การพัฒนาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะสำหรับประเทศไทย: โมบาย-ไทย

นางสาวศิริมา หนูทิม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF MOBILE SOURCE EMISSION FACTOR MODEL FOR THAILAND: MOBILE-THAI

Miss Sirima Nootim

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะสำหรับประเทศไทย: โมบาย-ไทย
โดย	นางสาวศิริมา หนูทิม
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

…… อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขมรัฐ โอสถาพันธุ์)
…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดจิต ครุจิต)

ศิริมา หนูทิม : การพัฒนาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะสำหรับประเทศไทย: โมบาย-ไทย (Development of Mobile Source Emission Factor Model for Thailand: MOBILE-THAI) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์, 221 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะและปรับแก้ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในประเทศไทย เพื่อหาข้อมูลอินพุตที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้ทำการปรับแก้แล้ว และเพื่อคำนวณหาตัวคูณการปล่อยมลพิษที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยแหล่งกำเนิดมลพิษที่ใช้ในงานวิจัย คือ แหล่งกำเนิดยานพาหนะ (Mobile Source) ที่ใช้น้ำมันดีเซล เบนซิน แอลพีจี ก๊าซโซฮอล์ และก๊าซธรรมชาติ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจะปรับแก้จากแบบจำลอง MOBILE6 เวอร์ชัน 2.03 ของ U.S. Environmental Protect Agency (USEPA) โดยที่จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของมลพิษ 4 ตัวหลัก คือ ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนและฝุ่นละออง

ส่วนที่ต้องปรับแก้ในแบบจำลองมี 3 ส่วน คือ ชนิดของรถ ค่า default ต่างๆ และ หน่วยของอินพุตที่จะนำไปใช้ในแบบจำลอง และ หน่วยของเอาท์พุตที่ออกจากแบบจำลอง ส่วนอินพุตที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้รันในแบบจำลอง จะต้องเป็นข้อมูลของปีที่ต้องการหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษหรือปีที่ใกล้เคียงที่สุด โดยอินพุตมีดังนี้คือ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความดันบรรยากาศ ปริมาณเมฆปกคลุม ค่าความสูงของพื้นที่ ค่า RVP ปริมาณซัลเฟอร์ของน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ออกซิเจนเนตของเชื้อเพลิง สัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่จดทะเบียน ระยะทางสะสมของรถแต่ละปี ซึ่งข้อมูลที่จะใช้ในการปรับแก้ และอินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลองจะได้จากหน่วยงานรัฐบาล เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมการขนส่งทางบก กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

การวิจัยพบว่า อุณหภูมิ ความเร็วเฉลี่ย จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ค่าการระเหยของเชื้อเพลิงจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ CO ความดันบรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x เท่านั้น ปริมาณเมฆปกคลุมและความชื้นสัมพัทธ์จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 3 เพียงเล็กน้อย และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรัน MOBILE-THAI จะมีค่าแตกต่างกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ แต่มีแนวโน้มไปทางเดียว

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2551..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

4970602221 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORDS: MOBILE SOURCE/ EMISSION FACTOR (EF)/ MODEL / THAILAND

SIRIMA NOOTIM: DEVELOPMENT OF MOBILE SOURCE EMISSION FACTOR MODEL FOR THAILAND: MOBILE-THAI. ADVISOR: ASSOC. PROF. WONGPUN LIMPASENI.CO-ADVISOR: ASST.PROF. KASEMSAN MANOMAIPHIBOON, Ph.D., 221 pp.

This research aimed to develop Mobile Source Emission Factor Model for Thailand (MOBILE-THAI) and prepare appropriate local inputs to use in the model. The mobile sources include on-road vehicles using diesel, gasoline, gasohol, LPG and CNG Fuel. The Model made changes to the Emission Factor model MOBILE6(2.03) of U.S. Environmental Protect Agency (USEPA) which estimates hydrocarbon (HC), carbon monoxide (CO), oxides of nitrogen and particulate matter emission factors.

Model development was separated into 3 parts which were types of vehicle, default values and units employed in the Model. Inputs which were modified included hourly temperature, relative humidity, barometric pressure, cloud cover, altitude, RVP Fuel, Sulfur Content, Oxygenate fuel, fraction of registration vehicle, and annual accumulated mile. All inputs were obtained from government agencies including Pollution Control Department, Land Transport Department and Meteorological Department.

The result shows that temperature, average speed has major effects on the emission factor for three pollutants (HC, CO and NO_x), Reid vapor pressure (RVP) has major effect on HC and CO emission Factor, Barometric pressure, Relative humidity has minor effect on NO_x emission factor and cloud cover has minor effect on the emission for three pollutants.

Emission Factors from MOBILE-THAI follow the trend of measurement by Pollution Control Department.

Department : ..Environmental Engineering. Student's Signature.....

Field of Study :. Environmental Engineering. Advisor's Signature…….....

Academic Year : .....2008..... Co-Advisor's Signature…….....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งยังติดตามความก้าวหน้าของงาน ตลอดจนช่วยเหลือในการตรวจทานและปรับแก้ไขข้อความให้ถูกต้อง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณอิทธิพล พ่ออำมาตย์ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดจิต ครุจิต และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขมรัฐ โอสถาพันธุ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์นี้และให้คำแนะนำอันเป็นแนวทางที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการติดต่อประสานงาน

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ และทุกท่านที่ไม่อาจกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำและให้ความรู้ในการทำวิทยานิพนท์นี้ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ช่วยเหลือส่งเสริมสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบผลสำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ณ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... น

บทที่ 1 บทนำ…… 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…… 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…… 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย…… 1

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย…… 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…… 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 4

2.1 ที่มาของมลพิษอากาศจากยานรถยนต์…… 4

2.2 จุดที่รถยนต์ปล่อยสารมลพิษออกสู่บรรยากาศ…… 5

2.3 มลพิษที่เกิดจากรถยนต์…… 5

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมลพิษจากรถยนต์…… 8

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 8

2.5.1 ตัวคูณการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)…… 8

2.5.2 แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6…… 10

2.5.3 แบบจำลองอื่นๆ…… 26

2.5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 29

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย…… 35

3.1 เครื่องมือในการวิจัย…… 35

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย…… 36

หน้า

3.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล..... 42
3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง..... 42
3.2.2 ข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตสำหรับรันแบบจำลอง..... 72
3.4 การนำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปปรับแก้แบบจำลองและจัดเป็นไฟล์อินพุต..... 94
3.5 สรุปอินพุตที่ป้อนให้แบบจำลอง MOBILE-THAI..... 96
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98
4.1 ผลการวิเคราะห์อินพุตที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง..... 98
4.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) ของอินพุต..... 108
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6 122
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลองที่ได้ทำการปรับแก้ MOBILE-THAI..... 127
4.5 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากแบบจำลอง MOBILE-THAI แบบจำลอง MOBILE6 และ ข้อมูลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 134
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 149
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 149
5.1.1 อินพุตที่เหมาะสมในการรันแบบจำลอง..... 149
5.1.2 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 153
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 153
รายการอ้างอิง..... 154
ภาคผนวก..... 160
ภาคผนวก ก มาตรฐานคุณภาพเชื้อเพลิงต่างๆ..... 161
ภาคผนวก ข ข้อมูลรถยนต์ทั้งหมด..... 172
ภาคผนวก ค ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่แต่ละประเภท (Zero Mile Level) และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ (Deterioration rates) ของ US.EPA..... 191

หน้า

ภาคผนวก ง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา..... 200
ภาคผนวก จ อินพุตที่ใช้รันในแบบจำลอง MOBILE-THAI และ ค่าตัวคูณการปล่อย
มลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 203
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 221

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สูตรในการคำนวณค่า Air Conditioning Correction Factor ในแบบจำลอง MOBILE6……..	13
2.2	สูตรในการคำนวณค่า Temperature Correction Factor (TCF) ในแบบจำลอง MOBILE6……..	14
2.3	สูตรในการคำนวณค่า Speed Correction Factor ในแบบจำลอง MOBILE6……	15
2.4	ประเภทรถยนต์ที่ใช้ใน MOBILE6……	16
2.5	ประเภทของการปล่อยมลพิษที่ใช้ใน MOBILE6……..	17
2.6	ประเภทถนนที่ใช้ใน MOBILE6 ……	17
2.7	ประเภทไฮโดรคาร์บอนใน MOBILE6……	18
2.8	ประเภทมลพิษใน MOBILE6…….	18
2.9	อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE6……...	21
2.10	ตัวย่อของมลพิษ……	25
2.11	การเปรียบเทียบโมเดลรถยนต์ของสหัฐอเมริกาและประเทศไทยที่ใช้ในการปรับแก้...	30
2.12	อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในระดับสูง กลาง ต่ำ……	32
3.1	ข้อมูลที่รวบรวมและที่มาของข้อมูล……..	36
3.2	การปรับแก้แบบจำลองให้สามารถรับอินพุตและแสดงเอาท์พุตในหน่วยที่ใช้ในประเทศไทย……..	38
3.3	อินพุตที่นำมาเป็น Input File และ External data file เพื่อใช้ในแบบจำลอง MOBILE-THAI…….	39
3.4	ประเภทของรถยนต์แบ่งตามขนาด……...	44
3.5	จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามอายุรถ สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2550……..	46
3.6	จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2550…….	48
3.7	จำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียนปีพ.ศ. 2545 ถึง 2550……	50
3.8	เปรียบเทียบยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึง 2543	52

ตารางที่ หน้า

3.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทในแต่ละปี…… 52

3.10 สมการที่ใช้ในการคำนวณยอดขายรถจักรยานยนต์ในปีต่างๆ…… 54

3.11 จำนวนรถยนต์ที่นำไปปรับแก้ในแบบจำลอง…… 55

3.12 สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆในปีต่างๆ…… 59

3.13 สัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ…… 59

3.14 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน…….. 61

3.15 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก….. 62

3.16 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่…. 63

3.17 มาตรฐานการระบายมลพิษจากจักยานยนต์ใหม่ …….. 64

3.18 ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่……..…… 67

3.19 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่นำไปใช้ในแบบจำลอง……... 68

3.20 ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษของรถยนต์แต่ละประเภท……..…. 70

3.21 สมการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุ……..…… 72

3.22 สัดส่วนของรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุที่ใช้ในการรันในแบบจำลอง……. 73

3.23 สรุปสมการการคำนวณระยะทางสะสมที่รถยนต์แต่ละประเภทเดินทางได้…….. 75

3.24 สรุปสมการการคำนวณระยะทางที่รถยนต์แต่อายุใช้งาน…….. 76

3.25 ระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ใช้งาน……... 77

3.26 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ปีพ.ศ. 2550 จำแนกตามช่วงเวลาและถนน……..…… 81

3.27 ปริมาณซัลเฟอร์ (ppm) ที่เติมให้กับน้ำมันดีเซลและเบนซินของประเทศต่างๆตั้งแต่ปี ค.ศ.2002 -2011……..…. 83

3.28 ลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด…….. 84

3.29 การใช้พลังงานในสาขาการขนส่งจำแนกตามประเภทตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543 ถึง2550... 86

3.30 สัดส่วนการใช้ MTBE กับ Ethanol ตั้งแต่พ.ศ. 2543 ถึง 2550…… 87

3.31 ปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นอินพุต…….. 88

3.32 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายปีของสถานีกรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2550…….... 92

3.33 ตัวอย่างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิรายชั่วโมงของวันในปี พ.ศ. 2550 ของสถานีกรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร……..... 83

ตารางที่ หน้า

3.34 อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 96
4.1 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NOx เมื่อให้อินพุตเป็นอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด และอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง..... 100
4.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ปีประเมินต่างๆ..... 111
4.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x ที่ความเร็วต่างๆ..... 113
4.4 ข้อมูลอุณหภูมิที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 114
4.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x ที่อุณหภูมิต่างๆ..... 116
4.6 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 117
4.7 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ที่ปริมาณเมฆปกคลุมต่างๆ..... 119
4.8 เปอร์เซ็นการลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เมื่อปริมาณเมฆปกคลุมเปลี่ยนแปลง..... 119
4.9 รายละเอียดของข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6..... 122
4.10 รายละเอียดของข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 127
4.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากการกรมควบคุมมลพิษ..... 134
4.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ..... 135
4.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จากการกรมควบคุมมลพิษ..... 138
4.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ..... 139
4.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากการกรมควบคุมมลพิษ..... 141

ตารางที่ หน้า

4.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ..... 142
4.17 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ความเร็วต่างๆ และที่ปีต่างๆ..... 144
4.18 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6..... 145
5.1 สรุปสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอินพุตที่เป็น External data file..... 149
5.2 สรุปรายละเอียดของข้อมูลอินพุตที่เป็น Input File..... 150
5.3 อินพุตที่มีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษมาก และน้อย..... 152
ก.1 มาตรฐานคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว ปี พ.ศ.2547..... 162
ก.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ปี พ.ศ.2548..... 163
ก.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันดีเซล ปี พ.ศ. 2548..... 166
ก.4 มาตรฐานคุณภาพแก๊สโซฮอล์ ปี พ.ศ.2548..... 169
ข.1 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด < 1.4 ลิตร, กิโลเมตร..... 178
ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร..... 179
ข.3 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน > 2.0 ลิตร, กิโลเมตร..... 184
ข.4 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล..... 187
ข.5 ระยะทางใช้งานของบัส..... 187
ข 6 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซ CNG และ LPG..... 188
ข.7 จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ. 2550.. 189
ค.1 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน..... 192
ค.2 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล..... 195
ค.3 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล..... 196
ค.4 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ใหม่ และ ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถจักรยานยนต์..... 199

ตารางที่ หน้า

ง.1 ข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงของแต่ละเดือนของปี ค.ศ. 2007…… 201
ง.2 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงของแต่ละเดือนของปี ค.ศ. 2007…… 202
จ.1 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ปีประเมินต่างๆ…… 205
จ.2 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ที่อุณหภูมิต่างๆ…… 206
จ.3 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ความเร็วต่างๆ…….. 207
จ.4 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าการระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ…….. 208
จ.5 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าความดันบรรยากาศต่างๆ…….. 208
จ.6 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ…….. 210
จ.7 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ปริมาณเมฆปกคลุมต่างๆ…..... 211
จ.8 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน…… 212
จ.9 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน……..…….. 213
จ.10 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน…….. 214
จ.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน……..…… 215
จ.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน……..…. 216
จ.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน……..…… 217

ตารางที่ หน้า

จ.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน..... 218

จ.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน..... 219

จ.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน..... 220

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	จุดที่รถยนต์ปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศ……..	5
2.2	ตัวอย่างตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากเว็บไซต์ของ European Environmental Agency……..	9
2.3	ตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6……	10
2.4	สมการทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลอง MOBILE6……	11
2.5	Input File ที่ใช้ในการรันแบบจำลองการปล่อยมลพิษ MOBILE6……...	20
2.6	External data file ที่ใช้ในการรันแบบจำลองการปล่อยมลพิษ MOBILE6…….	20
2.7	เอาท์พุตที่เป็นฐานข้อมูลที่ได้จากการรันแบบจำลอง……...	23
2.8	เอาท์พุตที่เป็นการบรรยายที่ได้จากการรันแบบจำลอง…….	23
2.9	Warning and Error Messages ที่เกิดขึ้นในM6ERROR.TXT……	24
2.10	การประเมินค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่เพิ่มขึ้นใน MOBILE6.1……	24
2.11	การประเมินมลพิษทางอากาศที่เป็นพิษของ MOBILE6.2……...	25
2.12	ผลลัพธ์ที่ได้จากกการรันโปรแกรม MOBILE-THAI……..	31
2.13	ค่า Input Flag……...	34
3.1	แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6……...	35
3.2	การปรับแก้แบบจำลองให้สามารถรับอินพุตและแสดงเอาท์พุตในหน่วยที่ใช้ในประเทศไทย……	37
3.3	ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด……..	41
3.4	เปรียบเทียบจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่ได้จากสมการความสัมพันธ์กับจำนวนรถยนต์จริงที่รวบรวมมาได้……	53
3.5	เปรียบเทียบจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะที่ได้จากสมการ กับจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะที่รวบรวมได้……..	54
3.6	ข้อมูลจำนวนรถยนต์ตั้งแต่ปี ค.ศ.1982 ถึง 2020 ที่ใช้ในการปรับแก้ในแบบจำลอง……	57
3.7	สัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆตั้งแต่ปี ค.ศ.1983 ถึง 2007….	60
3.8	ข้อมูลปีที่ใช้มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์ใหม่ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง……..	69

ภาพที่ หน้า

3.9 ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง..... 69
3.10 ปีที่ใช้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง..... 71
3.11 ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง..... 71
3.12 External data file ที่ให้ข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ..... 74
3.13 External data file ที่ให้ข้อมูลระยะทางที่รถยนต์อายุตั้งแต่ 1-25 ปีใช้งาน กับแบบจำลอง..... 78
3.14 External data fileที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล..... 80
3.15 External data fileที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน..... 80
3.16 External data file ที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล..... 80
3.17 External data fileที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน..... 80
3.18 หน้าจอแบบจำลอง MOBILE-THAI..... 94
3.19 Input file ที่จะนำไปรันในแบบจำลอง..... 95
3.20 Output file ที่จะนำไปรันในแบบจำลอง..... 95
4.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและจากการคำนวณโดยสูตรใน MOBILE6..... 99
4.2 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน 101
4.3 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน 102
4.4 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน..... 102

ภาพที่ หน้า

4.5 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 104
4.6 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 105
4.7 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 105
4.8 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 107
4.9 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 107
4.10 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน..... 108
4.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ปีประเมินต่างๆ..... 109
4.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ปีประเมินต่างๆ..... 109
4.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ปีประเมินต่างๆ..... 110
4.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ปีประเมินต่างๆ..... 110
4.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ความเร็วต่างๆ..... 112
4.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ความเร็วต่างๆ..... 112
4.17 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ความเร็วต่างๆ..... 112
4.18 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่อุณหภูมิต่างๆ..... 115
4.19 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่อุณหภูมิต่างๆ..... 115
4.20 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่อุณหภูมิต่างๆ..... 115
4.21 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ..... 117
4.22 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ..... 118
4.23 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ..... 118
4.24 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ค่าความดันบรรยากาศต่างๆ..... 120
4.25 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ค่าการระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ..... 121
4.26 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ค่าการระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ..... 121
4.27 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ..... 122

ภาพที่ หน้า

4.28 External data file ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทแต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปีให้กับแบบจำลอง MOBILE6…….. 124
4.29 External data file ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE6…… 125
4.30 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของปีค.ศ. 2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6……. 126
4.31 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของปี ค.ศ.2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6……. 126
4.32 Warning ที่เกิดจากการป้อนอินพุตที่ไม่เหมาะสม……... 127
4.33 External data file ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI……. 128
4.34 External data file ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI…….. 129
4.35 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ของปีค.ศ. 2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI……. 130
4.36 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6…….. 131
4.37 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6…….. 132
4.38 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6…….. 132
4.39 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6…… 133
4.40 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ…… 136
4.41 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ…… 136

ภาพที่ หน้า

4.42 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 137
4.43 ปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 139
4.44 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 140
4.45 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 140
4.46 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ 143
4.47 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ 143
4.48 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ 144
4.49 ปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 146
4.50 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 147
4.51 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 147
4.52 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 148

ภาพที่ หน้า

ข.1 รถ รย.1..... 173
ข.2 รถ รย.2..... 173
ข.3 รถ รย.3..... 174
ข.4 รถ รย.4..... 174
ข.5 รถ รย.5..... 174
ข.6 รถ รย.6..... 175
ข.7 รถ รย.7..... 175
ข.8 รถ รย.8..... 175
ข.9 รถ รย.9..... 176
ข.10 รถ รย.10..... 176
ข.11 รถ รย.11..... 176
ข.12 รถ รย.12..... 176
ข.13 รถ รย.13..... 177
ข.14 รถ รย.14..... 177
ข.15 รถ รย.15..... 177
ข.16 รถ รย.16..... 177
จ.1 อินพุตที่ใช้รันในแบบจำลอง MOBILE-THAI ซึ่งใช้ในการประเมินค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของปี ค.ศ. 2007..... 204

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AP-42	=	Compilation of Air Pollutant Emission Factors
BUS	=	รถประจำทาง(Bus)
CNG	=	ก๊าซธรรมชาติที่ใช้กับรถยนต์ (Natural Gas for Vehicle)
CO	=	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
^{o}C	=	องศาเซลเซียส (Celsius)
DR	=	ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ (Deterioration Rates)
EF	=	ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)
EPA	=	Environmental Protection Agency
^{o}F	=	องศาฟาเรนไฮด์ (Fahrenheit)
HC	=	ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons)
HDDV	=	รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (Heavy Duty Diesel Vehicle)
km/hr	=	กิโลเมตรต่อชั่วโมง (kilometer per hour)
LDDV	=	รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล (Light Duty Diesel vehicle)
LDGAS	=	รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊ส (Light Duty Gas vehicle)
LDGSH	=	รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ (Light Duty Gasohol vehicle)
LDGV	=	รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (Light Duty Gasoline vehicle)
LPG	=	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas)
mi/hr	=	ไมล์ต่อชั่วโมง (mile per hour)
MTBE	=	สารออกซิเจนเนตที่เติมให้กับน้ำมันเบนซิน (Methyl Tertiaryl Butyl Ether)
NO_x	=	ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen oxide)
PM	=	ฝุ่นละออง (Particulate Matter)
ppm	=	ส่วนในล้านส่วน (Part Per Million)
RVP	=	ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง (Reid Vapor Pressure)
Tuk Tuk	=	รถยนต์สามล้อ (Motor tricycle)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาที่ผ่านมาชี้ชัดว่ายานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญของเมืองใหญ่ทั่วโลกรวมถึงกรุงเทพมหานครและเมืองหลักอื่นๆในประเทศไทย ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ ซึ่งการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะจะต้องสามารถประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษในปัจจุบัน คาดการณ์แนวโน้มปริมาณการปล่อยมลพิษในอนาคต โดยวิธีการประมาณปริมาณมลพิษจากยานพาหนะวิธีการหนึ่ง คือ การใช้แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ เช่น แบบจำลอง MOBILE ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) แต่แบบจำลองต่างประเทศนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงในประเทศไทย เนื่องจากความแตกต่างของปริมาณการปล่อยมลพิษ อันเป็นผลจากชนิดของรถ เทคโนโลยีรถ อายุรถ ระยะทางและความเร็วการขับรถ การบำรุงรักษารถ คุณสมบัติของเชื้อเพลิง ตลอดจนสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับแก้และพัฒนาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ เพื่อให้สามารถหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะที่เหมาะสมกับประเทศไทย พร้อมทั้งหาค่าอินพุตที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ ซึ่งค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการกำหนดมาตรการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ และวางแผนนโยบายเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 พัฒนาและปรับแก้แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในประเทศไทย

1.2.2 หาข้อมูลอินพุตที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้ทำการปรับแก้แล้ว

1.2.3 ได้ตัวคูณการปล่อยมลพิษที่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

แหล่งกำเนิดมลพิษที่ใช้ในงานวิจัย คือ แหล่งกำเนิดยานพาหนะ (Mobile Source) ที่ใช้น้ำมันดีเซล เบนซิน แก๊สโซฮอล์ แอลพีจี และก๊าซธรรมชาติ

แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใช้ในการหาค่าตัวคูณมลพิษจากแหล่งกำเนิดยานพาหนะ (Mobile Source) คือ แบบจำลอง MOBILE6 เวอร์ชัน 2.03 ของ U.S. Environmental Protect Agency (EPA) โดยที่จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของมลพิษ 4 ตัวหลัก คือ ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และฝุ่นละออง

ข้อมูลที่จะใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง และอินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ ได้แก่ ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลรถยนต์ ข้อมูลเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานของประเทศไทย ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมการขนส่งทางบก กรมธุรกิจพลังงาน เป็นต้น และข้อมูลต่างๆ ที่นำมาใช้ทั้งหมดเป็นข้อมูลของกรุงเทพมหานคร

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.4.1. ข้อมูลทางสถิติที่ได้จากหน่วยงานต่างๆ มีความสำคัญในการประมาณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ แต่ข้อมูลทางสถิติเหล่านั้นเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง หรือเป็นอินพุตได้โดยตรง จะต้องมีการปรับก่อนนำไปใช้ ซึ่งในการปรับจะต้องใช้ความละเอียดในการเลือกตัวแทนข้อมูล หรือ เลือกสมการความสัมพันธ์ ในกรณีที่มีการเลือกข้อมูลหรือสมการความสัมพันธ์ผิดพลาด จะส่งผลให้การประมาณคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

1.4.2. ประเภทรถยนต์ที่ใช้ในประเทศไทยจะน้อยกว่าประเภทรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากขนาดรถยนต์ของสหรัฐอเมริกามีขนาดที่กว้างกว่าในประเทศไทย

1.4.3. เทคโนโลยีของรถยนต์ในประเทศไทยและสหรัฐอเมริกาจะแตกต่างกันจึงต้องทำการเปรียบเทียบกัน ถ้าในกรณีที่ทำการเปรียบเทียบผิดพลาด จะส่งผลเกิดการคลาดเคลื่อนได้

