาพบว่าในกรณีการขับขึ้นทางพิเศษคลองรัชสามารถใช้ความเร็วเฉลี่ยมากกว่า ถนนระดับพื้นดิน 97.25% และเมื่อพิจารณาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถทดสอบพบว่าการใช้ ทางพิเศษคลองรัชมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าถนนระดับพื้นดินประมาณ 31.29 % ซึ่งพบว่าการขับขึ้นด้วยอัตราเร็วสูงกว่าสามารถลดอัตราการปล่อยมลสารได้มากกว่า ในการวิจัยนี้พบว่า ยานพาหนะที่ใช้ทางพิเศษคลองรัชของรถยนต์ 1 คันสามารถลดการปล่อยก๊าซมลพิษอากาศ NO_x CO HC และ CO_2 ได้มากกว่า ถนนระดับพื้นดินเฉลี่ย 25.17 % เนื่องจากการขับขึ้นทางพิเศษสามารถทำความเร็วได้และไม่มีสภาพการจราจรแบบ Stop-and-go condition มากเหมือนถนนระดับพื้นดินที่ต้องเร่งความเร็วหรือหยุดเร่งความเร็วบ่อยครั้ง ทำให้เครื่องยนต์ปล่อยมลพิษอากาศมาก และเมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษทางอากาศ พบว่า การใช้ทาง พิเศษคลองรัชของรถยนต์หนึ่งคันสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษอากาศ NO_x CO HC และ CO_2 ได้เฉลี่ย เท่ากับ 2.83 บาทต่อกิโลเมตรต่อคัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อมลสารในบรรยากาศและระดับเสียงเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุมปัจจัยต้นกำเนิด
2. การทำวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้มีการเก็บตัวอย่างการระบายมลสารชนิด $\text{PM}_{2.5}$ และ การระบายมลสารชนิด TSP พร้อมกับการทำกิจกรรมอื่น ๆ เนื่องจากได้ใช้ข้อมูลค่า Emission Factor ของ EPA's และกรมควบคุมมลพิษแทน ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเก็บตัวอย่างการระบายมลสารชนิด $\text{PM}_{2.5}$ และ ระบายมลสารชนิด TSP ในพื้นที่จริง หรือทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พร้อมกับการทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่ชัด

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ

1. ผลการศึกษาควรต่อยอดนำไปใช้เป็นแนวทางการรับมือและแก้ไขปัญหาระดับเสียงในพื้นที่การจราจร โดยทางเทศบาลเมืองพิษณุโลกสามารถนำข้อมูลไปปรับเขียนแผนการรับมือ ทั้งแผนระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว อาทิเช่น
 - การสร้างกำแพงกันเสียงด้วยต้นไม้ หรือ การสร้างด้วยกำแพงกันเสียงอื่น ๆ เพื่อเป็นกำแพงลดทอนปัญหาทางมลพิษเสียงในอนาคต
 - การจัดการปรับปรุงรถสาธารณะ ขนส่งมวลชนให้มีจำนวนเพียงพอทั้งจำนวน และกระจายครอบคลุมทุกเส้นทางเพื่อลดการใช้นยานพาหนะส่วนบุคคล
2. สามารถนำข้อมูลการวิจัยไปต่อยอดในอนาคต เพื่อไปใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลสารจากรถประเภทต่าง ๆ และการวัดอัตราเร็วของการขับเคลื่อนท้องถนน โดยการตรวจจับด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อนำไปเป็นแนวทางการลดการปลดปล่อยมลสารจากยานพาหนะในอนาคต



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กนกพร จำนงจิตร และ ธันวดี ศรีธาวีรัตน์. (2550). ระดับเสียงในสถานีชนสูงผู้โดยสาร จังหวัด พิษณุโลกแห่งที่ 1. *Journal of Science and Technology*, 1(2), 13-22.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ที่ **ใช้แก๊สโซฮอล์**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). **โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดใหญ่ 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล**. กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). **คู่มือวัดเสียงรบกวน (1)**. กรุงเทพฯ : บริษัท ไอดีปรีนท์จำกัด. สืบค้น 5 กันยายน 256. จาก https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/06/pcdnew-2020-06-05_06-47-44_590694.pdf.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561. กรุงเทพฯ: กรม **ควบคุมมลพิษ**. 90 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). **ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ**. สืบค้น 5 กันยายน 2564. สืบค้นจาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2565). **ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง**. กรมควบคุมมลพิษ
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2558). **คลังความรู้ อากาศ : มลพิษ**. กรมส่งเสริมคุณภาพ สิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้น 18 สิงหาคม 2564. สืบค้นจาก <https://datacenter.deqp.go.th/knowledge/อากาศ/มลพิษทางอากาศ>.
- กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก. (2565). จำนวนรถจดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2565. สืบค้น 1 กันยายน 2565, สืบค้นจาก <https://web.dlt.go.th/statistics>.
- คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2563). รายงานการพิจารณาศึกษาเรื่อง ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานครและ ปริมณฑล.

- ถาวร เพ็ชรบัว และ จำลอง เปรมรักษ์ (2540). **สถานการณ์มลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก**. พิษณุโลก : ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 9 พิษณุโลก กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- ธรรมสินธุ์ อังวิยะ. (2560). มลพิษทางอากาศกับสุขภาพของมนุษย์ (air pollution and health effect) ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัวและเวชศาสตร์ป้องกัน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สืบค้นจาก https://meded.psu.ac.th/binla/class05/388_541_2/Air_pollution/index3.html.
- ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. (2552). การศึกษาผลกระทบด้านเสี่ยงจากการจราจรโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. **วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 10**, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- นภาพร พานิช. แสงสันต์ พานิช. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. วิจิตรา จงวิศาล และวราวุธ เสือดี. (2550). **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาฯ. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- นิรันดร์ คงฤทธิ์. (2557). การปล่อยก๊าซมลพิษอากาศจากทางพิเศษฉลองรัชเปรียบเทียบกับถนนระดับพื้นดินโดยใช้เทคโนโลยี GPS และแบบจำลอง PowerBased Motor-Vehicles Model, **วารสารวิจัย มช.**, 19(5), 645-655.
- น้ำฝน ยอดดี. (2557). การประเมินผลกระทบทางเสียงต่อประชากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จากการจราจรและโครงการสร้างรถไฟฟ้าสายสีเขียว โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ในการจัดการและประเมินวิเคราะห์ทางด้านเสียง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประกาศกระทรวงพลังงาน. (2556). **เรื่อง การกำหนดประเภทและขนาดของระบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อ และ หลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติ และแนวทางในการจัดทำรายงานด้านสิ่งแวดล้อม**. ประกาศราชกิจจานุเบกษา 18 พฤศจิกายน 2556.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 17. (2543). **ค่าระดับเสียงรบกวน** ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 32 (6)
- เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี.(2534). **วิศวกรรมกรรมทาง = Highway engineering**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- พิชญ์ จงวัฒนากุล. (2559). **สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเศรษฐกิจ มาตรการสั่งการและควบคุม**. มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช. สืบค้น 8 กันยายน 2564. จาก <https://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom21/reference.htm>