1.4.4. ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ จะเป็นค่าที่ได้จากการทดลองโดยใช้รถยนต์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

1.4.5 เนื่องไม่มีข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ซีเอ็นจี แอลพีจี และรถยนต์สามล้อ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซินแทนสำหรับรถยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ซีเอ็นจี แอลพีจี ส่วนรถยนต์สามล้อจะใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์สามล้อที่ใช้งานแล้ว

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใช้ในการหาตัวคูณการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดยานพาหนะ ที่เหมาะสมกับประเทศไทย คือแบบจำลอง MOBILE-THAI

1.5.2 ได้ข้อมูลอินพุตที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการหาตัวคูณการปล่อยมลพิษจากแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE-THAI

1.5.3 ได้ตัวคูณการปล่อยมลพิษที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการกำหนดมาตรการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ และวางแผนนโยบายเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาของมลพิษอากาศจากรถยนต์

ที่มาของมลพิษจากรถยนต์ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

2.1.1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2543) ทำให้เกิดสารมลพิษในอากาศ การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ คือ เป็นการเผาไหม้ที่มีออกซิเจนเพียงพอ แล้วจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

FUEL (hydrocarbons) + AIR (oxygen and nitrogen) → CARBON DIOXIDE + Water + unaffected nitrogen

- การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอนที่เหลือจากการเผาไหม้

FUEL + AIR → UNBURNED HYDROCARBONS + NITROGEN OXIDES + CARBON MONOXIDE + CARBON DIOXIDE + Water

นอกจากนี้ในเชื้อเพลิงยังมีสารเจือปนที่สำคัญคือ ซัลเฟอร์และไนโตรเจน ซึ่งทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ยังเกิดได้จากปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนและไนโตรเจนที่อุณหภูมิสูงของห้องสันดาป และสิ่งเจือปนอีกอย่างคือ ตะกั่ว จะถูกปล่อยออกมากับไอเสีย

$S+N+ 3/2\ O_2$	→ SO_2+NO	ผลจากสารเจือปน
N_2+O_2	→ 2NO	ปฏิกิริยาของอากาศที่อุณหภูมิสูง
Pb	→ Pb	ตะกั่วในเชื้อเพลิง

2.1.2 การระเหยของเชื้อเพลิง คือไฮโดรคาร์บอนจะออกสู่อากาศโดยการระเหยของเชื้อเพลิง ซึ่งการระเหยนี้จะขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการระเหยของเชื้อเพลิง ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบเชื้อเพลิงซึ่งเกิดระหว่างการขับขี่ปกติ โดยทั่วไปการระเหยของเชื้อเพลิงมีอยู่ด้วยกัน 4 ประเภทดังนี้

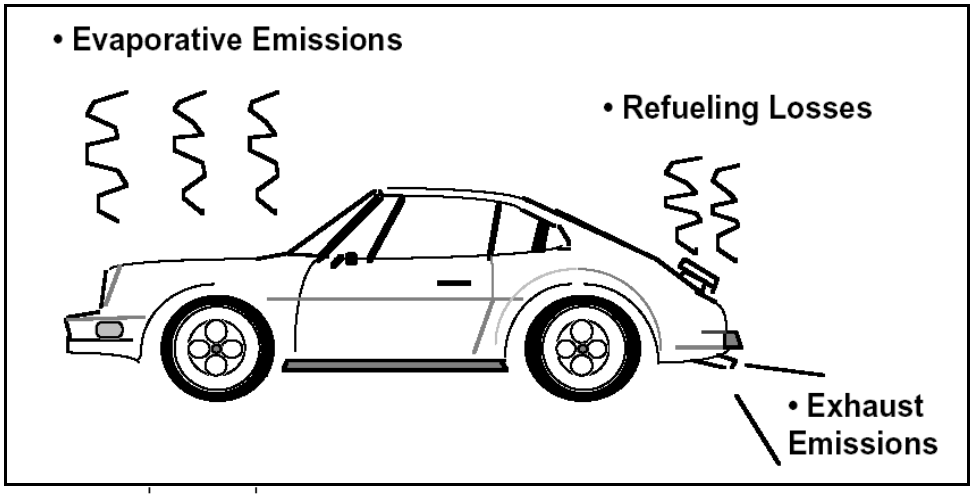
- DIURNAL: เมื่ออุณหภูมิเพิ่มระหว่างวัน จะทำให้ถังเชื้อเพลิงร้อนขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการระเหยของเชื้อเพลิง

- RUNNING LOSSES: เป็นการระเหยของเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นขณะที่รถวิ่ง
- HOT SOAK: เป็นการระเหยของเชื้อเพลิง เมื่อเครื่องยนต์ยังคงร้อนอยู่หลังจากที่รถดับเครื่องยนต์
- REFUELING: เมื่อเติมเชื้อเพลิงลงไปในถังเชื้อเพลิง ส่วนที่เป็นไอจะถูกแทนที่โดยเชื้อเพลิง และจะระบายออกสู่บรรยากาศ

2.2 จุดที่รถยนต์ปล่อยสารมลพิษออกสู่บรรยากาศ

จุดที่รถยนต์ปล่อยสารมลพิษออกสู่บรรยากาศ มีอยู่ 3 จุด คือ

- จากการระเหย เช่น จากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ เป็นต้น
- จากระบบก้นอ่าง คือ เกิดจากการรั่วซึมของก๊าซในกระบอกสูบผ่านแหวนและลูกสูบมาที่ก้นอ่างแล้วระบายออกทางท่อระบาย ในรถยนต์รุ่นใหม่ๆจะไม่มีท่อหายใจทิ้งแต่จะนำกลับไปใช้ใหม่ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานและแก้ปัญหามลพิษได้อีกระดับหนึ่ง
- จากระบบไอเสีย ซึ่งถือว่ามีอันตรายและปริมาณมากที่สุดเกิดจากการเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์แล้วปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศ



ภาพที่ 2.1 จุดที่รถยนต์ปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศ (U.S.EPA, 2001)

2.3.มลพิษที่เกิดจากรถยนต์

2.3.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide: CO)

ก๊าซประเภทนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ซึ่งเป็นก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ในเครื่องยนต์

อันตรายของคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ ก๊าซนี้จะไปลดความสามารถในการขนถ่ายออกซิเจนของเลือดทำให้ร่างกายเกิดการขาดออกซิเจนเพราะก๊าซนี้สามารถที่จะรวมตัวกับ

สารฮีโมโกลบินในเลือดได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจนประมาณ 200 เท่า โดยระบบหายใจจะมีปอดเป็นอวัยวะรับออกซิเจนจากบรรยากาศแล้วซึมเข้าสู่กระแสเลือด หัวใจส่งเลือดที่มีออกซิเจนไปยังเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย ดังนั้นก๊าซนี้จึงก่อให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะที่สำคัญ เช่น หัวใจและสมอง ทำให้เกิดอาการมึนงง คลื่นไส้ แน่นหน้าอก อาเจียน เสียการทรงตัว เกิดภาวะสมองขาดเลือดและเกิดอาการหมดสติได้ และอาจเสียชีวิตได้ในระยะเวลาอันสั้น

2.3.2 **ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์** (Sulfurdioxide: SO_2)

ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบของกำมะถัน และเป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่ไวไฟ ที่ระดับความเข้มข้นสูงจะมีกลิ่นฉุนแสบจมูก เมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และจะรวมตัวเป็นกรดกำมะถันเมื่อมีความชื้นเพียงพอ หากอยู่ร่วมกับอนุภาคมวลสารที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น มังกานีส เหล็ก และวานาเดียม จะเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนทำให้เกิดเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และเป็นกรดกำมะถัน

อันตรายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) เป็นก๊าซที่มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพโดยทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง และเยื่อบุตา หากรับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากและเป็นเวลานานจะมีผลต่อหลอดลม และอาจทำให้ถึงตายได้ นอกจากนี้ก๊าซนี้ยังทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งจะทำลายระบบนิเวศน์ ป่าไม้ แหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมถึงการกัดกร่อนอาคารและโบราณสถานอีก

2.3.3 **ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน** (NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจน ประกอบด้วย ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์ (N_2O_3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไดไนโตรเจนเตตราออกไซด์ (N_2O_4) และไดไนโตรเจนเพนตอกไซด์ (N_2O_5)

ไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ก๊าซทั้งสองเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดิน หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การอุตสาหกรรม การทำกรดไนตริก กรดกำมะถัน การชุบโลหะ และการทำวัตถุระเบิด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ก๊าซทั้งสองเกิดจากธรรมชาติมากกว่าการกระทำของมนุษย์ การเกิดก๊าซไนตริกออกไซด์มีอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุด ดังนั้นรถยนต์และอุตสาหกรรมจึงเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดก๊าซนี้ หากก๊าซไนตริกออกไซด์ทำปฏิกิริยากับโอโซนในบรรยากาศเกิดเป็นไนโตเจนไดออกไซด์และออกซิเจนในทางตรงกันข้าม แสงแดดทำให้ไนโตรเจนไดออกไซด์แตกตัวทำปฏิกิริยาย้อนกลับ

$$NO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{แสงแดด}} NO + O_3$$

เมื่อเปรียบเทียบอันตรายของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ระหว่างก๊าซไนตริกออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่มีผลต่อการทำงานของปอดแล้วปรากฏว่า ก๊าซไนตริกออกไซด์มีอันตรายน้อยกว่า มนุษย์จะได้กลิ่นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระดับ 230 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากมีความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดกลิ่นเร็วขึ้น ผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดอาจมีอาการเร็วขึ้นหากได้รับก๊าซนี้ที่ระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ระบบหายใจในคนทั่วไปเริ่มต้นมีอาการเมื่อได้รับก๊าซนี้ที่1, 300-1,800 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.3.4 **ก๊าซไฮโดรคาร์บอน** (Hydrocarbons: HC)

ไฮโดรคาร์บอน เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิง และเกิดจากการระเหยของเชื้อเพลิง ซึ่งการระเหยนี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการระเหยของเชื้อเพลิง ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบเชื้อเพลิง เป็นต้น

อันตรายก๊าซไฮโดรคาร์บอน คือ เป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ระคายเคืองต่อจมูก ตา หลอดลม และปอด ทำให้เกิดปัญหาต่อระบบทางเดินหายใจ และยังเป็นองค์ประกอบหลักในกระบวนการ Photochemical Smog

2.3.5 **ฝุ่นละออง**

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางประเภทมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางประเภทมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในอากาศส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากควันดำ ซึ่งเป็นผงเขม่าสีดำขนาดเล็กที่เหลือจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ดีเซลโดยควันดำที่เกิดจากรถยนต์ มาจาก

- ระบบจ่ายน้ำมันไม่เหมาะสม
- ไส้กรองอากาศสกปรกเกิดการอุดตัน
- เครื่องยนต์เก่า ชำรุด ขาดการบำรุงรักษา
- บรรทุกน้ำหนักเกินอัตราที่กำหนด
- ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่ได้มาตรฐาน

อันตรายของฝุ่น สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมลพิษจากรถยนต์

1.อุณหภูมิ

อุณหภูมิจะส่งผลต่อการระเหยของเชื้อเพลิง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้การระเหยของเชื้อเพลิงสูงขึ้น ส่งผลให้ HC เพิ่มขึ้นด้วย และ เมื่ออุณหภูมิต่ำจะทำให้เครื่องยนต์และระบบควบคุมการปล่อยมลพิษจะใช้เวลานานขึ้น จึงจะทำให้เครื่องยนต์อยู่ในสถานะ warm up และต้องมีการเพิ่มเชื้อเพลิงเพื่อให้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงและอากาศเข้มข้นขึ้นเพื่อให้การสตาร์ทง่ายขึ้น แต่จะทำให้เกิดมลพิษเพิ่มขึ้น

2.ความชื้น

จะส่งผลต่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง คือไอน้ำที่อยู่ในอากาศจะมีผลต่ออุณหภูมิในการเผาไหม้ จะทำให้อุณหภูมิในการเผาไหม้ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ค่า HC และ CO เพิ่มขึ้น และเนื่องจากอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ต่ำ จึงทำให้เกิด NOx น้อยลงด้วย

3 .ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ (low or high altitude)

เนื่องจากรถที่วิ่งในพื้นที่สูงจะต้องให้เชื้อเพลิงไปยัง combustion chamber มากกว่าปกติ เนื่องจากต้องการออกซิเจนในเชื้อเพลิงไปใช้ในการเผาไหม้ เพราะออกซิเจนในอากาศมีน้อยกว่าปกติ จึงทำให้ HC และ CO เพิ่มขึ้น

4. **การใช้เครื่องปรับอากาศ** (Air Conditioning)

เมื่อรถมีการใช้เครื่องปรับอากาศ ภาระของเครื่องยนต์จะสูงขึ้น ทำให้เกิดการปล่อยมลพิษและการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นด้วย ซึ่งการใช้เครื่องปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับค่า Heat index ซึ่งเป็นดัชนีการวัดค่าความร้อนที่แท้จริงที่มนุษย์รู้สึกสืบเนื่องมาจากผลของความชื้น ในสภาวะที่อุณหภูมิสูง ความชื้นในอากาศสูง จะทำให้ร่างกายรู้สึกร้อนกว่าอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ ดังนั้นจึงทำให้เกิดการใช้เครื่องปรับอากาศมากขึ้น

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ตัวคูณการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

ตัวคูณการปล่อยมลพิษ เป็นค่าตัวแทนที่พยายามโยงปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยมลพิษ โดยปกติค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษนี้จะแสดงในหน่วยของน้ำหนักมลพิษต่อหน่วยน้ำหนัก ปริมาตรของผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบ

ระยะทาง หรือช่วงเวลาของกิจกรรมการปล่อยมลพิษ เช่น กิโลกรัมของอนุภาคที่ปล่อยมลพิษต่อล้านกรัมของถ่านหินที่เผา เป็นต้น

นอกจากนี้ตัวคูณการปล่อยมลพิษเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษ (Emission Inventory) ระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับชาติ เพื่อใช้ในการจัดการคุณภาพอากาศ และพัฒนามาตรการควบคุมมลพิษ โดยสมการทั่วไปที่ใช้ในการประมาณการมลพิษ คือ

$$E = A \times EF \times (1 - ER/100) \quad (2.1)$$

เมื่อ:

E (Emission)	คือ การปล่อยมลพิษ
A (Activity)	คือ อัตราของกิจกรรม
EF (Emission Factor)	คือ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ
ER (Emission Reduction)	คือ ประสิทธิภาพการลดการปล่อยมลพิษ, %

แหล่งข้อมูลตัวคูณการปล่อยมลพิษ สามารถหาตัวคูณการปล่อยมลพิษได้จาก 2 แหล่ง คือ

1. จากเว็บไซต์ของหน่วยงานต่างประเทศที่ได้จัดทำขึ้น เช่น

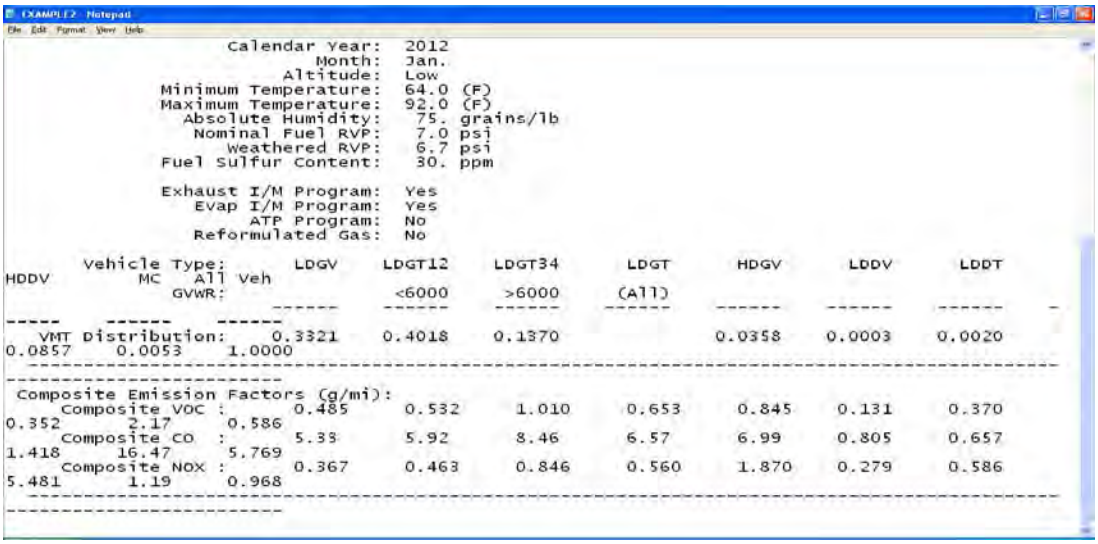
- World Health Organization Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution
- U.S. EPA, AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factor
- European Environmental Agency, Emission Inventory Guidebook (CORINAIR) ดังภาพที่ 2.2

Vehicle Class	Engine Capacity	Speed Range (km/h)	CO Emission Factor (g/km)	R^2
PRE ECE	All capacities	10-100	$281V^{-0.630}$	0.924
	All capacities	100-130	$0.112V + 4.32$	-
ECE 15-00/01	All capacities	10-50	$313V^{-0.760}$	0.898
	All capacities	50-130	$27.22 - 0.406V + 0.0032V^2$	0.158
ECE 15-02	All capacities	10-60	$300V^{-0.797}$	0.747
	All capacities	60-130	$26.260 - 0.440V + 0.0026V^2$	0.102
ECE 15-03	All capacities	10-20	$161.36 - 45.62\ln(V)$	0.790
	All capacities	20-130	$37.92 - 0.680V + 0.00377V^2$	0.247
ECE 15-04	All capacities	10-60	$260.788 \cdot V^{-0.910}$	0.825
	All capacities	60-130	$14.653 - 0.220V + 0.001163V^2$	0.613
Improved Conventional	CC < 1.4 l	10-130	$14.577 - 0.294V + 0.002478V^2$	0.781
	1.4 l < CC < 2.0 l	10-130	$8.273 - 0.151V + 0.000957V^2$	0.767
Open Loop	CC < 1.4 l	10-130	$17.882 - 0.377V + 0.002825V^2$	0.656
	1.4 l < CC < 2.0 l	10-130	$9.446 - 0.230V + 0.002029V^2$	0.719
91/441/EEC	CC < 1.4 l	10-130	$5.1534 - 0.1141V + 0.0009571V^2$	0.094
	1.4 l < CC < 2.0 l	10-130	$5.0786 - 0.15623V + 0.001375V^2$	0.171
	CC > 2.0 l	10-130	$3.5358 - 0.0793V + 0.0006092V^2$	0.109

V: Average speed expressed in km/h
R^2: Correlation coefficient

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากเว็บไซต์ของ European

2. จากแบบจำลองต่างๆที่ใช้ในการหาตัวคูณการปล่อยมลพิษ เช่น แบบจำลอง MOBILE6 แบบจำลอง Copert เป็นต้น ภาพที่ 2.3 แสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์แต่ละประเภท ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 โดยส่วนบนจะแสดงเงื่อนไขในการหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ



```
                    Calendar Year:  2012
                            Month:  Jan.
                         Altitude:  Low
                Minimum Temperature:  64.0 (F)
                Maximum Temperature:  92.0 (F)
                  Absolute Humidity:   75. grains/lb
                    Nominal Fuel RVP:   7.0 psi
                       Weathered RVP:   6.7 psi
                Fuel Sulfur Content:   30. ppm

                Exhaust I/M Program:  Yes
                   Evap I/M Program:  Yes
                       ATP Program:  No
                  Reformulated Gas:  No

        Vehicle Type:      LDGV     LDGT12     LDGT34      LDGT       HDGV       LDDV       LDDT
HDDV          MC   All Veh
                GVWR:                <6000      >6000      (All)
                          ------     ------     ------     ------     ------     ------     ------
------     ------     ------
   VMT Distribution:     0.3321     0.4018     0.1370                0.0358     0.0003     0.0020
0.0857     0.0053     1.0000
  ---------------------------------------------------------------------------------------------------
--------------------------
 Composite Emission Factors (g/mi):
     Composite VOC  :      0.485      0.532      1.010      0.653      0.845      0.131      0.370
0.352      2.17       0.586
     Composite CO   :      5.33       5.92       8.46       6.57       6.99       0.805      0.657
1.418      16.47      5.769
     Composite NOX  :      0.367      0.463      0.846      0.560      1.870      0.279      0.586
5.481      1.19       0.968
  ---------------------------------------------------------------------------------------------------
--------------------------
```

ภาพที่ 2.3 ตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6

2.5.2 แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6

ก. ข้อมูลทั่วไป

MOBILE6 เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินการปล่อยมลพิษจากรถยนต์บนทางหลวงทั้งปัจจุบันและอนาคต โดยแบบจำลอง MOBILE6 สามารถคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ

- มลพิษหลัก 3 มลพิษ คือ ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)
- รถยนต์ รถบรรทุก รถประจำทาง และรถจักรยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล
- ปีที่สามารถหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษได้ คือ ระหว่างปี 1952 ถึง 2050

ต่อมามีการพัฒนา MOBILE6 เป็น MOBILE6.1/6.2 ซึ่งเพิ่มความสามารถในการประเมินอนุภาคของไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ มลพิษทางอากาศที่เป็นอันตราย และคาร์บอนไดออกไซด์

MOBILE6 ถูกออกแบบโดย EPA เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน และคำนวณตัวคูณการปล่อยมลพิษโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ดังภาพที่ 2.4

Running Exhaust Emissions Modeling Methodology

$$\left[\begin{matrix}Fleet-Ave\\Emission\\Rate\end{matrix}\right]_{Veh\ Class} = \sum_{Age=1}^{25} \left[\begin{matrix}Travel\\Fraction\end{matrix}\right] \times \left\{\left[\begin{matrix}LA4\\Emission\\Rate\end{matrix} + \begin{matrix}Tampering\\Offset\end{matrix} + \begin{matrix}Aggressive\\Driving\end{matrix} + \begin{matrix}Air\\Conditioning\end{matrix}\right] \times \left[\begin{matrix}Temperature\\Adjustment\end{matrix}\right] \times \left[\begin{matrix}Speed\\Adjustment\end{matrix}\right] \times \left[\begin{matrix}Fuel\\Adjustment\end{matrix}\right]\right\}$$

Combining Vehicle-Class Emission Rates (With VMT Mix)

$$\left[\begin{matrix}Fleet-Ave\\Emission\\Rate\end{matrix}\right] = \sum_{Veh=1}^{n} \left[\begin{matrix}VMT\\Mix\end{matrix}\right]_{Veh\ Class} \times \left[\begin{matrix}Fleet-Ave\\Emission\\Rate\end{matrix}\right]_{Veh\ Class}$$

ภาพที่ 2.4 สมการทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลอง MOBILE6

(U.S. Environmental Protection Agency, 2001)

1. **Travel Fraction** เป็นส่วนที่คำนวณค่าสัดส่วนการเดินทางของรถยนต์แต่ละอายุ โดยจะคำนวณจากข้อมูลดังต่อไปนี้ คือ

- สัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภท(Registration distribution)
- สัดส่วนจำนวนรถยนต์ประเภทหนึ่งที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดหนึ่ง(Fuel Fractions)
- ระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภท(Mileage accumulation rates)

โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

$$TF(I, IV) = \frac{C(I, IV) * D(I, IV)}{TFNORM}$$

$$C(I, IV) = \frac{A(I, IV) * B(I, IV)}{DAF}$$

$$DAF(IV) = \sum (A(I, IV) * B(I, IV))$$

$$TFNORM(IV) = \sum (C(I, IV) * D(I, IV))$$

โดย A : สัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภท (Registration distribution)

B : สัดส่วนจำนวนรถยนต์ประเภทหนึ่งที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดหนึ่ง (Fuel Fractions)

D : ระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภท (Mileage accumulation rates)

I: อายุรถยนต์

IV: ประเภทของรถยนต์

2. **LA4 Emission Rate** เป็นค่าอัตราการปล่อยมลพิษที่ได้จากการทดสอบด้วยเงื่อนไข LA4 คือ

a. อุณหภูมิ 75 ^{o}F

b. ความเร็วเฉลี่ย 19.6 ไมล์ต่อชั่วโมง

c. Indolene fuel (9.0 RVP)

หรือสามารถคำนวณได้จาก

$$BER = ZML + M*DR$$

โดยที่ ZML = ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ (Zero Mile Level)

DR = ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ (deterioration rates)

M = ระยะทางที่รถยนต์วิ่ง

3. **Tampering Offset**

ผลจากการปรับแต่งเครื่องยนต์ ซึ่งจะมีผลต่อไอเสียรถยนต์ที่มี Model Year ก่อนปี 1996 เท่านั้น

4. **Aggressive Driving**

เนื่องจากในการทดสอบค่าอัตราการปล่อยมลพิษจะใช้เงื่อนไขในการทดสอบเป็นแบบ LA4 ซึ่งอัตราการเร่งเครื่องยนต์สูงสุดจะเท่ากับ 3.3 mph/s แต่เนื่องจากในการขับรถจริง

อัตราการเร่งเครื่องอาจแตกต่างจากเงื่อนไขในการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับอัตราระบายไอเสียเนื่องจากการขับรถยนต์แบบเร่งเครื่อง

5. **Air conditioning** (AC)

เนื่องจากเมื่อมีการใช้เครื่องปรับอากาศจะทำให้เครื่องยนต์มีภาระมากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดมลพิษเพิ่มมากขึ้น และในแบบจำลอง MOBILE6 จะคำนวณค่า Air Conditioning Correction Factor สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเท่านั้น ซึ่งสูตรในการคำนวณเป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สูตรในการคำนวณค่า Air Conditioning Correction Factor ในแบบจำลอง MOBILE6

ประเภทรถยนต์	**วิธีการคำนวณ**
LDGV	ACCF= U*V*(A + B*(T-75) -1) + 1
โดยที่	ACCF = Air Conditioning Correction Facto V = Fraction of vehicles equipped with AC U = Fraction of vehicles with AC that are using it = (DI-DILO)/(DIHI-DILO), 0<=U<=1 DI = Discomfort index = (DB+WB)*.4+15 DILO = The highest discomfort index where no AC is used DIHI = The lowest discomfort index where all vehicles with AC use it b. DB = Dry bulb temperature (Fahrenheit) WB = Wet bulb temperature (Fahrenheit) T = Ambient temperature (Fahrenheit)

6. **Temperature adjustment**

เนื่องจากในการทดสอบค่าอัตราการปล่อยมลพิษจะใช้เงื่อนไขในการทดสอบเป็นแบบ LA4 ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ คือ 75 อาศาฟาเรนไฮต์ แต่เนื่องจากอุณหภูมิอาจไม่เป็นไปตามอุณหภูมิของเงื่อนไขในการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับอุณหภูมิ ซึ่งการปรับอุณหภูมิจะมีผลต่อรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเท่านั้น โดย สูตรในการปรับอุณหภูมิเป็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สูตรในการคำนวณค่า Temperature Correction Factor (TCF) ในแบบจำลอง MOBILE6

ประเภทรถยนต์	วิธีการคำนวณ
LDGV	**ค่า Low Temperature Correction Factor** (อุณหภูมิ < 75 ^{o}F) TCF (1) = TC (1)*(T-75.0) , เมื่อมลพิษ คือ CO, Model Years หลังปี 1980 TCF (b) = EXP [TC (b)*(T-75.0)], ที่เหลือ **ค่า High Temperature Correction Factor**(อุณหภูมิ > 75 ^{o}F) TCF (b) = EXP [TC (b)*(T-75.0)], เมื่อ Model Years ก่อนปี 1980 TRCF (b) =EXP [RC (b)*(RVP-9.0) + TC (b)*(T-75.0) + TRC (b)* (RVP-9.0)*(T-75.0)], เมื่อ Model Years หลังปี 1980
MC	TCF(b) = EXP [TC(b)*(T - 75.0)]

โดยที่ b = bag

TC(b) = Low/High temperature correction factor coefficient for appropriate pollutant, temperature, and model year, for test segment b

TRCF(b) = High temperature and fuel RVP correction factor for appropriate pollutant, ambient temperature, fuel RVP,and model year, for test segment b

RC(b) = Fuel RVP correction factor coefficient for appropriate pollutant, fuel RVP, and model year, for test segment b

TRC(b) = Combined temperature and fuel RVP correction factor coefficient for appropriate pollutant, fuel RVP, ambient temperature, and model year, for test segment b.