- พีรพล เจตโรจนานนท์. (2553). **การควบคุมมลพิษทางเสียงจากการจราจรทางบก.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พัชญ์จักร พรวัวไธสง (2561). **ผลของระดับเสียงจากการจราจรที่มีต่อความรำคาญของประชาชนในเขตเทศบาลนครนครปฐม.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- ราชกิจจานุเบกษา กระทรวงพลังงาน ,2556. **เรื่อง การกำหนดประเภทและขนาดของระบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อ และ หลักเกณฑ์ วิธีการ ระเบียบปฏิบัติ และแนวทางในการจัดทำรายงานด้านสิ่งแวดล้อม.** เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๑๕๙ ง.
- ราชกิจจานุเบกษา. (2564) 23 พฤศจิกายน กฎกระทรวง กำหนดอัตราความเร็วรถสำหรับการขับรถในทางเดินรถ พ.ศ. 2564 เล่ม 138 ตอนที่ 77 ก
- รัฐพล อันแฉ่ง. (2554). **มลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพฯ.
- ฤทธิ์ หงษ์สาคร (2542). **แบบจำลองความเร็วและความหนาแน่นระดับพื้นที่ ZONAL SPEED-DENSITY MODEL.**
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, ธีระ เกรอต และนิตยา มหาผล. (2543). **มลภาวะอากาศ.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 6.
- วนิดา จินศาสตร์ และ สมานชัย เลิศกมลวิทย์. (2542) **การวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก พีเอ็ม₁₀ พีเอ็ม_{10-2.5} และพีเอ็ม_{2.5} ในกรุงเทพมหานคร.** ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรพล วัฒนจิ่งโรจน์, ปนัดดา กสิกิจวิวัฒน์. (2014). **การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรกระแสจราจรบนถนนในเขตเมือง.** *Journal of Engineering and Innovation*, 7(1), 37-45.
- วรรณรัฐ อยู่เย็น รัฐพล อันแฉ่ง ญัฐชนก พาละเอ็น และ บุญลือ คะเชนทร์ชาติ. (2563). **การคาดการณ์การบรรเทาการปล่อยสารมลพิษในไอเสียและก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการจัดการ คุณภาพอากาศจากการคมนาคมทางถนนในกรุงเทพมหานคร ระหว่าง พ.ศ. 2561 – 2593.** การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10
- วิชัย สิงห์รอ. (2549). **มลพิษทางอากาศของรถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะบนถนนในเขตเมืองพิษณุโลก.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. (พื้นที่ที่สำรองไว้1)
- ศิวพันธ์ ชูอิน. (2556). **ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง.** ครั้งที่ 1,. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 248 หน้า.

สุนันทา พลปัดพี. โสตสัมผัสวิทยาในการอุตสาหกรรม (Industrial Audiology) และการสูญเสีย.

ใน: อภิชัย วิชลาศิริ, ฉวีวรรณ บุณนาค, บรรณาธิการ. ตำราโรคหู คอ จมูก. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์; 2540. 176-8.

สุรียพร เกิดแก่นแก้ว, 2538. **การประเมินค่า Emission Factor จากยานพาหนะสองประเภท ในเขตกรุงเทพมหานคร.** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

สำนักข่าวไทยพีบีเอส ,สิ่งแวดล้อม. (2564) คุณภาพอากาศกทม.ดีขึ้น-ภาคเหนือฝุ่นเกิน 112 วัน ปี 63. สืบค้นจาก จาก <https://news.thaipbs.or.th/content/302125> .

สำนักงานประมาณของรัฐบาล สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2562). **แนวทางการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของประเทศ.** ครั้งที่ 1, (น. 1-114). กรุงเทพฯ : สำนักงานการพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). **ผลิตภัณฑ์ ภาคและจังหวัดแบบปริมาณลูกโซ่.**

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2559. **โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐาน ด้านการจัดระบบการจราจรในเมืองภูมิภาค ร่างรายงานคู่มือมาตรฐานด้านการจัดการระบบจราจร เรื่องการจัดระบบจราจร.**

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563). **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562.**

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564). **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2563.**

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2564). **การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงาน ปี 2564, จัดทำโดย ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร**

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง. (2562). **การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณบ้านแป้นโป่งชัย ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง**

สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง. (2551). **รายงานการวิเคราะห์ คำนวณ ดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร ปี 2551. : กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ**

สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง (2555). **รายงานการวิเคราะห์ คำนวณ ดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร ประจำปี 2554**

- สำนักอำนวยการความปลอดภัย. (2551). **รายงานการวิเคราะห์ คำนวณ ดัชนีการจราจรติดขัด และ ความหนาแน่นการจราจร ปี 2551**. กรุงเทพฯ : กรมทางหลวง.
- สำนักอำนวยการความปลอดภัย. (2564). **รายงานปริมาณการเดินทางบนทางหลวง ประจำปี 2564**, กรมทางหลวง : กรุงเทพฯ.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561). แนวทาง การประเมินประสิทธิภาพ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (Local Performance Assessment : LPA) เรื่อง **รายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**
- อรุบล โชติพงษ์ (2541). **การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ**. ในรายงานการวิจัย สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ ; จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- เอกชัย สุธีรศักดิ์, เจริญชินวานิชย์เจริญ, & สถาพร เชื้อเพ็ง. (2022). สมรรถนะ และ การปล่อยสารมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซลจากการใช้ดีเซลผสมกับปาล์มเอทิลเอสเทอร์เอทิลอะซิเตท และ เอทานอล: Diesel-Engine Performance and Emission Using Diesel Mixed with Palm Ethyl Ester, Ethyl Acetate and Ethanol. **วารสาร วิทยาศาสตร์ บุรพา**, 27(2), 1172-1193.
- AlKheder, S., & Almutairi, R. (2021). Roadway traffic noise modelling in the hot hyper-arid Arabian Gulf region using adaptive neuro-fuzzy interference system. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 97, 102917.
- Archer. (2021). *How Loud Is An EVTOL?*. Archer Aviation Inc. October 21 2023. Retrieved from <https://archer.com/news/how-loud-is-an-evtol>.
- Barth, M., & Boriboonsomsin, K. (2009). Traffic congestion and greenhouse gases. *Access Magazine*, 1(35), 2-9.
- Blog Buster. (2020). บทความทำไมเครื่องยนต์ดีเซลถึงเป็นต้นตอ PM_{2.5} จากเว็บ <https://www.ridebuster.com/why-diesel-response-pm25/> ค้นเมื่อ 4 มกราคม 2565.
- Cai, H., Burnham, A., & Wang, M. (2013). Updated emission factors of air pollutants from vehicle operations in GREETTM using MOVES. **Argonne National Laboratory**.

- Cai, H., & Xie, S. (2013). Temporal and spatial variation in recent vehicular emission inventories in China based on dynamic emission factors. **Journal of the Air & Waste Management Association**, 63(3), 310-326.
- Dallmann, T. R., Onasch, T. B., Kirchstetter, T. W., Worton, D. R., Fortner, E. C., Herndon, S. C., & Harley, R. A. (2014). Characterization of particulate matter emissions from on-road gasoline and diesel vehicles using a soot particle aerosol mass spectrometer. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 14(14), 7585-7599.
- Department of Environment Malaysia. (2019). Guidelines for Environmental Noise Limits and Control. Department of Environment Ministry of Energy, Science, Technology, Environment & climate change (MESTECC), Malaysia.
- DESA, U. Revision of the World Urbanization Prospects, Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2018.
- Eionet Report-ETC/ATNI (2021). Environmental Noise Directive Reporting guidelines. DF1_5 Noise sources. European Topic Centre on Air pollution, transport, noise and industrial pollution, December 2021, Version 1.1.
- Environmental Pollution Centers. (2021). *What Is Noise Pollution?*, Retrieved from <https://www.environmentalpollutioncenters.org/noise-pollution/>, July, 3, 0, 2021
- Environmental Protection Agency (EPA) - Ambient Noise Level Guidelines on Residential Areas, 2008, Ghana. Hobson, J. A. (1989). *Sleep*. Scientific American Society Library. W. H. Freeman and Company. New York.
- Environmental Protection Department, Hong Kong. (2021). *Noise Descriptors for Environmental Noise*, Retrieved 30 July 2021, Retrieved from https://www.epd.gov.hk/epd/noise_education/web/ENG_EPD_HTML
- EPA, 2013b. *EPA Releases MOVES2010 Mobile Source Emissions Model: Questions and Answers*. <http://www.epa.gov/otaq/models/moves/420f09073.pdf>.
- EPA. (2017). The protection of the Environment Operations (Noise Control) Regulation 2017 Approved Methods for Testing Noise Emissions.