7. Speed adjustment

เนื่องจากในการทดสอบค่าอัตราการปล่อยมลพิษจะใช้เงื่อนไขในการทดสอบเป็นแบบ LA4 ซึ่งความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ คือ 19.6 ไมล์ต่อชั่วโมง แต่เนื่องจากความเร็วที่ใช้ในการขับรถจริงๆบนท้องถนน จะไม่เป็นไปตามความเร็วของเงื่อนไขในการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องมีส่วนของการปรับความเร็ว ซึ่งส่วนของการปรับความเร็วจะมีผลต่อรถทุกประเภท สูตรในการปรับความเร็ว เป็นดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สูตรในการคำนวณค่า Speed Correction Factor ในแบบจำลอง MOBILE6

ประเภทรถยนต์	วิธีการคำนวณ
รถ LDDV	$SCF(s) = EXP(B*(s-sadj) + C*(s^2 - sadj^2))$
รถ HDDV และ BUS	$SCF(s) = EXP(A+B*s+C*s^2)$
MC	$SCF(S)=SF(s)/SF(sadj)$ $SF(s)=EXP(A+B*s+C*s^2+D*s^3+E*s^4+F*s^5)$ สำหรับ HC และ CO $SF(s)=A+B*s+C*s^2+D*s^3+E*s^4+F*s^5$ สำหรับ NOx
LDGV	$SCF(S)=SF(s)/SF(sadj)$ สำหรับ s<=48 mph $SF(s)=A/s +B$ สำหรับ HC,CO ตั้งแต่ปี 1977 ขึ้นไป และ NOx ตั้งแต่ปี 1980 ขึ้นไป $= EXP((A+B*s)+(C*s^2))$ สำหรับ NOx ตั้งแต่ปี 1977-1979 $HSCF(s) = SCF48 * (1.0 + (SCF65 - SCF48) * (s - S1) / (65.0 - S1))$ สำหรับ s>48 mph
โดยที่ s = average speed (mph) sadj= 19.6 mph S1= 55.0 mph for HC and CO or 48.0 mph for NOx. A,B,C,D,E,F = SPEED CORRECTION FACTOR COEFFICIENTS	

8. Fuel adjustment

เนื่องจากในการทดสอบค่าอัตราการปล่อยมลพิษจะใช้เงื่อนไขในการทดสอบเป็นแบบ LA4 ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ จะเป็น Indolene fuel (ค่าความดันไอระเหย เท่ากับ 9.0 psi) แต่เนื่องจากเชื้อเพลิงที่รถใช้งานอาจจะมีลักษณะสมบัติไม่ตรงกับ Indolene fuel ดังนั้นจึงต้องมีการปรับลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิง ซึ่งการปรับลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงจะมีผลต่อรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเท่านั้น

ข. ขอบเขตการใช้งานของ MOBILE6

ทุกครั้งที่มีการรันแบบจำลอง MOBILE6 จะต้องป้อนอินพุตอย่างน้อย 3 ตัว คือ ปีที่ต้องการประเมิน อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด หรืออุณหภูมิ 24 ชั่วโมง ความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง ถ้าไม่ป้อนตัวใดตัวหนึ่งจะมี error เกิดขึ้น ถ้าต้องการความแม่นยำในการประเมินค่าการปล่อยมลพิษมากขึ้น ผู้ใช้จะต้องป้อนค่าอินพุตที่เป็นข้อมูลเฉพาะท้องที่ ในกรณีที่ไม่มีการป้อนอินพุต แบบจำลองจะใช้ค่า default ในแบบจำลองมาคำนวณ ซึ่งค่า default จะเป็นข้อมูลของสหรัฐอเมริกา เช่น ค่า default ของค่าความดันบรรยากาศ เท่ากับ 29.92 in Hg

1) ประเภทรถยนต์ในMOBILE6

ประเภทรถยนต์ที่ใช้ใน MOBILE6 ถูกแบ่งออกเป็น 28 ประเภท ซึ่งจะแบ่งตามขนาดรถยนต์และเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ประเภทรถยนต์ที่ใช้ใน MOBILE6

MOBILE6 Vehicle Classification		
Number	Abbreviation	Description
1	LDGV	Light-Duty Gasoline Vehicles(Passanger Cars)
2	LDGT1	Light-Duty Gasoline Trucks 1(0-6,000 lbs. GVWR,0-3,750 lbs.LVW)
3	LDGT2	Light-Duty Gasoline Trucks 2(0-6,000 lbs. GVWR,3,750-5,750 lbs.LVW)
4	LDGT3	Light-Duty Gasoline Trucks 3(6,001-8,500 lbs. GVWR,0-5,750 lbs.LVW)
5	LDGT4	Light-Duty Gasoline Trucks 4(6,001-8,500 lbs. GVWR greater than 5,751 lbs.ALVW)
6	HDGV2b	Class 2b Heavy-Duty Gasoline Vehicles(8,501-10,000 lbs GVWR)
7	HDGV3	Class 3 Heavy-Duty Gasoline Vehicles(10,001-14,000 lbs GVWR)
8	HDGV4	Class 4 Heavy-Duty Gasoline Vehicles(14,001-16,000 lbs GVWR)
9	HDGV5	Class 5 Heavy-Duty Gasoline Vehicles(16,001-19,500 lbs GVWR)
10	HDGV6	Class 6 Heavy-Duty Gasoline Vehicles(19,501-26,000 lbs GVWR)
11	HDGV7	Class 7 Heavy-Duty Gasoline Vehicles(26,001-33,000 lbs GVWR)
12	HDGV8a	Class 8a Heavy-Duty Gasoline Vehicles(33,001-60,000 lbs GVWR)
14	LDDV	Light-Duty Diesel Vehicles(Passenger Cars)
15	LDDT12	Light-Duty Diesel Truck 1 and 2 (0-60,000 lbs GVWR)
16	HDDV2b	Class 2b Heavy-Duty Diesel Vehicles(8,501-10,000 lbs GVWR)
20	HDDV6	Class 6 Heavy-Duty Diesel Vehicles(19,501-26,000 lbs GVWR)
21	HDDV7	Class 7 Heavy-Duty Diesel Vehicles(26,001-33,000 lbs GVWR)
22	HDDV8a	Class 8a Heavy-Duty Diesel Vehicles(33,001-60,000 lbs GVWR)
23	HDDV8b	Class 8b Heavy-Duty Diesel Vehicles(>60,000 lbs GVWR)
24	MC	Motorcycles(Gasoline)
25	HDGB	Gasoline Buses(School,Transit and Urban)
26	HDDBT	Diesel Transit and Urban Buses
27	HDDBS	Diesel School Buses
28	LDDT34	Light-Duty Diesel Trucks 3 and 4 (6,001-8,500 lbs GVWR)

2) **ประเภทของการปล่อยมลพิษที่ MOBILE6 สามารถคำนวณได้** จะแบ่งออกเป็น 10 ประเภท ดังตารางที่ 2.5

ตางรางที่ 2.5 ประเภทของการปล่อยมลพิษที่ใช้ใน MOBILE6

MOBILE6 Emission Type Classifications				
Number	Abbreviation	Description	Pollutant	Vehicle Classes
1	Running	Exhaust Running Emission	All except tire and brake wear	All
2	Start	Exhaust Engine Start Emission(trip start)	HC,CO,NO_x,&toxics	LD plus MC
3	Hot Soak	Evaporative Hot Soak Emission(trip end)	HC,BENZ,MTBE	Gas,inc.MC
4	Diurnal	Evaporative Diurnal Emission(heat rise)	HC,BENZ,MTBE	Gas,inc.MC
5	Resting	Evaporative Resting Loss Emission(leaks and seepage)	HC,BENZ,MTBE	Gas,inc.MC
6	Run Loss	Evaporative Run Loss Emission	HC,BENZ,MTBE	Gas,inc.MC
7	Crankcase	Evaporative Crankcase Emission(blow-by)	HC	Gas,inc.MC
8	Refueling	Evaporative Refueling Emission(fuel displacement and spillage)	HC,BENZ,MTBE	Gas,less MC
9	Brake Wear	Particulate matter from brake component wear	Brake wear particulate	All
10	Tire Wear	Particulate matter from tire	Tire wear particulate	All

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

3) **ประเภทถนนที่ใช้ในการคำนวณใน MOBILE6** จะแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ประเภทถนนที่ใช้ในMOBILE6

MOBILE6 Roadway Classification		
Number	Abbreviation	Description
1	Freeway	High-Speed,Limited-Access Roadway
2	Arterial	Arterial and Collector Roadway
3	Local	Urban Local Roadways
4	Fwy Ramp	Freeway on and off ramp
5	None	Not Applicable(For start and some evaporative emissions)

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

4) ประเภทไฮโดรคาร์บอนที่แบบจำลอง MOBILE6 สามารถคำนวณได้ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ประเภทไฮโดรคาร์บอนในMOBILE6

MOBILE6 Hydrocarbon Classification		
Number	Abbreviation	Description
1	THC	Total Hydrocarbons
2	NMHC	Non-Methane Hydrocarbons
3	VOC	Volatile Organic Compounds
4	TOG	Total Organic Gases
5	NMOG	Non-Methane Organic Gases

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

5) ประเภทมลพิษที่แบบจำลอง MOBILE6 สามารถคำนวณได้

มลพิษที่แบบจำลอง MOBILE6 สามารถคำนวณได้จะแบ่งออกเป็น 19 ประเภท โดยแบบจำลอง MOBILE6 จะคำนวณ HC, CO และ NO_x เป็นตัวหลัก ส่วนมลพิษที่เหลือเป็นทางเลือกเมื่อต้องการคำนวณ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ประเภทมลพิษใน MOBILE6

MOBILE6 Pollutant Classification		
Number	Abbreviation	Description
1	HC	Hydrocarbons(gaseous)
2	CO	Carbon Monoxide(gaseous)
3	NO_x	Oxides of Nitrogen(gaseous)
4	CO_2	Carbon Dioxide(gaseous)
5 thru 6	reserved	
7	SO_4	Sulfate Portion of Exhaust Particulate
8	OCARBON	Organic Carbon Portion of Diesel Exhaust Particulate
9	ECARBON	Elemental Carbon Portion of Diesel Exhaust Particulate
10	GASPM	Total Carbon Portion of Gasoline Exhaust Particulate
11	Lead	Lead Portion of Exhaust Particulate
12	SO_2	Sulfur Dioxide(gaseous)

ตารางที่ 2.8 ประเภทมลพิษใน MOBILE6 (ต่อ)

MOBILE6 Pollutant Classification		
Number	Number	Number
13	NH3	Ammonia(gaseous)
14	Brake	Brake Wear Particulate
15	Tire	Tire Wear Particulate
16	BENZ	Benzene
17	MTBE	Methyl Tertiary Butyl Ether
18	BUTA	1,3-Butadiene
19	FORM	Formaldehyde
20	ACET	Acetaldehyde
21	ACRO	Acrolein

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

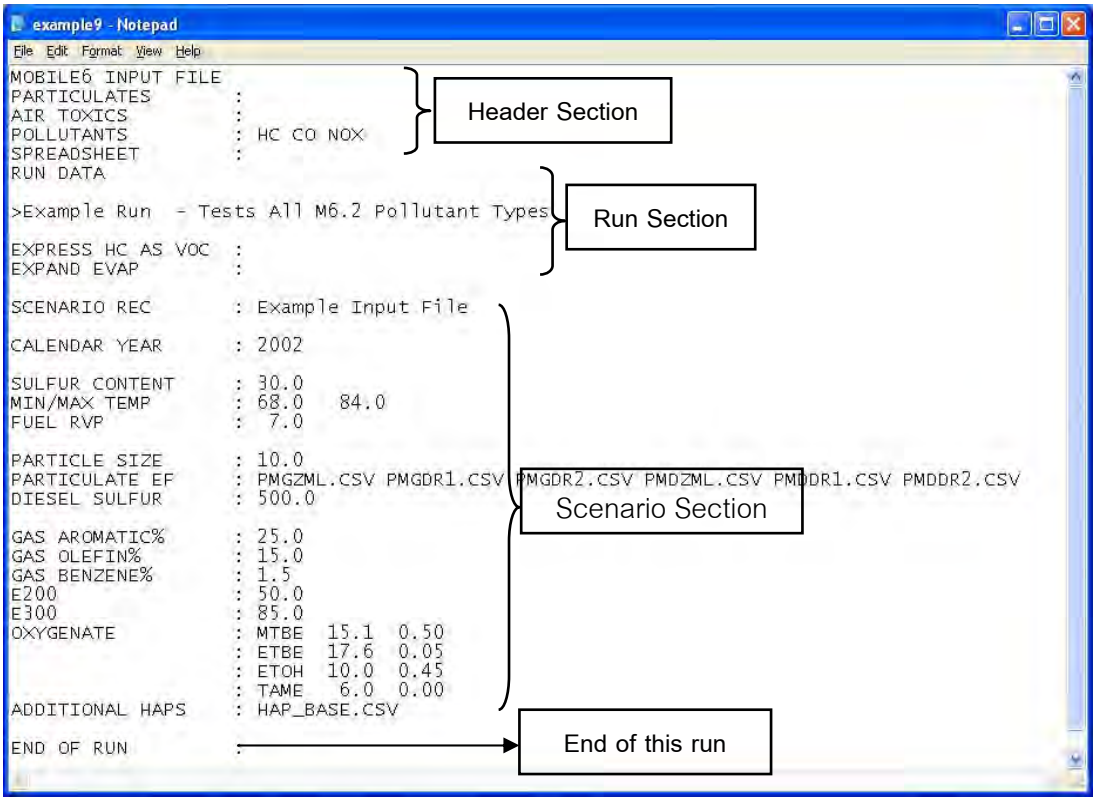
ค. อินพุตของMOBILE6

ค่าอินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE6 จะต้องเป็นข้อมูลของท้องถิ่นที่ต้องการประเมิน แต่ในกรณีที่ไม่ได้ป้อนค่าอินพุตให้แบบจำลอง แบบจำลองจะเรียกใช้ค่า default ที่มีอยู่ในแบบจำลอง

อินพุตที่จะป้อนให้แบบจำลอง MOBILE6 จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

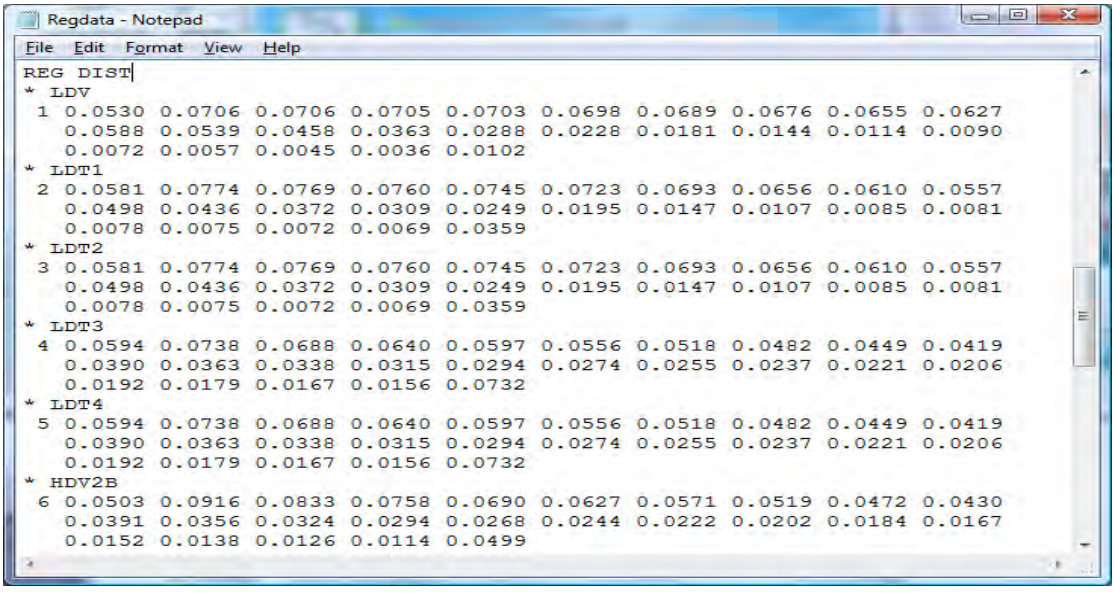
ก. Input files เป็นไฟล์ที่ให้อินพุตกับแบบจำลอง ซึ่งในไฟล์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังภาพที่ 2.5

- ส่วนของ Header จะควบคุมอินพุต เอาพุตท์ และการประมวลผลโปรแกรม เช่น การกำหนดเอาพุตท์ที่จะแสดงออกมา อาจจะเป็น descriptive output หรือ database output กำหนดอินพุตที่จะต้องป้อนให้กับแบบจำลอง เช่น ถ้ามีการให้คำสั่ง PARTICULATES จะต้องให้อินพุต PARTICULATE SIZE, PARTICULATE EF เป็นต้น
- ส่วนของ Run เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุ หรือข้อมูลจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่จดทะเบียนตามอายุ
- ส่วน Scenario เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลอินพุตเป็นข้อมูลท้องถิ่น



ภาพที่ 2.5 Input File ที่ใช้ในการรันแบบจำลองการปล่อยมลพิษ MOBILE6

ข. External data file เป็นไฟล์ที่ให้ข้อมูลระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุ และข้อมูลรถยนต์ที่จดทะเบียน External data file นี้จะเรียกใช้โดย input file และเมื่อมีการเรียกใช้ External data file จะมีการแสดงชื่อ External data file ใน descriptive output



ภาพที่ 2.6 External data file ที่ใช้ในการรันแบบจำลองการปล่อยมลพิษ MOBILE6

1) **คำสั่งที่ใช้ในแบบจำลอง** MOBILE6

เมื่อผู้ใช้จะป้อนอินพุตให้กับแบบจำลองจะต้องสร้าง Input files โดยใช้คำสั่งต่างๆ ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE6

อินพุตที่ป้อนให้แบบจำลอง	**คำสั่งที่ใช้ใน** MOBILE6
ปีที่ประเมิน	CALENDAR YEAR
เดือน	EVALUATION MONTH
ความสูงเหนือระดับน้ำของพื้นที่ที่จะประเมิน(สูง, ต่ำ)	ALTITUDE
ลักษณะเฉพาะของเชื้อเพลิง	FUEL PROGRAM SULFUR CONTENT DIESEL SULFUR OXYGENATED FUELS FUEL RVP
ประเภทของ HC ที่เป็น output	EXPRESS HC AS ประเภทของ HC
ความเร็วเฉลี่ยแบ่งตามชั่วโมง และถนน	AVERAGE SPEED
ข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปรับอากาศ	CLOUD COVER PEAK SUN SUNRISE/SUNSET RELATIVE HUMIDITY BAROMETRIC PRES MIN/MAX TEMPERATURE
การจดทะเบียนรถยนต์แบ่งตามประเภทของรถยนต์	REG DIST
ระยะทางสะสมประจำปีของรถยนต์แต่ละประเภท	MILE ACCUM RATE

ตารางที่ 2.9 อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE6 (ต่อ)

พารามิเตอร์อินพุต	**คำสั่งที่ใช้ใน MOBILE6**
สัดส่วนการใช้น้ำมันดีเซล แบ่งตามรถยนต์ และ model year	DIESEL FRACTIONS
สัดส่วนของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ	NGV FRACTION
สัดส่วนของระยะทางการเดินทางของรถยนต์แต่ละประเภท	VMT FRACTIONS
Soak time ของเครื่องยนต์ต่อวันแบ่งตามเวลา	SOAK DISTRIBUTION
มาตรการตรวจสภาพและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์	I/M PROGRAM
มาตรการปรับแต่งเครื่องยนต์	ANTI-TAMP PROG
ขนาดของอนุภาค	PARTICLE SIZE
ตัวคูณการปล่อยมลพิษสำหรับ PM และ HAPs	PARTICULATE EF ADDITIONAL HAPS
การเลือกและการกำหนดรูปแบบของ Output	SPREADSHEET DATABASE OUTPUT REPORT FILE

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

ง. เอาท์พุตของ MOBILE6

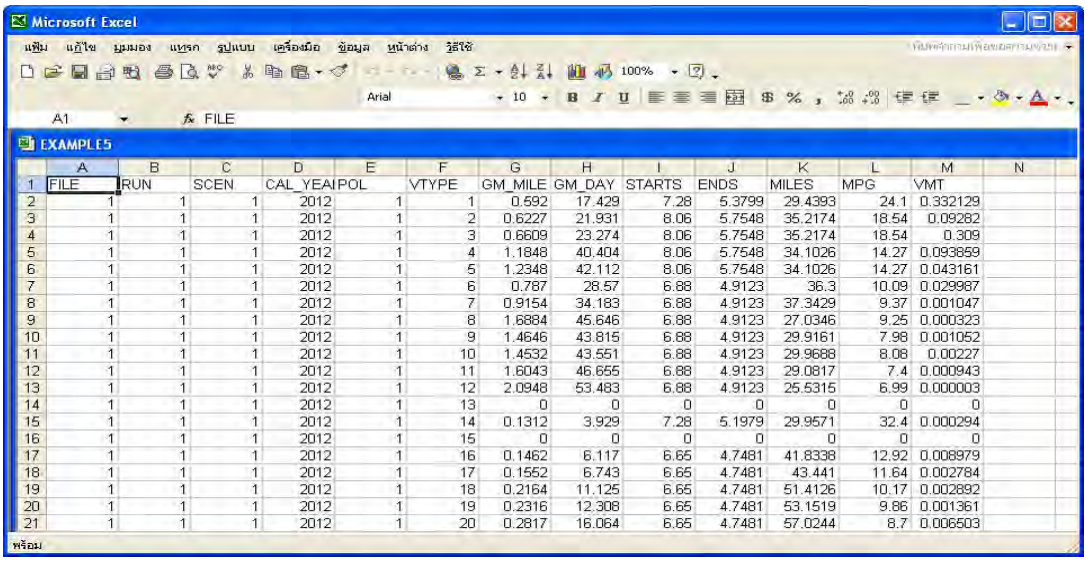
เอาท์พุตของ MOBILE6 จะแสดงออกมาเป็น Output File ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1. Database Output Report แสดงเอาท์พุตออกมาเป็นฐานข้อมูล ซึ่งจะออกมาเป็นชื่อ File.TB1