- EPA (2022) *Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification*, Retrieved 25 Dec.2022. Retrieved from <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#About%20Emissions%20Factors>.
- Esmailirad, S., Lai, A., Abbaszade, G., Schnelle-Kreis, J., Zimmermann, R., Uzu, G., & El Haddad, I. (2020). Source apportionment of fine particulate matter in a Middle Eastern Metropolis, Tehran-Iran, using PMF with organic and inorganic markers. *Science of the Total Environment*, 705, 135330.
- European Environment Agency, (2022). Transport and environment report 2021 Decarbonising road transport — the role of vehicles, fuels and transport demand, European Environment Agency Kongens Nytorv 61050 Copenhagen KDenmark.
- Geller, M. D., Ntziachristos, L., Mamakos, A., Samaras, Z., Schmitz, D. A., Froines, J. R., & Sioutas, C. (2006). Physicochemical and redox characteristics of particulate matter (PM) emitted from gasoline and diesel passenger cars. *Atmospheric Environment*, 40(36), 6988-7004.
- Greenpeace. (2560). มลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ของเมืองในประเทศไทย ช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน <https://www.greenpeace.or.th>
- Greenpeace. (2560). สถานการณ์มลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ใน 14 เมืองของประเทศไทย . สืบค้น จาก <https://www.greenpeace.or.th/s/right-to-clean-air/PM2.5-City-Ranking-in-Thailand-2017>.
- Grubesa, S., & Suhanek, M. (2020). Traffic noise. In *Noise and Environment*. IntechOpen.
- Hao, Y., Gao, C., Deng, S., Yuan, M., Song, W., Lu, Z., & Qiu, Z. (2019). Chemical characterisation of PM_{2.5} emitted from motor vehicles powered by diesel, gasoline, natural gas and methanol fuel. *Science of the total Environment*, 674, 128-139.
- IEA. (2020). *Energy Technology Perspectives 2020*, IEA, Paris. Received 30 Dec.2022 from <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>

- JimRost, M. US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION.
- Jin, T., Lu, K., Liu, S., Zhao, S., Qu, L., & Xu, X. (2017). Chemical characteristics of particulate matter emission from a heavy-duty diesel engine using ETC cycle dynamometer test. **Aerosol and Air Quality Research**, 17(2), 406-411.
- Kim, D., Chen, Z., Zhou, L. F., & Huang, S. X. (2018). Air pollutants and early origins of respiratory diseases. **Chronic diseases and translational medicine**, 4(2), 75-94.
- Kumar, P., Arkatkar, S., & Joshi, G. (2018). New approach for estimating passenger car units on multilane urban roads with heterogeneous traffic conditions. **Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems**, 144(3), 04018002.
- Lazarte, M. (2017). ISO tackles loud traffic noise. Anyone living near a busy road will agree that traffic noise is a serious nuisance. According to the World Health Organization (WHO), it can also affect our health and lead to premature death.
- Li, C., & Managi, S. (2021). Contribution of on-road transportation to PM_{2.5}. **Scientific reports**, 11(1), 21320.
- Mage, D., Ozolins, G., Peterson, P., Webster, A., Orthofer, R., Vandeweerd, V., & Gwynne, M. (1996). Urban air pollution in megacities of the world. **Atmospheric environment**, (5), 681-686.
- Mahesh, S. (2021). Exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) and noise at bus stops in Chennai, India. **Journal of transport & health**, 22, 101105.
- Marcotullio, P. J., Sarzynski, A., Albrecht, J., Schulz, N., & Garcia, J. (2013). The geography of global urban greenhouse gas emissions: An exploratory analysis. **Climatic Change**, 121, 621-634.
- National Resource, Canada. (2014). *Learn the facts: Fuel consumption and CO₂*, Received 30 Dec.2022. Retrieved from https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_6_e.pdf
- Nawahda, A. (2013). Reductions of PM 2.5 air concentrations and possible effects on premature mortality in Japan. **Water, Air, & Soil Pollution**, 224, 1-7.

- Ouis, D. (2001). Annoyance from road traffic noise: a review. **Journal of environmental psychology**, 21(1), 101-120.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., & van Ypersele, J. P. (2014). **Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (p. 151). Ippc.
- Pal, D., & Bhattacharya, D. (2012). Effect of road traffic noise pollution on human work efficiency in government offices, private organizations, and commercial business centres in Agartala City using fuzzy expert system: A case study. **Advances in Fuzzy Systems**, 2012, 8-8.
- Sharma, M., & Biswas, S. (2021). Estimation of Passenger Car Unit on urban roads: A literature review. **International journal of transportation science and technology**, 10(3), 283-298.
- Shelton, D., & Kiss, A. C. (2005). **Judicial handbook on environmental law**. UNEP/Earthprint.
- Shi, Y., Matsunaga, T., Yamaguchi, Y., Zhao, A., Li, Z., & Gu, X. (2018). Long-term trends and spatial patterns of PM_{2.5}-induced premature mortality in South and Southeast Asia from 1999 to 2014. **Science of The Total Environment**, 631, 1504-1514.
- Soliman, A. S., & Jacko, R. B. (2008). A quantitative approach to the traffic air quality problem: the traffic air quality index. **Journal of the Air & Waste Management Association**, 58(5), 641-646.
- WHO. (2021). *Noise*. retrieved from <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise>, September 09, 2021.
- Williams, C. L., Dahiya, A., & Porter, P. (2015, January). Introduction to bioenergy. In **Bioenergy** (pp. 5-36). Academic Press.
- Winkler, S. L., Anderson, J. E., Garza, L., Ruona, W. C., Vogt, R., & Wallington, T. J. (2018). Vehicle criteria pollutant (PM, NO_x, CO, HCs) emissions: how low should we go?. **Npj Climate and atmospheric science**, 1(1), 26.

- WMO. (2021). Greenhouse Gas Bulletin: Another Year Another Record, Received 30 Dec.2022 from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-bulletin-another-year-another-record>.
- World Health Organization. (2006). **Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide**. World Health Organization.
- World Health Organization. (2009). **Night noise guidelines for Europe**. World Health Organization. Regional Office for Europe.
- Yang, H. H., Chen, H. W., Chen, C. B., & Chien, S. M. (2005). Effect of fuel properties on particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbon emission from diesel engine in Taiwan. **International Journal of Applied Science and Engineering**, 3(1), 27-36.
- Yang, H. H., Chien, S. M., Cheng, M. T., & Peng, C. Y. (2007). Comparative study of regulated and unregulated air pollutant emissions before and after conversion of automobiles from gasoline power to liquefied petroleum gas/gasoline dual-fuel retrofits. **Environmental science & technology**, 41(24), 8471-8476.
- Yang, H. H., Dhital, N. B., Wang, L. C., Hsieh, Y. S., Lee, K. T., Hsu, Y. T., & Huang, S. C. (2019). Chemical characterization of fine particulate matter in gasoline and diesel vehicle exhaust. **Aerosol and Air Quality Research**, 19(6), 1349-1449.
- Zefreh, M. M., & Torok, A. (2021). Theoretical comparison of the effects of different traffic conditions on urban road environmental external costs. **Sustainability**, 13(6), 3541.