2. Descriptive Output Reports เป็นเอาท์พุตที่แสดงออกมาในลักษณะการบรรยาย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ไฟล์ตามมลพิษ คือ

- File.TXT จะแสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ HC, CO และ NO_x
- File. PM จะแสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ PM โดยไฟล์นี้จะถูกสร้างมาเมื่อต้องการที่จะคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ PM โดยจะต้องให้คำสั่งเกี่ยวกับ PM

- File.TOX จะแสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของก๊าซพิษ โดยไฟล์นี้จะถูกสร้างมาเมื่อต้องการที่จะคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ Toxic โดยที่จะต้องให้คำสั่งเกี่ยวกับ Toxic

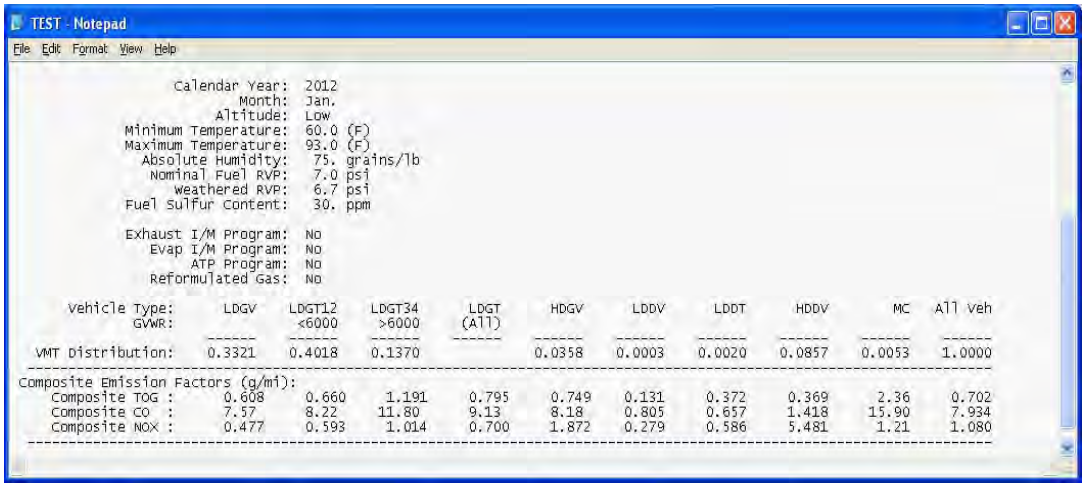


Microsoft Excel

EXAMPLE5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	FILE	RUN	SCEN	CAL_YEA	POL	VTYPE	GM_MILE	GM_DAY	STARTS	ENDS	MILES	MPG	VMT	
2	1	1	1	2012	1	1	0.592	17.429	7.28	5.3799	29.4393	24.1	0.332129	
3	1	1	1	2012	1	2	0.6227	21.931	8.06	5.7548	35.2174	18.54	0.09282	
4	1	1	1	2012	1	3	0.6609	23.274	8.06	5.7548	35.2174	18.54	0.309	
5	1	1	1	2012	1	4	1.1848	40.404	8.06	5.7548	34.1026	14.27	0.093859	
6	1	1	1	2012	1	5	1.2348	42.112	8.06	5.7548	34.1026	14.27	0.043161	
7	1	1	1	2012	1	6	0.787	28.57	6.88	4.9123	36.3	10.09	0.029987	
8	1	1	1	2012	1	7	0.9154	34.183	6.88	4.9123	37.3429	9.37	0.001047	
9	1	1	1	2012	1	8	1.6884	45.646	6.88	4.9123	27.0346	9.25	0.000323	
10	1	1	1	2012	1	9	1.4646	43.815	6.88	4.9123	29.9161	7.98	0.001052	
11	1	1	1	2012	1	10	1.4532	43.551	6.88	4.9123	29.9688	8.08	0.00227	
12	1	1	1	2012	1	11	1.6043	46.655	6.88	4.9123	29.0817	7.4	0.000943	
13	1	1	1	2012	1	12	2.0948	53.483	6.88	4.9123	25.5315	6.99	0.000003	
14	1	1	1	2012	1	13	0	0	0	0	0	0	0	
15	1	1	1	2012	1	14	0.1312	3.929	7.28	5.1979	29.9571	32.4	0.000294	
16	1	1	1	2012	1	15	0	0	0	0	0	0	0	
17	1	1	1	2012	1	16	0.1462	6.117	6.65	4.7481	41.8338	12.92	0.008979	
18	1	1	1	2012	1	17	0.1552	6.743	6.65	4.7481	43.441	11.64	0.002784	
19	1	1	1	2012	1	18	0.2164	11.125	6.65	4.7481	51.4126	10.17	0.002892	
20	1	1	1	2012	1	19	0.2316	12.308	6.65	4.7481	53.1519	9.86	0.001361	
21	1	1	1	2012	1	20	0.2817	16.064	6.65	4.7481	57.0244	8.7	0.006503	

ภาพที่ 2.7 เอาท์พุตที่เป็นฐานข้อมูลที่ได้จากการรันแบบจำลอง



TEST - Notepad

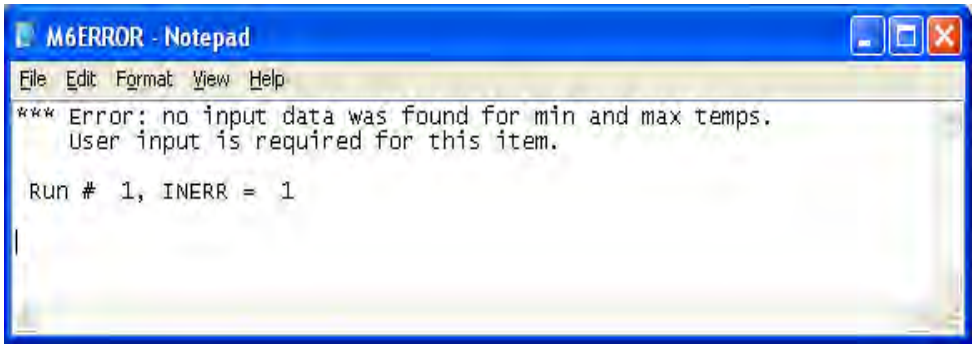
File Edit Format View Help

```
                Calendar Year:  2012
                        Month:  Jan.
                     Altitude:  Low
          Minimum Temperature:  60.0 (F)
          Maximum Temperature:  93.0 (F)
            Absolute Humidity:   75. grains/lb
              Nominal Fuel RVP:   7.0 psi
                 Weathered RVP:   6.7 psi
            Fuel Sulfur Content:   30. ppm

            Exhaust I/M Program:  No
               Evap I/M Program:  No
                    ATP Program:  No
              Reformulated Gas:  No

     Vehicle Type:      LDGV     LDGT12     LDGT34      LDGT      HDGV      LDDV      LDDT      HDDV        MC   All Veh
          GVWR:                  <6000      >6000      (All)
                    ---------  ---------  ---------  ---------  ---------  ---------  ---------  ---------  ---------  ---------
VMT Distribution:      0.3321     0.4018     0.1370                0.0358     0.0003     0.0020     0.0857     0.0053     1.0000
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
Composite Emission Factors (g/mi):
    Composite TOG :      0.608      0.660      1.191      0.795      0.749      0.131      0.372      0.369      2.36      0.702
    Composite CO  :       7.57       8.22      11.80       9.13       8.18      0.805      0.657      1.418      15.90      7.934
    Composite NOX :      0.477      0.593      1.014      0.700      1.872      0.279      0.586      5.481      1.21      1.080
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

ภาพที่ 2.8 เอาท์พุตที่เป็นการบรรยายที่ได้จากการรันแบบจำลอง

3. **Spreadsheet Output** จะแสดงเป็นตาราง ซึ่งจะแสดงออกมาเป็น file.TAB เพื่อใช้ใน spreadsheet software หรือป้อนเข้าสู่โปรแกรม Database เช่น Lotus 123 หรือ Excel.

4. **Warning and Error Messages** จะแสดงค่า error ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะแสดงใน M6ERROR.TXT หรืออาจจะแสดงค่า Warning ใน Descriptive Output Reports



ภาพที่ 2.9 Warning and Error Messages ที่เกิดขึ้นใน M6ERROR.TXT

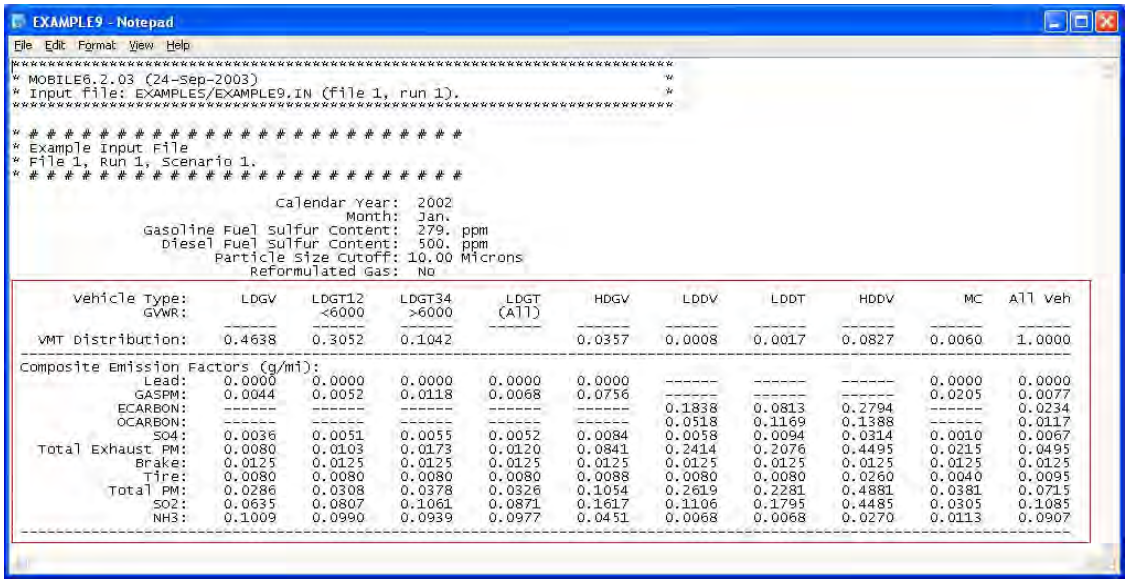
จ. สิ่งที่เพิ่มเติมในแบบจำลอง MOBILE6.1และ MOBILE 6.2

1. MOBILE6.1

MOBILE6.1 จะเพิ่มการประเมินค่าฝุ่นละออง (PM) จากไอเสียเครื่องยนต์ ล้อและเบรก ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซแอมโมเนียลงใน MOBILE6 ฝุ่นละอองจากไอเสียรถยนต์จะประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ อนุภาคตะกั่ว อินทรีย์คาร์บอน สารประกอบคาร์บอน และซัลเฟอร์

ใน MOBILE6.1 เพิ่มคำสั่ง เพื่อทำการประเมินมลพิษที่เพิ่มขึ้น คือ คำสั่ง PARTICULATES และเพิ่มคำสั่งให้สามารถแสดงค่าเอาท์พุตเป็นแบบ PREADSHEET คือ คำสั่ง SPREADSHEET

Output File ที่เพิ่มขึ้นในแบบจำลอง MOBILE6.1 คือ เอาท์พุตที่แสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ PM คือ ชื่อ file.PM



ภาพที่ 2.10 การประเมินค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่เพิ่มขึ้นใน MOBILE6.1

2. MOBILE 6.2

MOBILE6.2 จะเพิ่มการประเมินค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของก๊าซพิษ 6 ประเภท ซึ่งเป็นดังตารางที่ 2.10

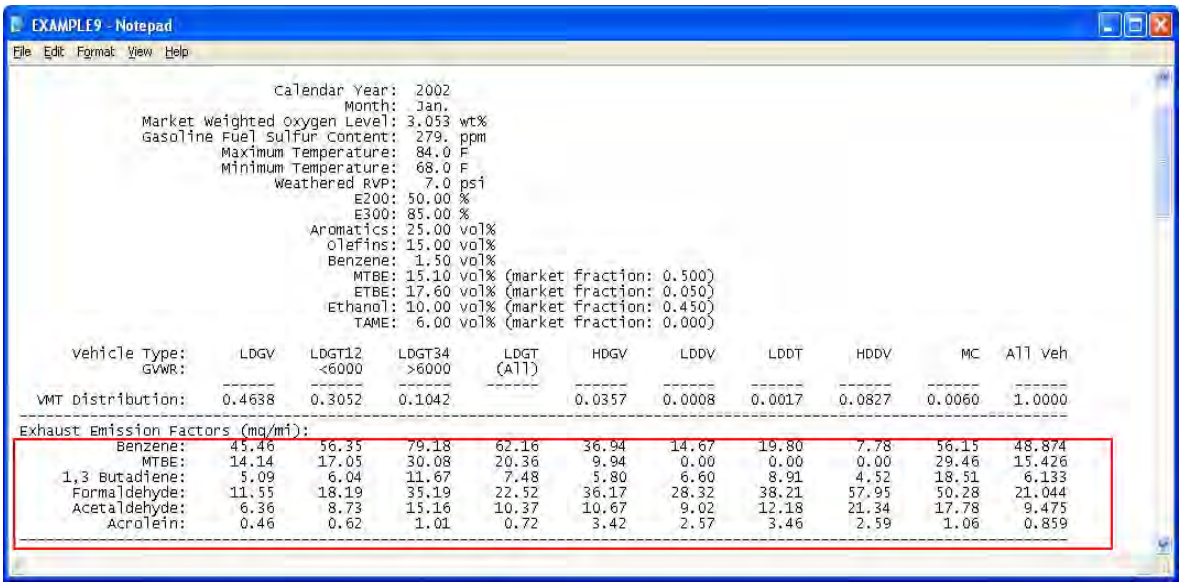
ตารางที่ 2.10 ตัวย่อของมลพิษ

ตัวย่อของมลพิษ	ชื่อเต็มของมลพิษ
BENZ	Benzene
MTBE	Methyl Tertiary Butyl Ether
BUTA	1,3-Butadiene
FORM	Formaldehyde
ACET	Acetaldehyde
ACRO	Acrolein

แหล่งที่มา: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf

MOBILE6.2 จะมีการเพิ่มคำสั่งเพื่อใช้ในคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของก๊าซพิษ คำสั่งนั้นคือ AIR TOXICS และจะต้องมีการเตรียมข้อมูลเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ AIR TOXICS เช่น อะโรมาติก (aromatic) ในน้ำมันเบนซิน โอลิฟิน (Olefin) ในน้ำมันเบนซิน เป็นต้น

Output File ที่เพิ่มขึ้นในแบบจำลอง MOBILE6.2 คือ เอาท์พุตที่แสดงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของก๊าซพิษ คือ ชื่อ file.TOX



ภาพที่ 2.11 การประเมินมลพิษทางอากาศที่เป็นพิษของ MOBILE6.2

2.5.3 แบบจำลองอื่น ๆ

แบบจำลองอื่นๆที่สามารถนำมาใช้หาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษอากาศมีดังนี้

1. EMission FACtors model (EMFAC)

แบบจำลอง EMFAC เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาโดย Air Resources Board (ARB) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่คำนวณอัตราการปล่อยมลพิษและค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากของรถยนต์ทั้งหมดตั้งแต่รถยนต์โดยสาร จนถึง รถบรรทุกขนาดใหญ่ บนถนนท้องถิ่น ถนนที่ไม่จำกัดความเร็ว และทางหลวงในแคลิฟอร์เนีย (California Air Resources Board, 2007)

โดยที่แบบจำลองนี้จะคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษและบัญชีการปล่อยมลพิษสำหรับมลพิษดังนี้

- ไฮโดรคาร์บอน (HC)
- คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)
- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)
- ฝุ่นละออง ได้แก่ TSP, PM10 และ PM2.5
- ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) โดยจะเกิดจากซัลเฟอร์ที่ผสมในเชื้อเพลิง
- ตะกั่ว (Pb)โดยจะเกิดจากตะกั่วที่ผสมในเชื้อเพลิง

EMFAC จะสามารถรันในคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดว์ 95 วินโดว์เอ็นที4 และมีฮาร์ดแวร์อย่างน้อยเป็นดังนี้ คือ

- CPU อย่างน้อยจะต้องเป็น Intel
- หน่วยความจำอย่างน้อย 64-128 Mb
- ฮาร์ดดิสอย่างน้อย 55 Mb

2. Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES)

MOVES มีจุดมุ่งหมายที่จะรวมและปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีกว่าแบบจำลองที่มีอยู่ก่อนหน้า เช่น MOBILE และ NONROAD (U.S.EPA, 2007) โดยจะมี 2 เวอร์ชั่น

ก. MOVES2004

เป็นเวอร์ชั่นแรก ซึ่งสามารถใช้ในการประเมินบัญชีการปล่อยมลพิษ และวางแผนการใช้พลังงาน ประเมินการปล่อย N_2O และ มีเทน (CH_4) จากรถยนต์บนถนน ในระดับประเทศตลอดปี 2050 ซึ่งเวอร์ชั่นนี้จะมี default ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินในสหรัฐอเมริกา

MOVES2004 จะไม่มีการประเมินมลพิษในส่วนของ Non-highway Mobile source ไม่มีการประเมินการปล่อยมลพิษที่เป็น Criteria และการดำเนินงานในระดับสเกลเล็ก **ขอบเขตของ MOVES2004**

เอาท์พุตของการรัน MOVES2004 จะแสดง

- ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด (ปิโตรเลียม ฟอสซิล)
- ปริมาณมลพิษไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และมีเทน (CH_4)
- ระยะทาง(ค่าไมล์การเดินทาง VMT)
- ช่วงเวลาที่เริ่มรันแบบจำลอง

Source: แหล่งกำเนิดที่ใช้ในการรันแบบจำลองได้คือแหล่งกำเนิดทุกประเภทบนท้องถนน ซึ่งรวมรถยนต์ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถโดยสารประจำทาง และ รถจักรยานยนต์

Emission Processes: สามารถประเมินค่าการปล่อยมลพิษและการใช้พลังงานในช่วงรถยนต์กำลังวิ่ง (running) และช่วงรถยนต์เริ่มทำงาน (start) และช่วงที่รถยนต์อยู่เฉยๆ

Geography: สามารถที่จะประเมินได้ทั่วสหรัฐอเมริกา ทั้งที่เป็นมลรัฐ และระดับถนน

Time Spans: การประเมินสามารถที่จะประเมินเป็นชั่วโมง วัน เดือน ของปี 1999 ถึง 2050

Fuels: เชื้อเพลิงที่สามารถนำมาใช้ในการประเมิน คือ น้ำมันเบนซิน (แบบธรรมดา E10 และแบบที่มีการปรับปรุง) ดีเซล (แบบธรรมดา ไบโอดีเซล และ Fischer-Tropsch) CNG, E85, M85 แอลพีจี ไฟฟ้า ไฮโดรเจน (ก๊าซ และของเหลว)

Vehicle Technologies: การเผาไหม้ภายในแบบธรรมดา (ทุกเชื้อเพลิง) การเผาไหม้ภายในแบบขั้นสูง (ก๊าซ และ ดีเซล) hybrid-electric แบบปานกลาง (ก๊าซ และ ดีเซล) hybrid-electric แบบเติม (ก๊าซ และ ดีเซล) Fuel cell และ hybrid fuel cell-electric จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ ไฮโดรเจน

ข. MOVES-HVI (The highway Vehicle Implementation of the Motor Vehicle Emission Simulator)

เป็นเวอร์ชั่นที่สองของแบบจำลอง MOVES ซึ่งมี Function ทุกอย่างของ MOVES 2004 และสามารถประเมินบัญชีการปล่อยมลพิษระดับชาติ และวางแผนการใช้พลังงาน การปล่อย N_2O และ มีเทน (CH_4) จากรถยนต์บนถนนได้เหมือนเวอร์ชั่นแรก

MOVES-HVI จะเพิ่มฟังก์ชันที่สำคัญ เพื่อให้แบบจำลองสามารถที่จะประเมินการปล่อยมลพิษพื้นฐานซึ่งได้แก่ HC, CO, NO_x และ PM จากรถยนต์บนท้องถนน MOVES-HVI มีจุดมุ่งหมายเพียงเพื่อการทดลอง

อนาคตของ MOVES หรือเวอร์ชั่นใหม่ของ MOVES มีการวางแผนว่าจะเพิ่มการประเมินการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่อย่างอื่น เช่น เครื่องบิน หัวรถจักร หรือหัวรถไฟ เรือ และแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ที่ไม่อยู่บนท้องถนน และจะดำเนินในระดับสเกลเล็กๆ

MOVES-HVI จะไม่มี

- การประเมินมลพิษในส่วนของ Non-highway mobile source
- การดำเนินงานในระดับสเกลเล็ก

คอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนแบบจำลองการปล่อยมลพิษ MOVES จะต้องติดตั้งซอฟแวร์ ดังนี้

- Windows 2000 or higher system
- Java 1.4.2 SDK
- MySQL 4.0 or higher
- MySQL Connection ODBC 3.51
- MySQL Query Browser (recommended)

3.Copert

Copert เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดย European Environment Agency ซึ่งใช้ในการคำนวณหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากการขนส่งบนท้องถนน โดยที่จะแบ่งประเภทของรถยนต์เป็น รถยนต์โดยสาร รถยนต์ขนาดเล็ก รถยนต์ขนาดใหญ่ รถประจำทางในเมือง และรถพ่วง รถสองล้อ ซึ่งค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่สามารถคำนวนได้ ได้แก่ NO_x, N_2O, SO_x , VOC CH_4, CO, CO_2 , NH_3,อนุภาคเล็กๆจากน้ำมันดีเซล และโลหะหนัก(ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง โครเมียม นิเกิล ซิลีเนียม และสังกะสี)(European Environment ,1997)

คอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนแบบจำลองการปล่อยมลพิษ Copert จะต้องเป็นระบบปฏิบัติการวินโดว์ ที่เป็น 32 บิต เช่น วินโดว์95 วินโดว์98 วินโดว์ NT และคอมพิวเตอร์ต้องมีฮาร์ดแวร์ อย่างน้อย เป็น

- CPU อย่างน้อยจะต้องเป็น Intel Pentium 100

- หน่วยความจำ 16 Mb
- ฮาร์ดดิสอย่างน้อย 15 Mb

2.5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) การปรับแก้แบบจำลอง

Radian International (1998) ทำการปรับแก้แบบจำลอง MOBILE4 ให้สามารถนำไปใช้ในประเทศไทย โดยที่แบบจำลองใหม่ คือ MOBILE-THAI ซึ่งจะคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) สำหรับรถยนต์ 8 ประเภท คือ

1. รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (Light Duty Gasoline Vehicles (LDGV))
2. รถแทกซี่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน, แอลพีจี (Taxis (Gasoline,LPG))
3. รถบรรทุกขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (Light Duty Gasoline Trucks (LDGT))
4. รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน (Heavy Duty Gasoline Vehicles (HDGV))
5. รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล (Light Duty Diesel Vehicles (LDDV))
6. รถบรรทุกขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล (Light Duty Diesel Trucks (LDDT))
7. รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (Heavy Duty Diesel Vehicles (HDDV))
8. รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ 4 จังหวะ และรถตุ๊กตุ๊ก (Motor Cycles (2 Stroke, 4 Stroke, Tuk-Tuks))

โดยที่มีข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้เป็นดังนี้

- ประเภทและอายุของรถยนต์ ทำการเปรียบเทียบว่ารถยนต์ของไทยปล่อยมลพิษใกล้เคียงกับรถยนต์ของสหรัฐอเมริกาปีใด ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 2.11
- ระยะทางการเดินทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภท
- จำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่จดทะเบียนในปี 1992
- เปอร์เซ็นต์จำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ
- คุณภาพของเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถยนต์แต่ละประเภท
- รูปแบบการขับขี่
- ปริมาณมลพิษขอรถยนต์ใหม่ (Zero mile level) และค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ประเภทต่างๆ (deterioration factor)

นอกจากนี้ก็ทำการปรับแก้หน่วยต่างๆให้สอดคล้องกับประเทศไทย เช่น อุณหภูมิ ปรับแก้จาก ^{o}F เป็น ^{o}C ความเร็ว ปรับแก้จาก mile/hr เป็น km/hr

ตารางที่ 2.11 การเปรียบเทียบโมเดลรถยนต์ของสหัฐอเมริกาและประเทศไทยที่ใช้ในการปรับแก้ (Radian International, 1998)

THAI YEAR	LDGV	TAXI	LDGT	HDGV	LDDV	LDDT	HDDV
1971	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1972	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1973	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1974	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1975	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1976	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1977	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1978	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1979	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1980	1968	1968	1968	1968	1968	1968	1968
1981	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
1982	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
1983	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
1984	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
1985	1972	1972	1972	1972	1972	1972	1972
1986	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
1987	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
1988	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
1989	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
1990	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
1991	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976
1992	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976
1993	1980	1980	1977	1977	1978	1978	1978
1994	1981	1981	1978	1977	1979	1979	1978
1995	1982	1982	1978	1977	1979	1979	1978
1996	1981	1981	1978	1977	1980	1980	1979
1997	1981	1981	1978	1977	1980	1980	1979
1998	1983	1983	1978	1977	1981	1981	1979
1999	1984	1984	1978	1977	1981	1981	1980
2001	1985	1985	1978	1977	1982	1982	1982
2002	1988	1988	1978	1977	1983	1984	1984

ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากกการรันโปรแกรม MOBILE-THAI เป็นดังภาพที่ 2.12

```
**********************************************
        MOBILE-THAI version 1.1

        Input Speed should be in km/hr
        Input Temperature should be in Celsius

        May 6,1994
        Radian Corporation
**********************************************
MOBILE4 Runs Thai TEST RUNS RVP=9.0 psi
0Total HC emission factors include evaporative HC emission factors.
0_____________________________________________________________________
0User supplied mileage accrual distributions,veh registration distributions.

0Cal. Year:1992          Region:Low          Altitude: 500 Ft.
                    I/M Program:No       Ambient Temp: 33.3/33.3/33.3 C
               Anti-tam.Program:No    Operating Mode: 20.6/27.3/20.6
0Bangkok     TH       ASTH Class:B
                  Mimimum Temp:24.(C)  Mimimum Temp:24.(C)
                 Base RVP(psi):9.0     In-use(IU)RVP:9.0 IU 1st Yr:2020
0Veh.Type:   LDGV    TAXI    LDTG       HDGV    LDDV    LDDT    HDDV    MC     All Veh

             ----    ----    ----       ----    ----    ----    ----    ----    -----
 spd Km/hr: 0.15    0.15    0.15       0.15    0.15    0.15    0.15    0.15
 VTM Mix  : 0.383   0.019   0.134      0.006   0.006   0.192   0.070   0.190
0Composite Emission Factors(grams/kilometer)
 Total  HC: 10.68   7.35    12.79      21.71   1.46    1.38    4.11    11.20   8.77
 Exhst  HC: 7.31    5.33    9.52       17.07   1.46    1.38    4.11    10.03   6.75
 Evap.  HC: 1.81    1.08    1.70       2.83                                1.18   1.18
 Refuel HC: 0.27    0.16    0.30       0.54                                       0.15
 Runing HC: 1.28    0.76    1.27       1.27                                       0.68
 Exhst  CO:99.32   80.06 123.05     356.78    3.51    3.51   14.62    50.53 69.57
 Exhst NOx: 1.92    1.68    2.21       3.28    1.44    1.98   21.90     0.11   3.02

Thai Motorcycle Exhaust and Evaporative Emission Factors
                2 Cycle    4 Cycle    Tuk-Tuks
 Exhaust  HC:    10.37       6.30       12.46
 Evap.    HC:     0.97       1.16        0.00
 Exhaust  CO:    51.67      42.08       23.82
 Exhaust NOX:     0.11       0.12        0.11
```

ภาพที่ 2.12 ผลลัพธ์ที่ได้จากกการรันโปรแกรม MOBILE-THAI (Radian International, 1998)

2) อินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6

Giannelli และคณะ (2002) งานวิจัยนี้ทำการศึกษาว่า อินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6 มีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากการรัน MOBILE6 (ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ HC, CO และ NO_x) อย่างไร โดยที่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง ต่ำ โดยที่อินพุตที่มีผลกระทบต่อการปล่อยมลพิษในระดับสูง คือ เมื่อให้อินพุตไปแล้วจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเปลี่ยนแปลงเกิน 20 %(เทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตเป็นค่า default) อินพุตที่มีผลกระทบต่อการปล่อยมลพิษในระดับปานกลาง คือ เมื่อให้อินพุตไปแล้วจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเปลี่ยนแปลง 5 - 20 %(เทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตเป็นค่า default) และอินพุตที่มีผลกระทบต่อการปล่อยมลพิษในระดับต่ำ คือ เมื่อให้อินพุตไปแล้วจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 5 %(เทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตเป็นค่า default) ซึ่งรายละเอียดของอินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ เป็นดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในระดับสูง กลาง ต่ำ

อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในระดับสูง		
HC	CO	NOx
ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ปีจดทะเบียนรถยนต์ ค่า RVP	ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ปีจดทะเบียนรถยนต์ ค่า RVP	ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด ปีจดทะเบียนรถยนต์
อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในระดับปานกลาง		
HC	CO	NOx
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล การสตาร์ทรถต่อวัน	การใช้เครื่องปรับอากาศ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ระยะทางสะสมเป็นไมล์ จำนวนการสตาร์ทรถต่อวัน	ความชื้นสัมบูรณ์ การใช้เครื่องปรับอากาศ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ระยะทางสะสมเป็นไมล์
อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในระดับต่ำ		
HC	CO	NOx
ความชื้นสัมบูรณ์ การใช้เครื่องปรับอากาศ ปริมาณ S ในเชื้อเพลิง ปริมาณออกซิเจนในเชื้อเพลิง ระยะทางสะสมเป็นไมล์	ความชื้นสัมบูรณ์ ปริมาณ S ในเชื้อเพลิง ปริมาณออกซิเจนในเชื้อเพลิง	ค่า RVP ปริมาณ S ในเชื้อเพลิง ปริมาณออกซิเจนในเชื้อเพลิง จำนวนการสตาร์ทรถต่อวัน

Cooper และ Arbrandt (2004) เนื่องจากอินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6 จะมีอิทธิพลต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ และอินพุตเหล่านี้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดปี จึงทำให้ค่าอินพุตที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปีอาจจะไม่เหมาะสม แต่ในทางกลับกันค่าอินพุตที่เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนอาจจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาว่า เมื่อทำการรันอินพุต ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความดันไอระเหยของน้ำมันเบนซิน และความชื้น ที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี และ อินพุตที่เป็นค่าในแต่ละเดือนจะมีผลต่อการปล่อยมลพิษรายปีอย่างไร

ผลจากการศึกษาจะได้ว่า

- ค่าการปล่อยมลพิษรายปีของ VOCs และ NO_x ที่ได้จากการรันแบบจำลองโดยใช้อินพุตในแต่ละเดือน แล้วนำมาเฉลี่ย จะมีค่าน้อยกว่าเมื่อทำการรันแบบจำลองโดยใช้อินพุตเป็นค่าเฉลี่ยรายปี
- ค่าการปล่อยมลพิษรายปีของ CO ที่ได้จากการรันแบบจำลองโดยใช้ อินพุตเป็นค่าในแต่ละเดือนแล้วนำมาเฉลี่ย และอินพุตเป็นค่าเฉลี่ยรายปี

จะมีความแตกต่างกันประมาณ 10,583 ตันต่อปี หรือประมาณ 2.6% ของการปล่อยมลพิษรายปีทั้งหมด

3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองตระกูล MOBILE

Robinson และคณะ (1996) ทำการศึกษาการวัดการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ที่อุโมงค์ TUSCARORA ในเมือง Pennsylvania และอุโมงค์ Fort McHENRY ในเมือง Maryland ถูกเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ของ U.S. EPA คือ MOBILE4.1 และ MOBILE5 โดยค่าที่ได้จาก 2 แบบจำลองสามารถยอมรับได้ เมื่อค่าที่ได้จากแบบจำลองแตกต่างกับค่าที่วัดจริงที่อุโมงค์ประมาณ ±50% ซึ่ง MOBILE5 จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่สูงกว่า MOBILE4.1 ที่อุโมงค์ TUSCARORA ซึ่งมีลักษณะเป็นระดับเดียวกัน ซึ่งแบบจำลองทั้ง 2 มีแนวโน้มในการทำนายค่าเกินจริง ที่อุโมงค์ Fort McHENRY ซึ่งมีลักษณะเป็นอุโมงค์ที่ลาดเอียง MOBILE4.1 จะทำนายค่าได้ต่ำกว่า และ MOBILE5 จะทำนายค่าได้สูงกว่า

โดยงานวิจัยนี้จะแบ่งประเภทของรถยนต์ที่ทำการทำนายออกเป็น 8 ประเภท คือ

- LDGV (spark-ignition automobiles)
- LDGT1 (light-duty spark-ignition trucks, class 1)
- LDGT2 (light-duty trucks, class 2)
- HDGV (heavy-duty spark-ignition trucks and buses)
- LDDV (diesel automobiles)
- LDDT (light-duty diesel trucks)
- HDDV (heavy-duty diesel trucks and buses)
- MTCY (motorcycles).

ค่า Tampering rate ที่ใช้ในแบบจำลองเป็นค่าที่ Default ในแบบจำลอง และไม่มีการใช้มาตรการปรับแต่ง และมาตรการตรวจสภาพและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์

อุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อการทำนายค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง เมื่ออุณหภูมิในอุโมงค์และอุณหภูมิรอบนอกแตกต่างกันมาก โดยที่ในอุโมงค์ Fort McHENRY นั้นความแตกต่างของอุณหภูมิข้างในอุโมงค์และนอกอุโมงค์จะอยู่ที่ประมาณ 4.7 องศาเซลเซียส ซึ่งความแตกต่างนี้จะมีผลต่อการทำนายค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของแบบจำลอง โดยที่อุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะใช้ในการรันแบบจำลอง คือ อุณหภูมิที่ทางออกของอุโมงค์ ส่วนอุโมงค์ที่ Tuscarora ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในอุโมงค์และนอกอุโมงค์น้อยมาก ซึ่งส่งผลน้อยมากในการทำนายค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของแบบจำลอง

ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง จะส่งผลกระทบต่อการทำนายค่าการปล่อยมลพิษของแบบจำลอง โดยที่อุโมงค์ Tuscarora ได้ใช้ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงเท่ากับ 8.2 ซึ่งเป็นค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงของตัวอย่างน้ำมันเบนซินที่ใช้ในพื้นที่ และที่อุโมงค์ Fort McHENRY ได้ใช้ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงเท่ากับ 6.8 ซึ่งได้จากการวัดตัวอย่างเชื้อเพลิงที่ใช้ในพื้นที่อุโมงค์ Fort McHENRY นอกจากนั้น การทดลองนี้มีการใช้ค่า Input Flag ดังภาพที่ 2.13

Flag	Value	Meaning
TAMFLG	1	Use Mobile 4.1/5 default tampering rates.
SPDFLG	2	Use user supplied speed values, one for each vehicle type.
VMFLAG	1	Use Mobile 4.1/5 Vehicle Miles Traveled (VMT) mix.
MYMRFG	1	Use Mobile 4.1/5 (national average) annual mileage accumulation rates and registration distributions.
NEWFLG	1	Use Mobile 4.1/5 basic exhaust emission rates.
IMFLAG	1	No inspection and maintenance program is assumed to be operating.
ALHFLG	3	User supplies 10 additional values for exhaust emission factor adjustments[a].
ATPFLG	1	No anti-tampering program is assumed.
RLFLAG	3	Model impact of onboard vapor recovery system (VRS) on refueling emissions.
TEMFLG	2	The model will use the user supplied ambient temperature value in calculating temperature corrections to all exhaust emissions, hot soak evaporative emissions,[b] and running and resting loss emissions.
OUTFMT	5	The model provides by-model-year output.
NMHFLG	2	The model uses non-methane hydrocarbon emission factors.
HCFLAG	2	The model will supply hydrocarbon emission factors by sum and components (exhaust, evaporative, [b]refueling, [b]running loss, and resting loss).

ภาพที่ 2.13 ค่า Input Flag

ที่มา: Robinson (1996)

พฤกษ์ พงศ์พฤกษา (2544) งานวิจัยนี้ได้จัดทำฐานข้อมูลการปล่อยมลพิษของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และไนโตรเจนออกไซด์จากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ แบบจุด แบบพื้นที่ ของกรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยการนำข้อมูลทางสถิติของพื้นที่ศึกษาที่จัดเก็บเป็นฐานข้อมูลโดยหน่วยงานรัฐบาล มาประมวลผลกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ซึ่งจัดทำโดยหน่วยงานรัฐบาลของต่างประเทศ เช่น องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US Environmental Protection Agency, US EPA) และองค์กรสิ่งแวดล้อมของยุโรป (European Environment Agency, EEA) โดยที่จะทำการเลือกค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ซึ่งจะนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน (โดยการเปรียบเทียบนั้นเพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ) โดยจะพิจารณาถึงความเหมาะสมและความยากง่ายในการประยุกต์ใช้ตัวคูณการปล่อยมลพิษ

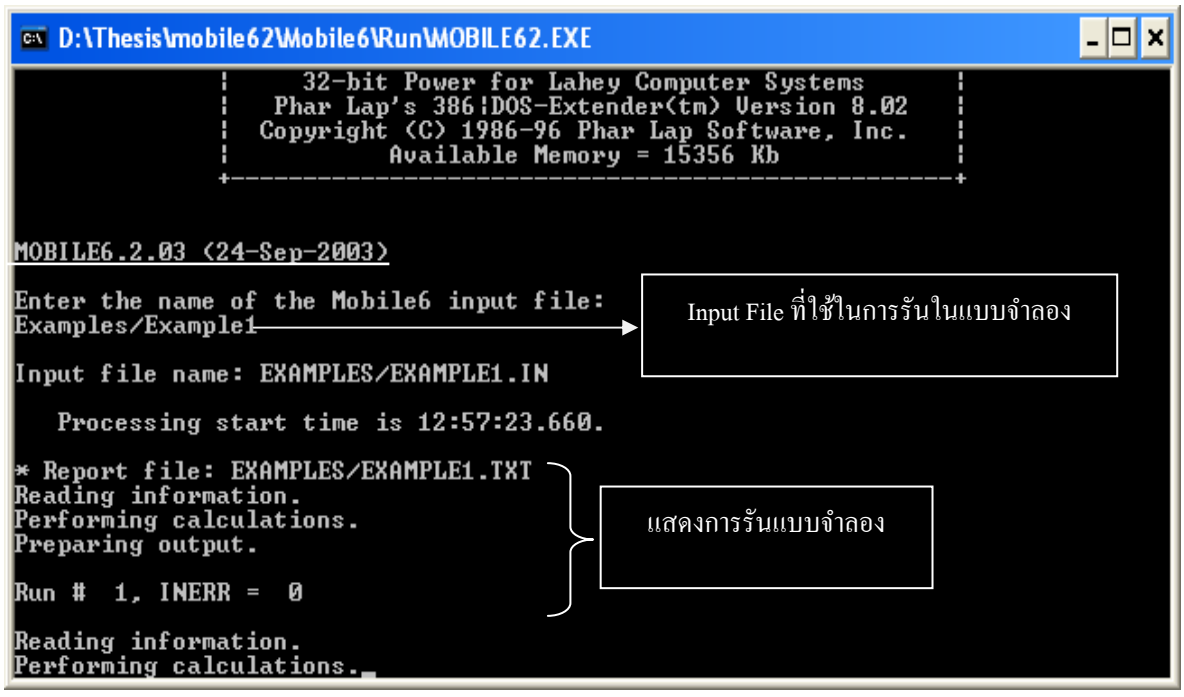
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือในการวิจัย

3.1.1 แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6 (2.03) และ Source Code ของแบบจำลอง MOBILE6

แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6 (2.03) เป็นแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใช้หาตัวคูณการปล่อยมลพิษของก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ฝุ่นละออง (PM) และก๊าซพิษ จากรถยนต์ รถบรรทุก รถประจำทาง และจักรยานยนต์ ภายใต้เงื่อนไขหลากหลาย โดยตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง จะอยู่ในรูป กรัมต่อไมล์ (g/mi) และจะประมาณตัวคูณการปล่อยมลพิษในช่วงปี 1952 ถึง 2050 MOBILE6 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดยใช้ภาษาฟอร์แทรน งานวิจัยนี้จะนำแบบจำลอง MOBILE6 มาทำการปรับแก้ให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ในประเทศไทย จึงต้องนำ Source code ของแบบจำลองมาปรับแก้ สามารถดาวน์โหลดแบบจำลอง MOBILE6 และ Source code ได้ที่ http://www.epa.gov/otaq/m6.htm



ภาพที่ 3.1 แบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ MOBILE6

3.1.2 G95 Compiler

เนื่องจากแบบจำลอง MOBILE6 ที่นำมาพัฒนาและปรับแก้ เป็นแบบจำลองที่พัฒนาจากภาษาฟอร์แทรน จึงเลือกใช้ G95 Compiler เป็นตัวคอมไพล์แบบจำลองที่ได้ทำการปรับแก้ ซึ่ง G95 Compiler เป็นตัวฟอร์แทรนคอมไพล์เลอร์ที่เป็นโอเพนซอร์ซ จึงสามารถดาวน์โหลดตัวคอมไพเลอร์ และวิธีการใช้ ได้จากเว็บไซต์ http://www.g95.org/

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะแบ่งขั้นตอนในการทำงานออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่1 ศึกษาแบบจำลอง Mobile6 และอินพุตที่ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งจะทำการศึกษา 2 ส่วน คือ

1) ศึกษาแบบจำลองตัวคูณการปล่อยมลพิษ โดยจะทำการศึกษา

- ค่า Default ที่ใช้ในแบบจำลอง คือ ค่าที่กำหนดในแบบจำลอง จะเรียกใช้เมื่อไม่มีการป้อนอินพุตให้แบบจำลอง ซึ่งจะศึกษาว่าค่า default ที่ใช้ในแบบจำลองมีอะไรบ้าง
- ฟังก์ชันการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของแบบจำลอง
- ส่วนที่จะทำการปรับแก้ให้สอดคล้องกับประเทศไทย

2) ศึกษาในส่วนของอินพุตที่จะใช้ในการรันแบบจำลอง ซึ่งจะศึกษาว่าอินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลองมีอะไรบ้าง

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมและประมวลข้อมูล ที่จะได้จากหน่วยงานต่างๆ

ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่จะนำไปทำการปรับแก้แบบจำลองหรือ นำไปเป็นอินพุต จากหน่วยงานต่างๆ โดยรายละเอียดและที่มาของข้อมูล เป็นดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมและที่มาของข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งที่รวบรวม
ข้อมูลรถยนต์	กรมขนส่งทางบก สำนักการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ(ขสมก)
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา
ข้อมูลเชื้อเพลิง	กรมธุรกิจพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
ข้อมูลการตรวจวัดการปล่อยมลพิษอากาศจากรถยนต์	กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หลังจากรวบรวมข้อมูลแล้ว ก็นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ และปรับแก้ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 ปรับแก้แบบจำลอง ทำการปรับแก้ส่วนต่างๆในแบบจำลองให้สอดคล้องกับประเทศไทย โดยส่วนที่ปรับแก้มีดังนี้

1) ประเภท และจำนวนของรถยนต์ในแบบจำลอง

2) ปรับแก้ค่า default ต่างๆให้สอดคล้องกับประเทศไทย ซึ่งค่า default ที่ทำการปรับมีดังนี้ คือ

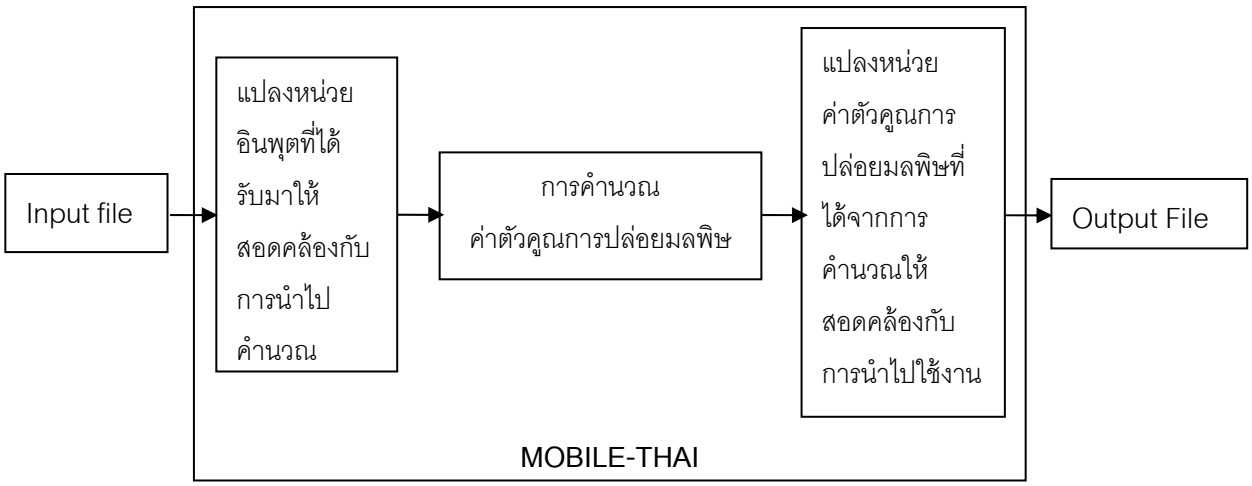
- ค่าการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ใหม่ (Zero Mile Level) และค่าการเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ (Deterioration Rates)

- ค่าปริมาณสูงสุดของซัลเฟอร์ จากเดิมในแบบจำลองจะกำหนดไว้เท่ากับ 600 ppm จะเปลี่ยนเป็น 1,000 ppm เนื่องจากปริมาณซัลเฟอร์ในอดีตของประเทศไทยมีค่ามากกว่าในแบบจำลอง

- สัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ซึ่งเชื้อเพลิง ได้แก่ เบนซิน ดีเซล ก๊าซโซฮอล์ และ แอลพีจี ซีเอ็นจี

3) ปรับหน่วยต่างๆ ให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในประเทศ ซึ่งการปรับหน่วยจะมี 2 ส่วนด้วยกัน คือ ปรับหน่วยอินพุตที่รับมาจาก input file ให้สอดคล้องกับการไปใช้ในแบบจำลอง และปรับหน่วยที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งเป็นดังภาพที่ 3.2 ซึ่งข้อมูลที่จะต้องมีการเปลี่ยนหน่วยแสดงดังตารางที่ 3.2

เมื่อทำการปรับแก้ส่วนต่างๆ แล้วจะได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับประเทศไทย คือ MOBILE-THAI



ภาพที่ 3.2 การปรับแก้แบบจำลองให้สามารถรับอินพุตและแสดงเอาท์พุตในหน่วยที่ใช้ในประเทศไทย

ตารางที่ 3.2 การปรับแก้แบบจำลองให้สามารถรับอินพุตและแสดงเอาท์พุตในหน่วยที่ใช้ในประเทศไทย

ข้อมูลที่ต้องเปลี่ยนหน่วย	การเปลี่ยนหน่วยก่อนนำไปใช้ในการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ	การเปลี่ยนหน่วยก่อนนำไปแสดงเป็นเอาท์พุต
อุณหภูมิ	เปลี่ยนหน่วย ^{o}C เป็น ^{o}F	เปลี่ยนหน่วยจาก ^{o}F เป็น ^{o}C
ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ		เปลี่ยนหน่วย g/mi เป็นg/km
ความเร็วรถ	เปลี่ยนหน่วย km/hr เป็น mi/hr	เปลี่ยนหน่วย mi/hr เป็น km/hr
ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง	เปลี่ยนหน่วย kPa เป็น psi	เปลี่ยนหน่วย psi เป็น kPa
ความดันบรรยากาศ	เปลี่ยนหน่วย hPa เป็น in Hg	เปลี่ยนหน่วย in Hg เป็น hPa
ค่าการปล่อยมลพิษของรถใหม่ (Zero Mile Level)	เปลี่ยนหน่วย g/km เป็น g/mil (รถขนาดเล็ก) เปลี่ยนหน่วยจาก g/kWh เป็น g/bhp (รถขนาดใหญ่)	

ขั้นตอนที่ 4 เตรียมอินพุตสำหรับการรันแบบจำลอง

อินพุตที่จะป้อนให้กับแบบจำลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ External data file และ input file โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาจัดทำเป็น Input file และ External data file โดยอินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI เป็นดังตารางที่ 3.3 เมื่อจะป้อนข้อมูล External data file ให้กับแบบจำลอง จะต้องป้อนผ่าน Input file

ตารางที่ 3.3 อินพุตที่นำมาเป็น Input file และ External data file เพื่อใช้ในแบบจำลอง MOBILE-THAI

อินพุตที่นำมาเป็น Input file		
ข้อมูล External/Ambient Condition		
	ปีที่ต้องการประเมิน	
	อุณหภูมิ	
	ค่าความชื้นสัมพัทธ์	
	ค่าความดันบรรยากาศ	
	ปริมาณเมฆปกคลุม	
	ความสูงของพื้นที่	
ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิง		
น้ำมันเบนซิน	ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง	
	ปริมาณซัลเฟอร์	
	ปริมาณออกซิเจนเนต	
น้ำมันดีเซล	ปริมาณซัลเฟอร์	
ข้อมูลเกี่ยวกับรถ		
	ความเร็วรถ	
ข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษ		
	ขนาดของ PM	
อินพุตที่นำมาเป็น External data file		
ข้อมูลเกี่ยวกับรถ		
	สัดส่วนของรถแต่ละชนิดที่จดทะเบียน	Regdata.in
	ระยะทางสะสมของรถแต่ละชนิดตามอายุรถ	Miledat.in
ข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษ		
	ค่า PM ZML ของรถยนต์แต่ละชนิด	PMGZML.CSV, PMDZML.CSV
	ค่า PM DR ของรถยนต์แต่ละชนิด	PMGDR1.CSV,PMGDR2.CSV PMDDR1.CSV, PMDDR2.CSV

ขั้นตอนที่ 5 รันแบบจำลอง จะแบ่งการรันออกเป็น 2 แบบ คือ

1) รันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตที่แตกต่างกัน เพื่อดูว่าอินพุตตัวใดมีอิทธิพลต่อค่าตัวคูณมลพิษมากน้อยเพียงใด

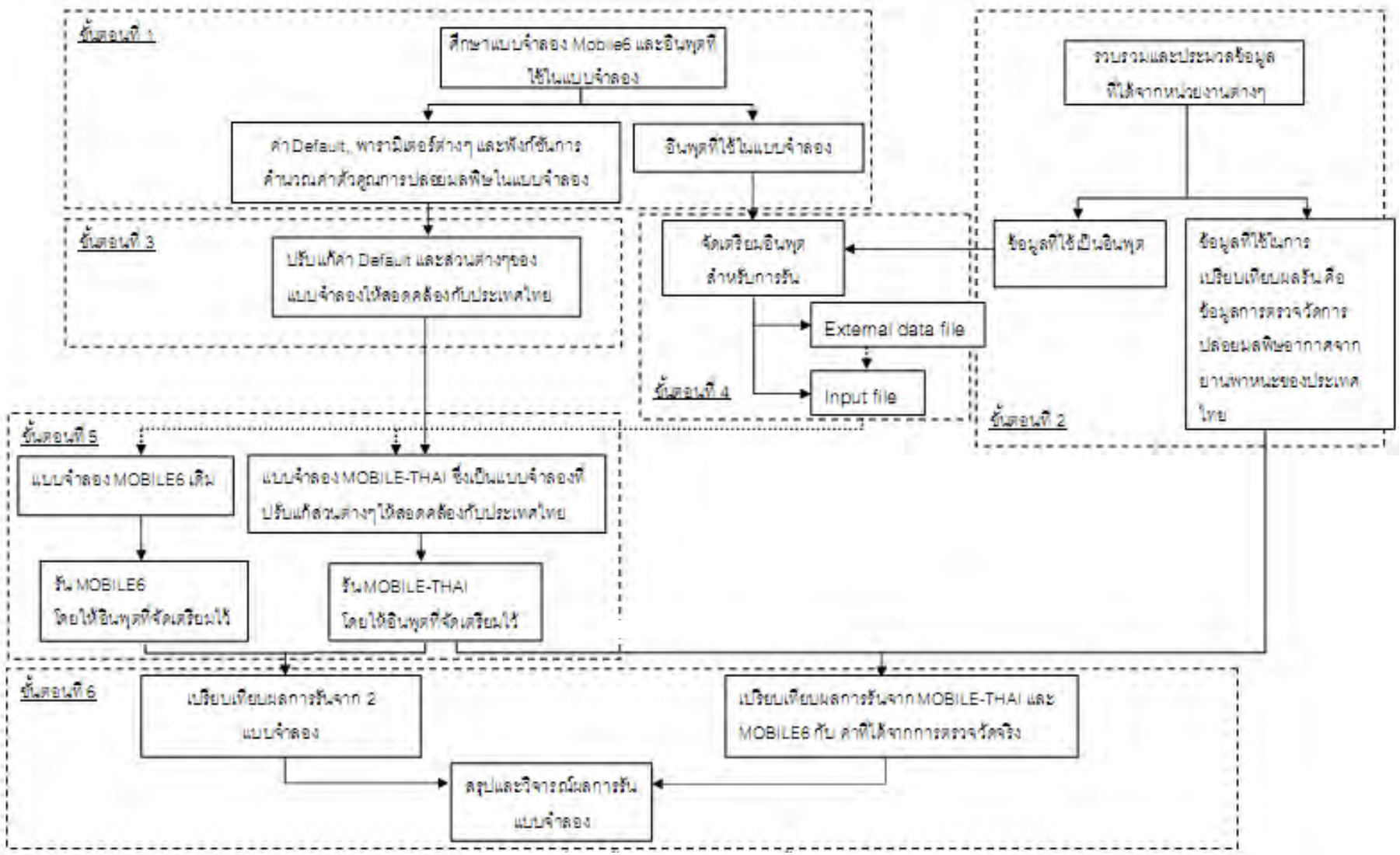
2) รันแบบจำลอง MOBILE6 เดิม โดยให้อินพุตของประเทศไทย ที่ได้จัดเตรียมไว้ตามขั้นตอนที่ 4

3) รันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตของประเทศไทย ที่ได้จัดเตรียมไว้ตามขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบผลการรัน โดยจะทำการเปรียบเทียบ 2 ส่วน คือ

1) นำเอาท์พุตที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 มาทำการเปรียบเทียบกันเพื่อดูความแตกต่างของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 แบบ ว่าแตกต่างกันมากเพียงใด

2) นำเอาท์พุต ที่ได้จากการรันแบบจำลองทั้ง 2 มาทำการเปรียบเทียบกับค่าการปล่อยมลพิษอากาศจากรถยนต์ที่ได้จากการตรวจวัดจากกรมควบคุมมลพิษ เพื่อดูค่าความแตกต่างระหว่างเอาท์พุต ที่ได้จากการรันแบบจำลองทั้ง 2 กับค่าที่ได้จากการตรวจวัดค่าการปล่อยมลพิษอากาศจากรถยนต์จากกรมควบคุมมลพิษมีความแตกต่างมากเพียงใด และสามารถที่จะยอมรับได้หรือไม่



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด

3.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง และใช้เป็นอินพุตสำหรับรันในแบบจำลอง เป็นข้อมูลที่รวบรวมไว้โดยหน่วยงานต่างๆ ในประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นบางข้อมูลสามารถนำมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีการปรับแก้ แต่บางข้อมูลต้องมีการปรับแก้ก่อนนำไปใช้ โดยข้อมูลที่จะนำไปใช้แบ่งได้เป็น ข้อมูลรถยนต์ ข้อมูลเชื้อเพลิง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลระดับความสูงต่ำของพื้นที่ และปีฐานของข้อมูลทั้งหมด คือ ปี พ.ศ. 2550 หรือ ปี ค.ศ.2007

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง

ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นำไปใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง จะเป็นข้อมูลรถยนต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ประเภทรถยนต์

ข้อมูลประเภทรถยนต์ที่เก็บรวบรวม จะได้มาจาก 2 แหล่ง คือ จากกรมการขนส่งทางบก และจากห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากรถยนต์ กรมควบคุมมลพิษ โดยประเภทของรถยนต์ที่แบ่งตามกรมการขนส่งทางบก จะแบ่งประเภทรถยนต์ออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ รถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ รถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกและรถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน แต่ละประเภทหลักก็ยังแบ่งเป็นประเภทย่อยดังนี้

ก. รถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ Vehicles under Motor Vehicle Act

- รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน Sedan (Not more than 7 passenger)
- รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน Microbus & Passenger Pick Up
- รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล Van & Pick Up
- รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล Motortricycle
- รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด Interprovincial Taxi
- รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน Urban Taxi
- รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง Fixed Route Taxi
- รย.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ Motortricycle Taxi (Tuk Tuk)
- รย.9 รถยนต์บริการธุรกิจ Hotel Taxi
- รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร Tour Taxi
- รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า Car for Hire
- รย.12 รถจักรยานยนต์ Motorcycle
- รย.13 รถแทรกเตอร์ Tractor
- รย.14 รถบดถนน Road Roller

รย.15 รถใช้ในงานเกษตรกรรม Farm's Vehicle

รย.16 รถพ่วง Automobile's Trailer

ข. รถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก Vehicles under Land Transport Act

รถโดยสาร Bus แยกเป็น - ประจำทาง Fixed Route Bus

- ไม่ประจำทาง Non Fixed Route Bus
- ส่วนบุคคล Private Bus

รถบรรทุก Truck แยกเป็น - ไม่ประจำทาง Non Fixed Route Truck

- ส่วนบุคคล Private Truck

โดยรถขนาดเล็ก Small Rural Bus

ค. รถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน Vehicles under Non Motorized Vehicle Act

ซึ่งคำจำกัดความของประเภทรถยนต์ต่างๆ จะอยู่ใน ภาคผนวก ข

ข้อมูลการแบ่งประเภทรถยนต์ของห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากรถยนต์ กรมควบคุมมลพิษ จะแบ่งตามความสามารถในการตรวจวัดมลพิษ ซึ่งจะแบ่งประเภทรถยนต์ออกเป็น

- รถจักรยานยนต์
- รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน
- รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
- รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
- เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

จากประเภทของรถยนต์ที่แบ่งตาม 2 แหล่ง ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองได้โดยตรง ดังนั้นได้ทำการจัดประเภทรถยนต์ใหม่ โดยใช้ขนาดและเชื้อเพลิงมาช่วยในการแบ่ง โดยขั้นแรกจะแบ่งรถตามขนาด ซึ่งได้ประเภทของรถยนต์ดังนี้ คือ

-รถขนาดเล็ก (Light duty vehicle) คือ รถยนต์ที่มีน้ำหนัก 400-3,500 กิโลกรัม

-รถขนาดใหญ่ (Heavy duty vehicle) คือ รถยนต์ที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 5,000-21,000 กิโลกรัม

-รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)

-รถยนต์สามล้อ (Motortricycle หรือ Tuk Tuk)

จากนั้นนำรถยนต์ที่แบ่งตามกรมการขนส่งทางบกมาแบ่งตามขนาด ได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ประเภทของรถยนต์แบ่งตามขนาด

รถยนต์ขนาดเล็ก (Light duty vehicle)		
	รย. 1	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน Sedan (Not more than 7 Pass.)
	รย. 2	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน Microbus & Passenger Van
	รย. 3	รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล Van & Pick Up
	รย. 5	รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด Interprovincial Taxi
	รย. 6	รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน Urban Taxi
	รย. 7	รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง Fixed Route Taxi
	รย. 9	รถยนต์บริการธุรกิจ Hotel Taxi
	รย.10	รถยนต์บริการทัศนาจร Tour Taxi
	รย.11	รถยนต์บริการให้เช่า Car For Hire
รถยนต์ขนาดใหญ่ (Heavy duty vehicle)		
	รวมรถโดยสาร Bus : Total	
	รวมรถบรรทุก Truck : Total	
รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)		
	รย.12	รถจักรยานยนต์ Motorcycle
	รย.17	รถจักรยานยนต์สาธารณะ Public Motorcycle
รถยนต์สามล้อ (Motortricycle **หรือ** Tuk Tuk)		
	รย. 4	รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล Motortricycle
	รย. 8	รถยนต์รับจ้างสามล้อ Motortricycle Taxi (Tuk Tuk)

เมื่อแบ่งประเภทรถยนต์ตามขนาดได้แล้ว ก็ทำการแบ่งประเภทรถยนต์ตามเชื้อเพลิง โดยการนำข้อมูลจำนวนรถที่จดทะเบียนจำแนกตามเชื้อเพลิง(ตารางที่3.6) มาช่วยในการพิจารณา โดยที่รถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดใดน้อย ก็จะไม่นำมาแบ่งประเภท เช่น รถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันเบนซินมีจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล จึงแบ่งรถขนาดใหญ่เป็นรถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลเท่านั้น เป็นต้น สรุปประเภทรถยนต์แบ่งตามขนาดและเชื้อเพลิงที่ใช้ในแบบจำลองมีดังนี้

1) รถขนาดเล็ก (Light duty vehicle) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น

- รถขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (Light Duty Gasoline vehicle)
- รถขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล (Light Duty Diesel vehicle)
- รถขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ (Light Duty Gasohol vehicle)

- รถขนาดเล็กที่ใช้แก๊สทั้ง CNG และ LPG (Light Duty Gas vehicle)

2) รถขนาดใหญ่ (Heavy duty vehicle) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น

- รถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (Heavy duty Diesel vehicle)
- รถประจำทาง (BUS)

3) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น

- รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ (2 Stroke)
- รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ (4 Stroke)

4) รถยนต์สามล้อ (Motortricycle หรือ Tuk Tuk)

2) ข้อมูลจำนวนรถยนต์

ข้อมูลจำนวนรถยนต์สามารถเก็บรวบรวมได้จากกรมการขนส่งทางบก ซึ่งสามารถที่จะดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม http://www.dlt.go.th ซึ่งข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่ได้จะแบ่งตามอายุ และเชื้อเพลิงที่รถยนต์ใช้เป็นดังตารางที่ 3.5-3.6 จากข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่ได้จากกรมขนส่งเป็นจำนวนรถยนต์สะสม คือเป็นจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่รวมกับจำนวนรถยนต์จดทะเบียนเก่า ซึ่งรวมเอาจำนวนรถยนต์ที่ไม่ต่อทะเบียนหรือรถที่เลิกใช้งานรวมไว้ด้วย ซึ่งไม่ใช่จำนวนรถยนต์ที่ใช้งานจริงบนท้องถนน ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียนจากกรมการขนส่งทางบก มาคำนวณหาจำนวนรถยนต์ที่ใช้งานจริง โดยข้อมูลจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และรถยนต์ที่ต่อทะเบียนเป็นดังตารางที่ 3.7

ในกรณีของรถจักรยานยนต์ ประเภทของรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ มีผลต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ดังนั้นจึงต้องแบ่งรถจักรยานยนต์เป็น 2 ประเภท แต่เนื่องจากข้อมูลจำนวนรถจักรยานยนต์ที่ได้จากกรมการขนส่งทางบกไม่ได้แบ่งประเภทของจักรยานยนต์ ดังนั้นต้องหาสัดส่วนจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ โดยใช้สัดส่วนการจำหน่ายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ดังตารางที่ 3.8 มาช่วยในการแบ่งจำนวนรถจักรยานยนต์เป็น 2 และ 4 จังหวะ

ตารางที่ 3.5 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามอายุรถ สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2550

(หน่วย : คัน)

ประเภทรถ	รวม	< 1 ปี	1 ปี	2 ปี	3 ปี	4 ปี	5 ปี	6 ปี	7 ปี	8 ปี	9 ปี	10 ปี	11-15 ปี	16-20 ปี	> 20 ปี
รวมทั้งสิ้น	5,715,078	661,870	675,326	659,362	579,139	437,200	333,037	226,121	183,287	127,097	87,145	197,298	937,860	307,919	302,417
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	5,570,791	653,045	667,694	650,112	568,500	426,764	323,763	218,143	178,184	123,859	83,817	190,284	905,534	291,295	289,797
รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	1,974,751	172,298	174,456	185,616	174,937	143,963	110,806	84,738	66,215	46,800	32,310	90,868	428,782	130,152	132,810
รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	197,075	13,035	9,137	9,105	8,635	7,790	6,749	6,162	4,902	3,061	2,783	7,165	42,549	39,582	36,420
รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	940,886	91,305	99,738	107,404	90,159	70,575	51,133	37,327	40,432	29,170	17,766	42,243	187,073	42,199	34,362
รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	599	46	37	63	30	6	12	30	7	2	-	5	134	139	88
รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	640	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	633
รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	78,792	9,360	11,975	12,342	8,201	7,526	8,204	5,368	3,812	1,695	730	3,137	5,779	363	300
รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	4,319	237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	23	4,053
รย.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ	9,019	1,330	305	-	-	1	1	6	9	1	-	7	69	95	7,195
รย.9 รถยนต์บริการธุรกิจ	1,745	218	336	127	116	35	26	17	2	9	3	2	64	1	789
รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร	537	18	4	18	31	13	38	2	3	4	8	22	317	56	3
รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า	99	17	2	6	13	12	1	-	-	2	5	13	27	-	1
รย.12 รถจักรยานยนต์	2,261,545	349,730	361,232	320,070	272,301	184,970	137,719	79,429	59,941	41,684	29,405	45,186	235,607	76,741	67,530
รย.13 รถแทร็กเตอร์	21,128	12,032	750	479	358	167	158	192	248	178	159	654	1,928	887	2,938
รย.14 รถบดถนน	3,301	84	98	141	126	62	51	85	122	113	79	321	1,063	473	483
รย.15 รถใช้ในงานเกษตรกรรม	1,819	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	2	1,809
รย.16 รถพ่วง	909	64	78	37	1	5	12	11	9	9	19	27	104	236	297
รย.17 รถจักรยานยนต์สาธารณะ	73,627	3,260	9,546	14,704	13,592	11,639	8,853	4,776	2,482	1,131	549	632	2,031	346	86

ตารางที่ 3.5 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามอายุรถ สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2550 (ต่อ)

(หน่วย : คัน)

ประเภทรถ	รวม	< 1 ปี	1 ปี	2 ปี	3 ปี	4 ปี	5 ปี	6 ปี	7 ปี	8 ปี	9 ปี	10 ปี	11-15 ปี	16-20 ปี	> 20 ปี
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง	144,287	8,825	7,632	9,250	10,639	10,436	9,274	7,978	5,103	3,238	3,328	7,014	32,326	16,624	12,620
รวมรถโดยสาร	33,716	2,636	2,168	1,476	2,084	2,998	2,726	3,100	1,451	1,028	1,274	969	4,987	3,415	3,404
แยกเป็น -ประจำทาง	21,649	1,300	1,522	705	1,030	2,210	1,873	2,478	740	686	1,054	402	3,002	2,370	2,277
-ไม่ประจำทาง	9,009	1,213	457	603	854	603	622	413	365	250	169	465	1,383	813	799
-ส่วนบุคคล	3,058	123	189	168	200	185	231	209	346	92	51	102	602	232	328
รวมรถบรรทุก	110,571	6,189	5,464	7,774	8,555	7,438	6,548	4,878	3,652	2,210	2,054	6,045	27,339	13,209	9,216
แยกเป็น -ไม่ประจำทาง	45,785	3,715	2,883	4,322	4,510	3,774	2,077	1,631	1,435	881	945	2,313	9,823	5,162	2,314
-ส่วนบุคคล	64,786	2,474	2,581	3,452	4,045	3,664	4,471	3,247	2,217	1,329	1,109	3,732	17,516	8,047	6,902
โดยรถขนาดเล็ก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2550ข

ตารางที่ 3.6 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2550

หน่วย:คัน

ประเภทรถ	รวม	เบนซิน	ดีเซล	ก๊าซ LPG	LPG เบนซิน	LPG ดีเซล	CNG	CNGเบนซิน	CNG ดีเซล	ไฟฟ้า	ไม่ใช้เชื้อเพลิง	ไฮบริด	อื่น ๆ
รวมทั้งสิ้น	5,715,078	4,024,877	1,490,420	6,573	122,410	295	2,701	25,722	1,005	832	20,473	710	19,060
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	5,570,791	4,024,419	1,371,985	6,413	121,368	213	1,865	25,339	331	816	909	710	16,423
รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	1,974,751	1,610,342	298,922	516	53,042	80	85	9,838	64	2	-	709	1,151
รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	197,075	27,306	157,943	62	1,009	26	5	1,964	69	1	-	1	8,689
รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	940,886	41,969	888,446	149	3,184	101	10	425	197	3	-	-	6,402
รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	599	437	22	77	60	-	2	-	-	-	-	-	1
รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	640	624	11	2	1	-	-	-	-	-	-	-	2
รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่	78,792	3,723	201	391	61,294	5	194	12,979	1	-	-	-	4
รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	4,319	3,879	5	271	153	-	-	-	-	-	-	-	11
รย.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ	9,019	149	1	4,937	2,303	-	1,569	60	-	-	-	-	-
รย.9 รถยนต์บริการธุรกิจ	1,745	1,341	292	3	27	-	-	72	-	-	-	-	10
รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร	537	227	21	-	288	-	-	1	-	-	-	-	-
รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า	99	38	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รย.12 รถจักรยานยนต์	2,261,545	2,260,709	16	1	1	1	-	-	-	810	-	-	7
รย.13 รถแทร็กเตอร์	21,128	23	21,010	3	2	-	-	-	-	-	-	-	90
รย.14 รถบดถนน	3,301	9	3,248	1	3	-	-	-	-	-	-	-	40
รย.15 รถใช้ในงานเกษตรกรรม	1,819	16	1,786	-	1	-	-	-	-	-	-	-	16
รย.16 รถพ่วง	909	-	-	-	-	-	-	-	-	-	909	-	-
รย.17 รถจักรยานยนต์สาธารณะ	73,627	73,627	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3.6 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2550 (ต่อ)

หน่วย:คัน

ประเภทรถ	รวม	เบนซิน	ดีเซล	ก๊าซ LPG	LPG เบนซิน	LPG ดีเซล	CNG	CNG เบนซิน	CNG ดีเซล	ไฟฟ้า	ไม่ใช้เชื้อเพลิง	ไฮบริด	อื่น ๆ
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการ	144,287	458	118,435	160	1,042	82	836	383	674	16	19,564	-	2,637
รวมรถโดยสาร	33,716	317	30,681	153	1,033	5	777	381	332	16	4	-	17
แยกเป็น -ประจำทาง	21,649	270	18,793	152	1,010	5	755	341	316	1	1	-	5
-ไม่ประจำทาง	9,009	28	8,864	1	21	-	20	38	13	15	1	-	8
-ส่วนบุคคล	3,058	19	3,024	-	2	-	2	2	3	-	2	-	4
รวมรถบรรทุก	110,571	141	87,754	7	9	77	59	2	342	-	19,560	-	2,620
แยกเป็น -ไม่ประจำทาง	45,785	10	28,769	3	1	58	39	2	233	-	14,721	-	1,949
-ส่วนบุคคล	64,786	131	58,985	4	8	19	20	-	109	-	4,839	-	671
โดยรถขนาดเล็ก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2550ก

ตารางที่ 3.7 จำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2550

ประเภทการขนส่ง / ประเภทรถ	2550		2549		2548		2547		2546		2545	
	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่	ต่ออายุทะเบียน	จดทะเบียนรถใหม่
ประจำทาง - รถโดยสาร	18,179	1,282	17,565	1,712	16,375	479	18,009	1,045	15,979	2,309	13,860	689
ไม่ประจำทาง- รถโดยสาร	6,868	1,148	6,769	871	6,183	371	6,456	1,007	6,210	536	5,705	171
- รถบรรทุก	38,771	3,866	36,331	3,550	29,264	4,758	30,169	4,976	27,373	3,288	26,418	2,006
ส่วนบุคคล - รถโดยสาร	1,810	157	1,845	215	2,218	142	3,046	233	2,408	174	2,392	127
- รถบรรทุก	49,648	4,153	49,525	5,067	19,080	5,341	50,081	5,486	50,140	3,841	50,310	5,702
รวม	**115,276**	**10,606**	**112,035**	**11,415**	**73,120**	**11,091**	**107,761**	**12,747**	**102,110**	**10,148**	**98,685**	**8,695**
รย.1	1,460,390	175,232	1,319,483	181,829	1,423,878	188,160	1,275,066	170,685	1,038,414	144,341	978,964	114,383
รย.2	118,463	13,586	118,426	10,310	151,326	9,632	136,058	9,738	148,082	9,382	160,268	9,431
รย.3	795,712	89,742	730,340	107,468	690,705	110,252	565,834	92,831	527,212	82,489	469,019	60,052
รย.4	395	42	379	38	384	71	302	43	325	8	321	10
รย.5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
รย.6	64,900	10,215	56,139	13,866	63,530	9,711	58,977	7,278	56,230	7,080	50,234	7,532
รย.7	2,645	60	4,258	28	4,905	6	5,416	2	3,459	-	2,917	-
รย.8	7,079	1,527	7,088	82	8,547	-	6,304	-	7,394	-	7,159	-
รย.9	569	237	561	232	574	264	568	143	311	41	194	77
รย.10	178	17	173	3	191	17	65	3	188	21	176	3
รย.11	23	12	58	3	38	12	7	-	46	5	47	-
รย.12	1,134,277	378,062	1,042,323	435,327	954,395	388,984	745,743	312,001	656,023	261,687	656,879	179,148
รย.13	5,371	8,551	4,557	812	4,826	566	2,437	383	4,446	257	4,215	278
รย.14	2,831	105	2,332	109	2,253	228	1,525	142	2,064	82	2,136	75
รย.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รย.16	481	64	517	77	586	69	97	70	413	48	336	9
รย.17	48,264	1,316	10,309	637	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	**3,641,578**	**678,768**	**3,296,943**	**750,821**	**3,306,138**	**707,972**	**2,798,399**	**593,319**	**2,444,608**	**505,441**	**2,332,866**	**370,998**
รวมทั้งสิ้น	**3,756,854**	**689,374**	**3,408,978**	**762,236**	**3,379,258**	**719,063**	**2,906,160**	**606,066**	**2,546,718**	**515,589**	**2,431,551**	**379,693**

ตารางที่ 3.7 จำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2550 (ต่อ)

ประเภทการขนส่ง / ประเภทรถ	2544		2543		2542		2541		2540	
	ต่ออายุทะเบียน	**จดทะเบียนรถใหม่**	**ต่ออายุทะเบียน**	**จดทะเบียนรถใหม่**	**ต่ออายุทะเบียน**	**จดทะเบียนรถใหม่**	**ต่ออายุทะเบียน**	**จดทะเบียนรถใหม่**	**ต่ออายุทะเบียน**	**จดทะเบียนรถใหม่**
ประจำทาง - รถโดยสาร	12,437	111	11,024	156	8,782	455	10,427	920	11,217	713
ไม่ประจำทาง - รถโดยสาร	5,418	221	5,228	128	5,161	125	6,172	565	4,778	692
- รถบรรทุก	25,032	1,525	24,601	1,836	25,206	1,186	26,102	1,495	26,209	3,702
ส่วนบุคคล - รถโดยสาร	2,397	119	2,410	127	2,307	54	2,588	90	2,695	240
- รถบรรทุก	49,555	3,417	51,384	4,290	53,517	1,886	56,490	2,179	58,717	7,386
โดยรถขนาดเล็ก									-	-
รวม	94,839	5,393	94,647	6,537	94,973	3,706	101,779	5,249	103,616	12,733
รย.1	1,000,359	87,238	908,606	69,517	800,965	45,814	673,123	41,080	700,792	120,432
รย.2	158,777	7,916	174,801	6,420	174,177	3,808	177,426	4,134	182,610	11,734
รย.3	468,239	50,205	502,518	57,390	409,811	40,393	391,932	29,357	369,800	86,443
รย.4	306	13	355	6	378	2	394	5	346	2
รย.5	-	-	2	-	5	-	10	-	15	-
รย.6	48,614	4,243	34,179	2,703	26,558	1,979	20,805	2,416	14,419	5,342
รย.7	2,873	37	2,157	-	2,099	-	2,436	-	2,232	-
รย.8	7,235	-	6,025	-	6,297	-	6,226	-	4,360	-
รย.9	367	28	375	32	483	35	357	-	367	20
รย.10	87	3	141	6	109	1	120	2	132	3
รย.11	54	-	46	34	46	-	107	-	64	25
รย.12	685,482	131,082	604,939	110,712	630,380	86,299	679,366	76,915	740,956	152,905
รย.13	5,369	277	4,456	506	4,320	366	6,237	558	5,622	1,495
รย.14	2,522	95	2,287	219	2,183	159	2,372	234	2,048	654
รย.15	16	-	35	-	25	-	-	-	136	-
รย.16	407	35	462	3	327	37	530	2	587	24
รย.17	-	-	-	-	73	-	7	-	79	-
รวม	2,380,707	281,172	2,241,384	247,548	2,058,236	178,893	1,961,448	154,703	2,024,565	379,079
รวมทั้งสิ้น	2,475,546	286,565	2,336,031	254,085	2,153,209	182,599	2,063,227	159,952	2,128,181	391,812

ที่มา : กรมการขนส่งทางบก, 2550ค

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1993 ถึง ค.ศ. 2000

Type	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	Units	%	Units	%	Units	%	Units	%	units	%	units	%	Units	%	units	%
4 STROKE	128,000	12	163,000	13	207,000	14	221,000	18	233,000	26	233,000	45	311,000	52	551,000	70
2 STROKE	899,000	88	1,113,000	87	1,257,000	86	1,016,000	82	677,000	74	288,000	55	287,000	48	238,000	30
TOTAL	1,027,000	100	1,276,000	100	1,464,000	100	1,237,000	100	910,000	100	521,000	100	598,000	100	789,000	100

ที่มา : กรมการขนส่งทางบก, 2543 อ้างถึงใน พฤกษ์ พงศ์พฤกษา, 2544

จำนวนรถยนต์ที่นำมาใช้ในการปรับแก้แบบจำลองจะต้องเป็นจำนวนรถยนต์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 ถึง 2020 งานวิจัยนี้จะคำนวนจำนวนรถยนต์ที่ใช้งานจากจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียน โดยนำข้อมูลทั้ง 2 มารวมกันดังสูตร

$$IU_{i,n} = NR_{i,n} + RN_{i,n} \qquad (3.1)$$

โดยที่ $IU_{i,n}$ (In Use) คือ จำนวนรถยนต์ประเภท I ที่ใช้งานในปีที่ n

$NR_{i,n}$ (New Registered) คือ จำนวนรถยนต์ประเภท I ที่จดทะเบียนใหม่ในปีที่ n

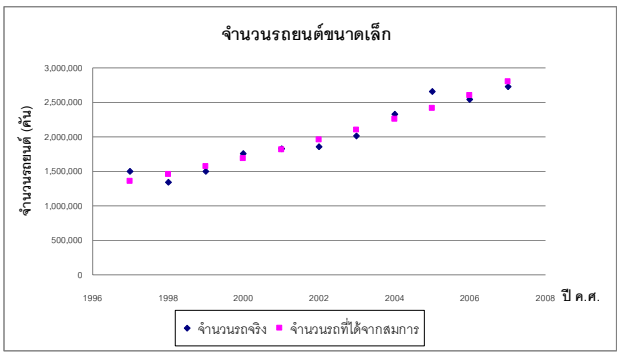
$RN_{i,n}$ (Renewal) คือ จำนวนรถยนต์ประเภท i ที่ต่อทะเบียนในปีที่ n

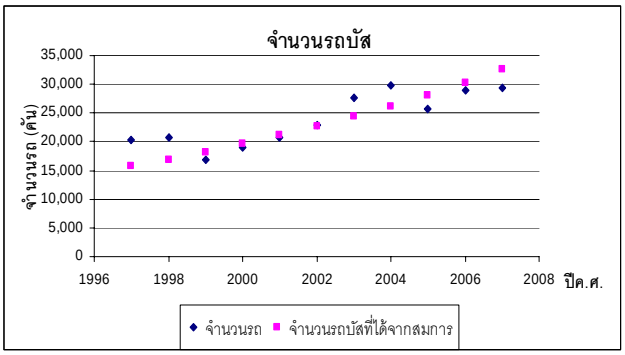
i คือ ประเภทของรถยนต์

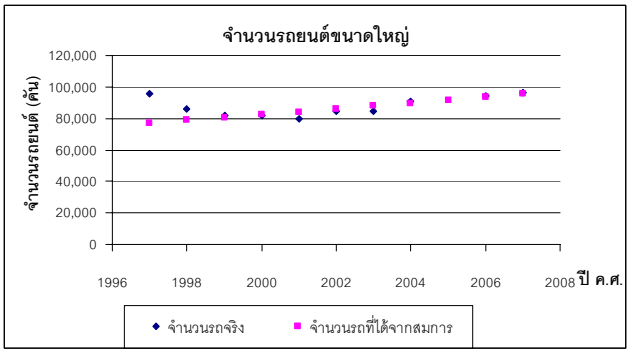
ข้อมูลจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่ และจำนวนรถยนต์ที่ต่อทะเบียนที่รวบรวมมาจากกรมการขนส่งทางบกจะเป็นดังตารางที่ 3.7 ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 ถึง 2007 ดังนั้นทำให้จำนวนรถยนต์ที่ใช้งานมีเฉพาะปี ค.ศ. 1997 ถึง 2007 เท่านั้น ซึ่งขาดข้อมูลจำนวนรถยนต์บางปี คือ ปีค.ศ.1982 ถึง 1996 และ ปีค.ศ.2008 ถึง 2020 ดังนั้นจึงนำข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่มีอยู่ไปหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์และปี โดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์และปี จะต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด (พิจารณาค่า R^2 ซึ่งจะเข้าใกล้ 1) สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทในแต่ละปี เป็นดังตารางที่ 3.9

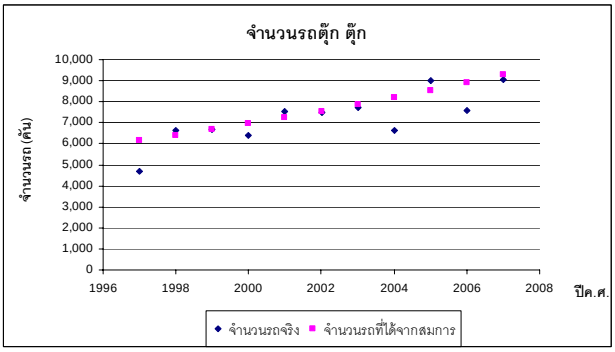
ตารางที่ 3.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทในแต่ละปี

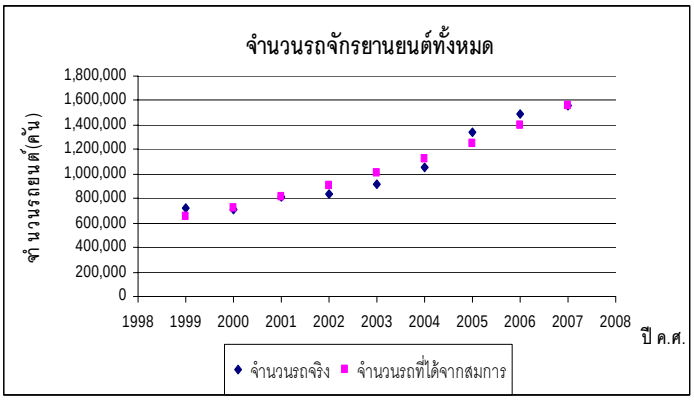
Vehicle Type	Amount of vehicles	R^2	Note
Light duty vehicle	$y = 429936e^{0.072x}$	0.9438	x is the calendar year-1981 y is amount of vehicle
Heavy duty vehicle	$y = 54389e^{0.0218x}$	0.9294	
Heavy Bus	$y = 168.38x^{1.6133}$	0.8807	
Motorcycle	$y = 91377e^{0.1091x}$	0.9512	
Tuk Tuk	$y = 3175.3e^{0.0412x}$	0.8879	











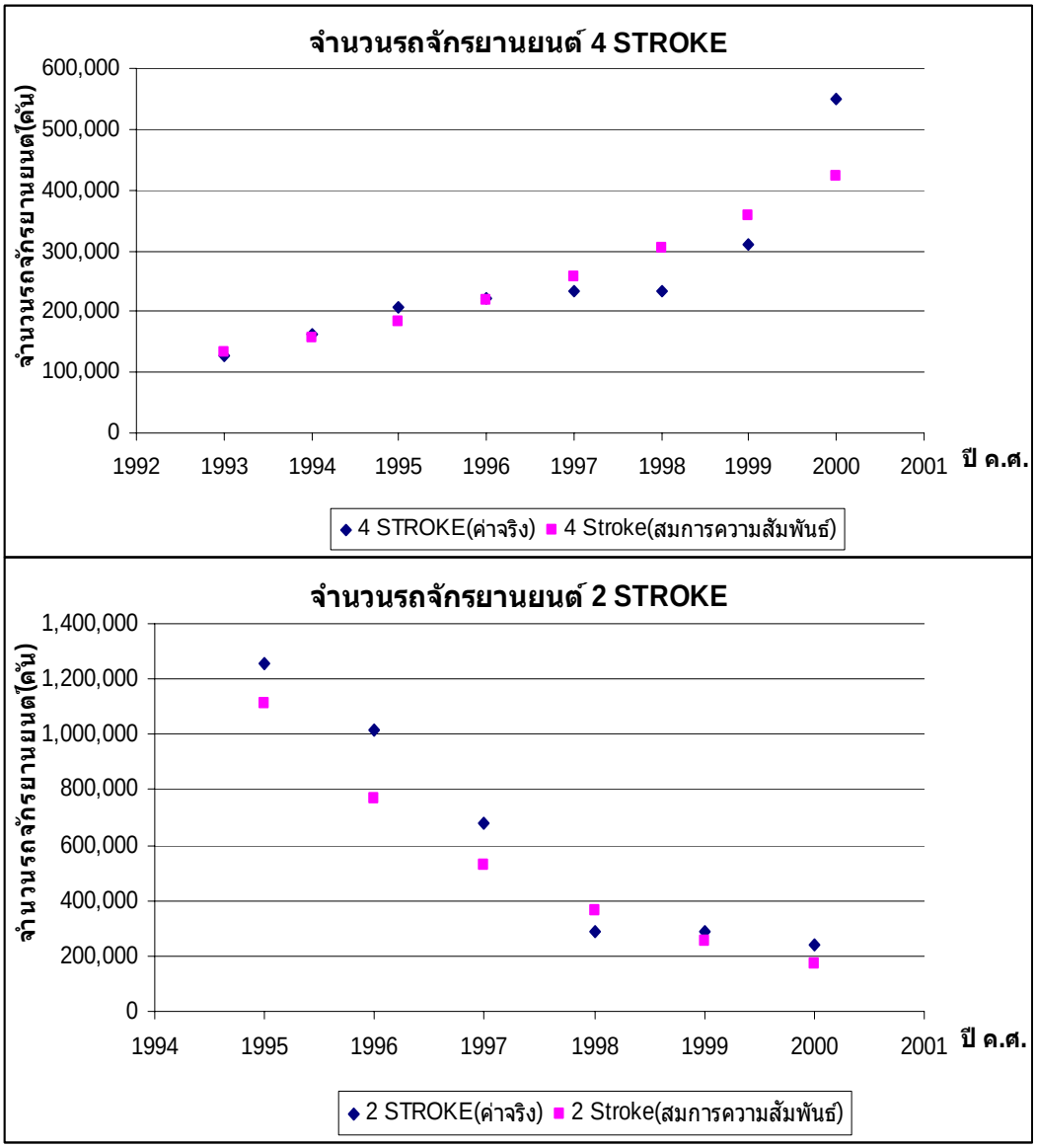
ภาพที่ 3.4 เปรียบเทียบจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่ได้จากสมการความสัมพันธ์กับจำนวนรถยนต์จริงที่รวบรวมมาได้

เนื่องจากจำนวนรถจักรยานยนต์ที่ได้จากสมการในตารางที่ 3.9 ไม่ได้แบ่งประเภทรถจักรยานยนต์เป็น 2 และ 4 จังหวะ ดังนั้นจึงนำข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ดังตารางที่ 3.8 มาช่วยในการแบ่งจำนวนรถจักรยานยนต์เป็น 2 และ 4 จังหวะ ซึ่งข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ที่เก็บรวบรวม มีเฉพาะปีค.ศ.1993 ถึง ค.ศ. 2000 เท่านั้น แต่ข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ที่ต้องการคือ ตั้งแต่ปีค.ศ. 1982 ถึงปี ค.ศ.2020 ดังนั้นจึงนำข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะที่มีอยู่ ไปหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ กับปีที่ขาย เพื่อหาข้อมูลยอดขายรถจักรยานยนต์ปีที่ขาด โดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะกับปีที่ขาย จะต้องใกล้เคียง

กับข้อมูลจริงมากที่สุด (พิจารณาค่า R^2 ซึ่งจะเข้าใกล้ 1) สมการที่ใช้ในการคำนวณยอดขายรถจักรยานยนต์ในปีต่างๆเป็นดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 สมการที่ใช้ในการคำนวณยอดขายรถจักรยานยนต์ในปีต่างๆ

ประเภทรถจักรยานยนต์	ยอดขายรถจักรยานยนต์	R^2	Note
รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ	$y = 2E+08e^{-0.3705x}$	0.9216	x is the calendar year-1981 y is amount of vehicle
รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ	$y = 18015e^{0.1661x}$	0.8672	



ภาพที่3.5 เปรียบเทียบจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะที่ได้จากสมการ กับจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะที่รวบรวมได้

จากนั้นนำสมการในตารางที่ 3.10 ไปหายอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะของปีที่ขาด เมื่อได้ยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะครบ ตั้งแต่ปีค.ศ. 1982 ถึงปี ค.ศ.2020 แล้ว ก็นำไปหาสัดส่วนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ดังสูตร

$$\text{สัดส่วนรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ ปี n} = \frac{\text{ยอดขายรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ ปี n}}{\text{ยอดขายรถจักรยานยนต์ทั้งหมด ปี n}} \quad (3.2)$$

$$\text{สัดส่วนรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ปี n} = \frac{\text{ยอดขายรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ปี n}}{\text{ยอดขายรถจักรยานยนต์ทั้งหมด ปี n}} \quad (3.3)$$

เมื่อได้สัดส่วนรถจักยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ในแต่ละปีแล้ว ก็จะนำไปคำนวณหาจำนวนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ดังสูตร

$$\text{MC 2 Stroke}_n = \text{MC}_n \times \text{สัดส่วนรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ ปี n} \quad (3.4)$$

$$\text{MC 4 Stroke}_n = \text{MC}_n \times \text{สัดส่วนรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ปี n} \quad (3.5)$$

โดยที่

MC 2 Stroke_n	คือ	จำนวนรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะของปี n
MC 4 Stroke_n	คือ	จำนวนรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะของปี n
MC_n	คือ	จำนวนรถจักรยานยนต์ทั้งหมดของปี n
n	คือ	ปี 1982 ถึง 2020

จากการคำนวณด้วยวีธีข้างต้น จะได้ข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่ใช้ในการปรับแก้แบบจำลองเป็นดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 จำนวนรถยนต์ที่นำไปปรับแก้ในแบบจำลอง

ปี	Vehicle Population					
	Light duty Vehicle	Heavy duty Vehicle	Bus	Motorcycle 2 Stroke	Motorcycle 4 Stroke	Tuk Tuk
1982	462,033	55,588	168	101,895	16	3,309
1983	496,526	56,813	515	113,628	30	3,448
1984	533,595	58,065	991	126,703	57	3,593
1985	573,430	59,345	1,576	141,263	109	3,744
1986	616,240	60,653	2,259	157,460	208	3,902
1987	662,246	61,989	3,032	175,447	397	4,066
1988	711,686	63,356	3,888	195,358	756	4,237

ตารางที่ 3.11 จำนวนรถยนต์ที่นำไปปรับแก้ในแบบจำลอง (ต่อ)

ปี	Vehicle Population					
	Light duty Vehicle	Heavy duty Vehicle	Bus	Motorcycle 2 Stroke	Motorcycle 4 Stroke	Tuk Tuk
1989	764,817	64,752	8,815	217,282	4,822	4,415
1990	821,914	66,179	9,479	241,202	5,831	4,601
1991	883,275	67,637	10,193	266,882	6,912	4,794
1992	949,216	69,128	10,960	293,678	8,061	4,996
1993	1,020,080	70,652	11,786	320,226	9,275	5,206
1994	1,096,234	72,209	12,673	344,011	10,554	5,425
1995	1,178,074	73,800	13,627	360,962	11,894	5,653
1996	1,266,024	75,427	14,654	365,557	13,295	5,891
1997	1,360,539	77,089	15,757	352,276	14,754	6,139
1998	1,462,111	78,788	16,943	318,747	16,269	6,397
1999	1,571,265	80,525	18,219	268,726	17,841	6,666
2000	1,688,568	82,299	19,591	211,414	19,467	6,946
2001	1,814,629	84,113	21,066	156,766	21,147	7,238
2002	1,950,101	85,967	22,653	111,119	22,878	7,543
2003	2,095,686	87,862	24,359	76,331	24,662	7,860
2004	2,252,140	89,798	26,193	51,370	26,495	8,191
2005	2,420,275	91,777	28,165	34,132	28,378	8,535
2006	2,600,961	93,800	30,286	22,503	30,310	8,894
2007	2,795,137	95,867	32,566	14,766	32,290	9,268
2008	3,003,809	97,980	35,019	9,663	34,317	9,658
2009	3,228,059	100,139	37,656	6,313	36,391	10,064
2010	3,469,051	102,346	40,491	4,120	38,510	10,488
2011	3,728,034	104,602	43,540	2,688	40,675	10,929
2012	4,006,352	106,907	46,819	1,753	42,885	11,388
2013	4,305,448	109,263	50,344	1,143	45,139	11,867
2014	4,626,872	111,672	54,135	745	47,436	12,367
2015	4,972,293	114,133	58,212	486	49,777	12,887

ตารางที่ 3.11 จำนวนรถยนต์ที่นำไปปรับแก้ในแบบจำลอง (ต่อ)

ปี	Vehicle Population					
	Light duty Vehicle	Heavy duty Vehicle	Bus	Motorcycle 2 Stroke	Motorcycle 4 Stroke	Tuk Tuk
2016	5,343,501	116,648	62,595	317	52,160	13,429
2017	5,742,422	119,219	54,585	206	4,640,370	13,994
2018	6,171,125	121,846	57,052	135	5,175,379	14,582
2019	6,631,832	124,532	59,560	88	5,772,027	15,196
2020	7,126,934	127,277	62,109	57	6,437,432	15,835

เมื่อได้จำนวนรถยนต์ทุกประเภท ตั้งแต่ปีค.ศ. 1982 ถึง 2020 แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นไปจัดให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง โดยจะต้องนำจำนวนรถยนต์ของแต่ละปีที่ได้มาหาร 1,000,000 ก่อนที่จะจัดรูปแบบดังภาพที่ 3.6 ซึ่งจะแบ่งข้อมูล 6 ชุดตามประเภทรถยนต์ และแต่ละชุดจะแบ่งเป็น 39 ค่าตามปี โดยค่าแรกเป็นจำนวนรถยนต์ของปี ค.ศ. 1982 ค่าที่ 2 เป็นจำนวนรถยนต์ของปี ค.ศ. 1983 และเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนค่าสุดท้ายเป็นจำนวนรถยนต์ของปี ค.ศ.2020

```
C VCOUNT - is the vehicle count by vehicle class (IV), scaled b
C
C Calender Years run from 1982 to 2020, 39 Calender Years total
C 1982 Vcounts are used for all pre-1982 Vehicles Counts
C 2020 Vcounts are used for all post-2020 Vehicles Counts
C IV = 24 (MC) Motor Cycles is a constant 4.219 in all calendar
C
C   LDV->Expon: y = 429936e0.072x
      DATA V02COU/
     * 0.4620, 0.4965, 0.5336, 0.5734, 0.6162, 0.6622, 0.7117,
     * 0.7648, 0.8219, 0.8833, 0.9492, 1.0201, 1.0962, 1.1781,
     * 1.2660, 1.3605, 1.4621, 1.5713, 1.6886, 1.8146, 1.9501,
     * 2.0957, 2.2521, 2.4203, 2.6010, 2.7951, 3.0038, 3.2281,
     * 3.4691, 3.7280, 4.0064, 4.3054, 4.6269, 4.9723, 5.3435,
     * 5.7424, 6.1711, 6.6318, 7.1269,

C HDV->Expon : y = 54389e0.0218x
     * 0.0556, 0.0568, 0.0581, 0.0593, 0.0607, 0.0620, 0.0634,
     * 0.0648, 0.0662, 0.0676, 0.0691, 0.0707, 0.0722, 0.0738,
     * 0.0754, 0.0771, 0.0788, 0.0805, 0.0823, 0.0841, 0.0860,
     * 0.0879,                         0.0959, 0.0980, 0.1001,
     * 0.1023,                         0.1117, 0.1141, 0.1166,
     * 0.1192,
C BUS->Power:
      DATA V04COU/
     * 0.0002, 0.0005, 0.0010, 0.0016, 0.0023, 0.0030, 0.0039,
     * 0.0048, 0.0058, 0.0069, 0.0081, 0.
     * 0.0133, 0.0148, 0.0163, 0.0178, 0.
     * 0.0247, 0.0265, 0.0284, 0.0303, 0.
     * 0.0385, 0.0407, 0.0429, 0.0451, 0.
     * 0.0546, 0.0571, 0.0596, 0.0621,

C MC 2 STORKE-> Expon: y = 91377e0.1091x
     * 0.1019, 0.1136, 0.1267, 0.1413, 0.1575, 0.1754, 0.1954,
     * 0.2173, 0.2412, 0.2669, 0.2937, 0.3202, 0.3440, 0.3610,
     * 0.3656, 0.3523, 0.3187, 0.2687, 0.2114, 0.1568, 0.1111,
     * 0.0763, 0.0514, 0.0341, 0.0225, 0.0148, 0.0097, 0.0063,
     * 0.0041, 0.0027, 0.0018, 0.0011, 0.0007, 0.0005, 0.0003,
      DATA  V06COU/
C   MC 4 STORKE-> Expon: y = 91377e0.1091x
     * 0.0000, 0.0000, 0.0001, 0.0001, 0.0002, 0.0004, 0.0008,
     * 0.0014, 0.0027, 0.0052, 0.0097, 0.0182, 0.0334, 0.0599,
     * 0.1039, 0.1713, 0.2651, 0.3825, 0.5148, 0.6532, 0.7922,
     * 0.9311, 1.0722, 1.2190, 1.3751, 1.5439, 1.7287, 1.9324,
     * 2.1581, 2.4088, 2.6877, 2.9983, 3.3445, 3.7304, 4.1606,
     * 4.6404, 5.1754, 5.7720, 6.4374,
C
C   Tuk Tuk->Linear:y = 3175.3e0.0412x
     * 0.0033, 0.0034, 0.0036, 0.0037, 0.0039, 0.0041, 0.0042,
     * 0.0044, 0.0046, 0.0048, 0.0050, 0.0052, 0.0054, 0.0057,
     * 0.0059, 0.0061, 0.0064, 0.0067, 0.0069, 0.0072, 0.0075,
     * 0.0079, 0.0082, 0.0085, 0.0089, 0.0093, 0.0097, 0.0101,
     * 0.0105, 0.0109, 0.0114, 0.0119, 0.0124, 0.0129, 0.0134,
     * 0.0140, 0.0146, 0.0152, 0.0158/
      END
```

จำนวนรถยนต์ของ ปีค.ศ.1982

จำนวนรถยนต์ของ ปีค.ศ. 2020

ภาพที่ 3.6 ข้อมูลจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 ถึง 2020 ที่ใช้ในการปรับแก้ในแบบจำลอง

2) สัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ

ข้อมูลสัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆที่จะนำไปใช้ปรับแก้ในแบบจำลอง เป็นข้อมูลสัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิง 4 ชนิด คือ น้ำมันเบนซิน ดีเซล แก๊สโซฮอล์ และแก๊ส (ซีเอ็นจี+แอลพีจี) ตั้งแต่ปีค.ศ.1983 ถึง ค.ศ.2007 แต่ข้อมูลที่รวบรวมมาจากกรมการขนส่งทางบกจะเป็นข้อมูลจำนวนรถยนต์แบ่งตามเชื้อเพลิงของปี ค.ศ. 2005 ถึง ค.ศ.2007 ดังภาคผนวก ข ดังนั้นจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ กับ ปี เพื่อหาจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆของปีที่ขาด โดยสมการความสัมพันธ์จะต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด (พิจารณาค่า R^2 ซึ่งจะเข้าใกล้ 1) สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ในแต่ละปี ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ในแต่ละปี

ประเภทรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงๆ	จำนวนรถยนต์	R^2	Note
Light duty gasoline vehicle	$y = 3E+06e^{-0.0304x}$	$R^2 = 0.9422$	x คือ ปี ค.ศ. -1982 y คือ จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ
Light duty diesel vehicle	$y = 27622e^{0.157x}$	R2 = 0.8524	
Light duty gasohol vehicle	$y = 0.9502e^{0.523x}$	$R^2 = 0.8811$	
Light duty gas vehicle	$y = 1.4327e^{0.4629x}$	$R^2 = 0.9821$	

จากนั้นนำสมการในตารางที่ 3.12 ไปคำนวนจำนวนรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของปีที่ขาด เมื่อได้ข้อมูลครบตามปีที่ต้องการก็นำข้อมูลเหล่านั้นไปหาสัดส่วน โดยสูตรในการคำนวนเป็นดังนี้

$$\text{สัดส่วนของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ปี n} = \frac{\text{จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินในปี n}}{\text{ผลรวมจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆในปี n}} \quad (3.6)$$

$$\text{สัดส่วนของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลปี n} = \frac{\text{จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลในปี n}}{\text{ผลรวมจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆในปี n}} \quad (3.7)$$

$$\text{สัดส่วนของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ปี n} = \frac{\text{จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ในปี n}}{\text{ผลรวมจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆในปี n}} \quad (3.8)$$

สัดส่วนของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สปี n = $\frac{\text{จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สในปี n}}{\text{ผลรวมจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆในปี n}}$ (3.9)

โดยที่

n คือ ปี ค.ศ. 1983 ถึง 2007

จากการคำนวณด้วยวิธีข้างต้น จะได้สัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ที่จะนำไปใช้ปรับแก้ในแบบจำลองเป็นดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 สัดส่วนของจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ

ปี	สัดส่วนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน	สัดส่วนรถยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์	สัดส่วนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล	สัดส่วนรถยนต์ที่ใช้ LPG+CNG
1983	0.9890	0.0000	0.0110	0.0000
1984	0.9868	0.0000	0.0132	0.0000
1985	0.9841	0.0000	0.0159	0.0000
1986	0.9809	0.0000	0.0191	0.0000
1987	0.9770	0.0000	0.0230	0.0000
1988	0.9724	0.0000	0.0276	0.0000
1989	0.9669	0.0000	0.0331	0.0000
1990	0.9604	0.0000	0.0396	0.0000
1991	0.9525	0.0000	0.0474	0.0000
1992	0.9433	0.0001	0.0566	0.0001
1993	0.9323	0.0001	0.0674	0.0001
1994	0.9194	0.0002	0.0802	0.0002
1995	0.9042	0.0004	0.0952	0.0003
1996	0.8864	0.0007	0.1125	0.0004
1997	0.8657	0.0011	0.1325	0.0007
1998	0.8417	0.0019	0.1554	0.0011
1999	0.8139	0.0031	0.1813	0.0017
2000	0.7820	0.0052	0.2100	0.0027
2001	0.7456	0.0087	0.2415	0.0042
2002	0.7041	0.0143	0.2751	0.0065
2003	0.6572	0.0232	0.3097	0.0099
2004	0.6044	0.0371	0.3435	0.0149
2005	0.5456	0.0583	0.3741	0.0220
2006	0.4811	0.0893	0.3978	0.0318
2007	0.4118	0.1330	0.4106	0.0446

เมื่อได้สัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆตั้งแต่ปีค.ศ.1983 ถึง 2007แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นไปจัดให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการปรับแก้แบบจำลอง ซึ่งรูปแบบเป็นดังภาพที่ 3.7 ซึ่งจะแบ่งข้อมูลเป็น 4 ชุดตามประเภทเชื้อเพลิงที่แยก คือ น้ำมันเบนซิน ดีเซล แก๊สโซฮอล์ และ แก๊ส (แอลพีจี+ซีเอ็นจี) และแต่ละชุดจะแบ่งเป็น 25 ค่าตามปี โดยค่าแรกเป็นสัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของปีค.ศ.1983 ค่าที่ 2 เป็นสัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของปีค.ศ.1983 และเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนค่าสุดท้ายเป็นสัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของปีค.ศ. 2007

```
C
C  diesel sales as a fraction of total (g + d + cng + gasohol) model year sales
C
      DATA DSF1/ น้ำมันดีเซล
C  LDV
C----------Start 25 Age(1983-2007)-----------------------------------------
     *0.0110,0.0132,0.0159,0.0191,0.0230,0.0276,0.0331,0.0396,
     *0.0474,0.0566,0.0674,0.0802,0.0952,0.1125,0.1325,0.1554,
     *0.1813,0.2100,0.2415,0.2751,0.3097,0.3435,0.3741,0.3978,0.4106/
C
C  gasoline sales as a fraction of total (g + d + cng + gasohol) model year sales
C
      DATA GASF/ น้ำมันเบนซิน
C  LDV
C----------Start 25 Age(1983-2007)-----------------------------------------
     *0.9890,0.9868,0.9841,0.9809,0.9770,0.9724,0.9669,0.9604,
     *0.9525,0.9433,0.9323,0.9194,0.9042,0.8864,0.8657,0.8417,
     *0.8139,0.7820,0.7456,0.7041,0.6572,0.6044,0.5456,0.4811,0.4118/
C
C  cng sales as a fraction of total (g + d + cng + gasohol) model year sales
C
      DATA CNGF/ ซีเอ็นจี+แอลพี
C  LDV
C----------Start 25 Age(1983-2007)-----------------------------------------
     *0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,
     *0.0000,0.0001,0.0001,0.0002,0.0003,0.0004,0.0007,0.0011,
     *0.0017,0.0027,0.0042,0.0065,0.0099,0.0149,0.0220,0.0318,0.0446/
C
C  gasohol sales as a fraction of total (g + d + cng + gasohol) model year sales
C
      DATA GASOHOLF/ แก๊สโซฮอล์
C  LDV
C----------Start 25 Age(1983-2007)-----------------------------------------
     *0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,
     *0.0000,0.0001,0.0001,0.0002,0.0004,0.0007,0.0011,0.0019,
     *0.0031,0.0052,0.0087,0.0143,0.0232,0.0371,0.0583,0.0893,0.1330/
      END
```

ปี 1983

ปี 2007

ภาพที่ 3.7 สัดส่วนจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 ถึง ค.ศ. 2007

3) ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถใหม่

ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถใหม่สามารถเก็บรวบรวมได้จาก

ก) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ เว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษ http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd02.html ซึ่งเป็นข้อมูลมาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ดังตารางที่ 3.14

- มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กดังตารางที่ 3.15

- มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ดังตารางที่ 3.16

- มาตรฐานการระบายมลพิษจากจักยานยนต์ใหม่ ดังตารางที่ 3.17

ข) รายงาน A Study on Changes in Specifications for Gasoline and Diesel Fuels in Thailand ซึ่งข้อมูลที่ได้มาเป็นดังตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.14 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่(เครื่องยนต์เบนซิน)							
มาตรฐาน มอก.	**มาตรฐานอ้างอิง**	**จำนวนที่นั่ง**	CO	$HC+NO_x$	HC	NO_x	**วันบังคับใช้**
ระดับที่ 1 (มอก. 1085-2535) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2535ข)	ECE R 15-04		กรัมต่อการทดสอบ				-
		PC ไม่เกิน 9	58-110	19-28	-	-	
ระดับที่ 2 (มอก. 1120-2535) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2535ค)	ECE R 83	PC ไม่เกิน 6	25-45	6.5-28	-	3.5-6	30 มี.ค. 2538
		PC มากกว่า 6	58-110	19-23	-	-	
ระดับที่ 3 (มอก. 1280-2538) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2538ง)	ECE R 83-01(B)		กรัมต่อกิโลเมตร				30 มี.ค. 2538
		PC ไม่เกิน 6	2.72	0.97	-	-	
			กรัมต่อการทดสอบ				
		PC มากกว่า 6	58-100	19-28	-	-	
ระดับที่ 4 (มอก. 1365-2539) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2539ค)	DRT 93/59/EEC		กรัมต่อกิโลเมตร				1 ม.ค. 2540
		PC ไม่เกิน 6	2.27	0.97	-	-	
		PC มากกว่า 6	2.72-6.90	0.97-1.70	-	-	
ระดับที่ 5 (มอก. 1440-1997) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2540ข)	DRT 94/12/EEC	PC ไม่เกิน 6	2.20	0.50	-	-	1 ม.ค. 2542
		PC มากกว่า 6	2.72-6.90	0.97-1.70	-	-	
ระดับที่ 6 (มอก. 1870-1999)	DRT 96/69/EEC	PC ไม่เกิน 6	2.20	0.50	-	-	25 ส.ค. 2542
		PC มากกว่า 6	2.20-5.00	0.50-0.70	-	-	
ระดับที่ 7 (มอก. 2160-2003)	DRT 1999/102/EC(A) [1] EURO 3	PC ไม่เกิน 6	2.30	-	0.20	0.15	10 ม.ค. 2548
		PC มากกว่า 6	2.30-5.22	-	0.20-0.29	0.15-0.21	
ระดับที่ 8	DRT 1999/102/EC(B) EURO 4	PC ไม่เกิน 6	2.20	-	0.10	0.08	อยู่ในระหว่างนำเสนอ
		PC มากกว่า 6	1.00-2.27	-	0.10-0.16	0.08-0.11	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.15 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ (เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก)							
มาตรฐาน มอก.	**มาตรฐานอ้างอิง**	**จำนวนที่นั่ง**	CO	$HC+NO_x$	NO_x	PM	**วันบังคับใช้**
ระดับที่ 1 (มอก. 1140-2536) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2536ข)	ECE R 83-C		กรัมต่อการทดสอบ				29 ม.ค. 2538
		PC ไม่เกิน 6	30-45	8-15	6	-	
		PC มากกว่า 6	58-100	19-28	-	-	
ระดับที่ 2 (มอก. 1285-2538) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2538ก)	ECE R 83-01 App.C		กรัมต่อกิโลเมตร				23 ก.พ. 2539
		PC ไม่เกิน 6	2.72	0.97	-	0.14	
			กรัมต่อการทดสอบ				
		PC มากกว่า 6	58-110	19-28	-	-	
ระดับที่ 3 (มอก. 1370-2539) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2539ข)	93/59/EEC		กรัมต่อกิโลเมตร				1 ม.ค. 2540
		PC ไม่เกิน 6	2.72	0.97	-	0.14	
		PC มากกว่า 6	2.72-6.90	0.97-1.70	-	0.14-0.25	
ระดับที่ 4 (มอก. 1435-2540) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2540ก)	DRT 94/12/EC	PC ไม่เกิน 6	1.00	0.70	-	0.08	1 ม.ค. 2542
		PC มากกว่า 6	2.72-6.90	0.97-1.70	-	0.14-0.25	
ระดับที่ 5 (มอก. 1875-2542)	DRT 96/69/EEC	PC ไม่เกิน 6	1.00	0.70	-	0.08	25 ส.ค. 2544
		PC มากกว่า 6	1.00-1.50	0.70-1.20	-	0.08-0.17	
ระดับที่ 6 (มอก. 2155-2546)	DRT 1999/102/EC(A) [1] EURO 3	PC ไม่เกิน 6	0.64	0.56	0.50	0.05	10 ม.ค. 2548
		PC มากกว่า 6	0.64-0.95	0.56-0.86	0.50-0.78	0.05-0.10	
ระดับที่ 7	DRT 1999/102/EC(B) EURO 4	PC ไม่เกิน 6	0.50	0.30	0.25	0.025	อยู่ในระหว่างนำเสนอ
		PC มากกว่า 6	0.50-0.74	0.30-0.46	0.25-0.39	0.025-0.06	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.16 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

มาตรฐานการระบายมลพิษสำหรับยานพาหนะใหม่ (รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่)									
มาตรฐาน	**มาตรฐานอ้างอิง**	**ปริมาณสารมลพิษ**							**วันบังคับใช้**
		CO	HC	NO_x	PM	NMHC	CH4[1]	Smoke	
		การทดสอบโดยวิธี ECE R 49 (กรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)						(m^{-1})	
ระดับที่ 1 มอก.1180(1)-2538 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2536ค)	ECE R 49-01 Pre-EURO	11.20	2.40	14.40	-	-	-	-	-
ระดับที่ 2 มอก.1290-2538 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2538ข)	91/542(A)/EEC EURO 1	4.50	1.10	8.00	0.36	-	-	-	12 พ.ค. 2541
ระดับที่ 3 มอก.1295-2541 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2538ค)	DRT 96/1/EC EURO 2	4.00	1.10	7.00	0.15	-	-	-	23 พ.ค. 2542
ระดับที่ 4		การทดสอบโดยวิธี ESC [2] (กรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)						ELR Test [3]	1 ม.ค. 2550 (มติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)
	DRT 1999/96/EC EURO 3 (A)	2.10	0.66	5.00	0.10	-	-	0.8	
					0.13 [4]				
	EURO 3 EEV [5]	1.50	0.25	2.00	0.02	-	-	0.15	
		การทดสอบโดยวิธี ETC [6] (กรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง)							
	EURO 3	5.45	-	5.00	0.16	0.78	0.16		
					0.21 [4]				
	EURO 3 EEV	3.00	-	2.00	0.02	0.40	0.65		

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.17 มาตรฐานการระบายมลพิษจากจักยานยนต์ใหม่

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ (รถจักรยานยนต์)							
มาตรฐาน มอก.	มาตรฐานอ้างอิง	มาตรฐานการระบายมลพิษ					วันบังคับใช้
		การทดสอบลักษณะที่ 1: ตามรูปแบบการขับขี่	การทดสอบลักษณะที่ 2: เดินเบา	ควันขาว	การระเหย	ค่าความทนทานอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ	
ระดับที่ 1 (มอก.1105-2538) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2535ก)	ECE R 40-00	2 จังหวะ - CO ไม่เกิน 16-40 g/km - HC ไม่เกิน 10-15 g/km	CO ไม่เกิน 4.5%	-	-	-	10 ส.ค. 2536
		4 จังหวะ - CO ไม่เกิน 25-50 g/km - HC ไม่เกิน 7-10 g/km					
ระดับที่ 2 (มอก.1185-2536) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2536ก)	ECE R 40-01	2 จังหวะ - CO ไม่เกิน 12.8-32 g/km - HC ไม่เกิน 8-12 g/km	CO ไม่เกิน 4.5%	-	-	-	15 มี.ค. 2538
		4 จังหวะ - CO น้อยกว่า/เท่ากับ 17.5-35 g/km - HC น้อยกว่า/เท่ากับ 4-2.6 g/km					
ระดับที่ 3 (มอก.1360-2539) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2539ก)	-	- CO มากกว่า 13 g/km - HC มากกว่า 5 g/km	CO ไม่เกิน 4.5% HC [1]	-	-	-	1 ก.ค. 2540

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.17 มาตรฐานการระบายมลพิษจากจักยานยนต์ใหม่ (ต่อ)

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ (รถจักรยานยนต์) ต่อ							
มาตรฐาน มอก.	**มาตรฐานอ้างอิง**	**มาตรฐานการระบายมลพิษ**					**วันบังคับใช้**
		การทดสอบลักษณะที่ 1: ตามรูปแบบการขับขี่	**การทดสอบลักษณะที่ 2: เดินเบา**	**ควันขาว**	**การระเหย**	**ค่าความทนทานอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ**	
ระดับที่ 4 (มอก.1650-2541) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2541)	97/24/EC JASO T 902-95 Taiwan	- CO มากกว่า 4.5 g/km - HC+NO_x น้อยกว่า3 g/km	CO ไม่เกิน 4.5% HC [1]	15%	2 g/test for 150 cc up	ทดสอบที่ 6,000 km แต่คาดการไปถึง 12,000 km	30 ก.ค. 2542
ระดับที่ 5 (มอก.2130-2545)	97/24/EC JASO T 902-95 Taiwan	Evap น้อยกว่า 2 g/test - CO ไม่เกิน 3.5 g/km - HC+NO_x ไม่เกิน 2 g/km Evap มากกว่า 2 andน้อยกว่า 6 g/test - CO ไม่เกิน 3.5 g/km - HC+NO_x ไม่เกิน1.8 g/km	CO [1] HC [1]	15%	2 g/test	ทดสอบที่ 7,500 km แต่คาดการไปถึง 15,000 km	เกิน 110 cc 1 มิ.ย. 2547 ทุกขนาด 1 ก.ค. 2547

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.17 มาตรฐานการระบายมลพิษจากจักยานยนต์ใหม่ (ต่อ)

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ (รถจักรยานยนต์) ต่อ							
มาตรฐาน มอก.	มาตรฐาน อ้างอิง	มาตรฐานการระบายมลพิษ					วันบังคับใช้
		การทดสอบลักษณะที่ 1: ตามรูปแบบการขับขี่	การทดสอบลักษณะที่ 2: เดินเบา	การทดสอบลักษณะที่ 1: ตามรูปแบบการขับขี่	การทดสอบลักษณะที่ 2: เดินเบา	การทดสอบลักษณะที่ 1: ตามรูปแบบการขับขี่	
ระดับที่ 6	97/24/EC (B)	Size น้อยกว่า 150 cc <u>Evap น้อยกว่า 2 g/test</br> - CO น้อยกว่า 2 g/km - HC น้อยกว่า 0.8 g/km - NO_x น้อยกว่า 0.15 g/km <u>Evapมากกว่า 2 and น้อยกว่า 6 g/test</br> - CO น้อยกว่า 2 g/km - HC น้อยกว่า 0.6 g/km - NO_x น้อยกว่า 0.15 g/km Size มากกว่า/เท่ากับ 150 cc <u>Evap น้อยกว่า 2 g/test</br> - CO น้อยกว่า 2 g/km - HC น้อยกว่า 0.3 g/km - NO_x น้อยกว่า 0.15 g/km		15% (สำหรับรถจักร-ยานยนต์ 2 จังหวะเท่านั้น)	2 g/test	- ขนาด 50 - 169 cc ทดสอบที่ 12,000 km - ขนาด 170 - 269 cc ทดสอบที่ 18,000 km - ขนาดเกินกว่า 270 cc ทดสอบที่ 30,000 km	1 ม.ค. 2551 (อยู่ระหว่างการนำเสนอคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตารางที่ 3.18 ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่

Type of Vehicle	Start	End	ZM (g/mile)			
			HC	CO	NOx	PM
Gasoline Passenger Cars	Pre	1995	4.505	35.935	2.138	0.16
	1995	1995	2.037	18.796	1.777	0.16
	1996	1996	1.087	12.531	1.777	0.16
	1997	1998	0.414	2.404	0.466	0.16
	1999	2001	0.213	2.033	0.240	0.14
	2002	2006	0.18	1.715	0.135	0.14
	2007	2020	0.09	0.9	0.072	0.14
Diesel Passenger Cars	Pre	1995	4.816	7.584	2.336	1.00
	1995	1995	4.816	7.584	2.336	1.00
	1996	1996	3.211	5.056	1.557	1.00
	1997	1998	0.451	1.883	0.449	0.14
	1999	2001	0.426	0.692	0.204	0.14
	2002	2006	0.341	0.443	0.163	0.14
	2007	2020	0.183	0.346	0.082	0.14
Heavy Duty Diesel	Pre	1998	6.293	18.379	40.942	4.36
	1998	1999	5.697	16.337	35.824	4.36
	2000	2002	5.064	14.522	31.346	1.73
	2003	2007	2.659	7.624	22.390	1.15
	2008	2010	1.853	5.446	15.673	0.15
	2011	2020	1.007	2.960	8.956	0.15
Two Stroke Motorcycle	Pre	1993	14.678	53.527	0.124	0.48
	1993	1994	10.163	32.255	0.184	0.48
	1995	1996	8.385	29.404	0.226	0.48
	1997	1999	7.221	20.188	0.197	0.48
	2000	2000	6.344	18.511	0.164	0.48
Four Stroke Motorcycle	Pre	1995	7.453	25.672	1.901	0.48
	1995	1996	4.258	14.103	1.044	0.48
	1997	1999	3.025	8.827	0.574	0.48
	2000	2000	2.848	7.959	0.573	0.48
	2001	2002	2.623	7.689	0.573	0.48
	2003	2003	2.397	7.014	0.573	0.48
	2004	2020	1.335	5.456	0.573	0.48
Tuk Tuk	1960	2020	18.540	5.214	0.536	1.37

ที่มา: ERM-Siam, 2002

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่จาก 2 แหล่งที่รวบรวมมาได้ จะเห็นได้ว่า ไม่มีข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถบัสใหม่ รถยนต์สามล้อ รถยนต์ใหม่ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ LPG และ CNG ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ LPG และ CNG เท่ากับ ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์สามล้อใหม่ จะใช้ข้อมูลการตรวจวัดการปล่อยมลพิษจากรถยนต์สามล้อที่ใช้งานแล้ว ส่วนรถบัสกำหนดให้มีปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ เท่ากับปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลที่นำไปใช้ในแบบจำลองได้ดังตารางที่ 3.19 เนื่องจากค่าปริมาณการปล่อยมลพิษที่รวบรวมมาได้มีหน่วยเป็น g/km และ g/kWh แต่แบบจำลองต้องการปริมาณการปล่อยมลพิษที่เป็นหน่วย g/mi และ g/bhp ดังนั้นจะต้องมีการแปลงหน่วยก่อน จากนั้นนำข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ที่แปลงหน่วยแล้วไปจัดให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการปรับแก้ในแบบจำลอง โดยจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ปีที่ใช้ปริมาณการปล่อยมลพิษใหม่ ซึ่งจะแบ่งตามมลพิษ ดังภาพที่ 3.8 และ ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ ซึ่งแบ่งตามปีที่ใช้ และมลพิษ ดังภาพที่ 3.9

ตารางที่ 3.19 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่นำไปใช้ในแบบจำลอง

Type of Vehicle	ปีที่ใช้ปริมาณการปล่อยมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่(g/km)			
		HC	CO	NO_x	PM
Light duty Gasoline Vehicle,Light duty Gasohol vehicle and Light duty LPG &CNG vehicle	1994	14.50	2.85	1.90	ไม่มีการตรวจวัด
	1995	23.33	4.59	3.06	ไม่มีการตรวจวัด
	1996	6.25	0.90	0.75	ไม่มีการตรวจวัด
	1998	10.06	1.45	1.21	ไม่มีการตรวจวัด
	2001	2.27	0.58	0.39	ไม่มีการตรวจวัด
	2006	3.65	0.94	0.62	ไม่มีการตรวจวัด
	2020	2.27	0.58	0.39	ไม่มีการตรวจวัด
	2050	3.65	0.94	0.62	ไม่มีการตรวจวัด
Diesel Passenger Cars	1994	7.500	0.500	1.500	0.140
	1995	12.070	0.805	2.414	0.140
	1996	2.720	0.087	0.883	0.140
	1998	4.377	0.140	1.421	0.225
	2001	2.720	0.087	0.883	0.140
	2006	4.377	0.140	1.421	0.225
	2020	1.000	0.063	0.637	0.080
	2050	1.609	0.101	1.025	0.129

ตารางที่ 3.19 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ที่นำไปใช้ในแบบจำลอง (ต่อ)

Type of Vehicle	ปีที่ใช้ปริมาณการปล่อยมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่(g/km)			
		HC	CO	NOx	PM
4 Stroke Motorcycle	1994	16.00	10.00	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	1996	12.80	8.00	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	1998	13.0	5.0	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	2003	4.50	2.52	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	2008	3.50	1.68	0.32	ไม่มีการตรวจวัด
	2050	2.00	0.80	0.15	ไม่มีการตรวจวัด
2 Stroke Motorcycle	1994	16.00	10.00	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	1996	12.80	8.00	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	1998	13.0	5.0	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	2003	4.50	2.52	0.48	ไม่มีการตรวจวัด
	2008	3.50	1.68	0.77	ไม่มีการตรวจวัด
	2050	2.00	0.80	0.32	ไม่มีการตรวจวัด
Heavy Duty Diesel and Bus	1997	11.20	2.40	14.41	0.36
	1999	4.50	1.10	8.01	0.36
	2007	4.00	1.10	7.01	0.15
	2050	2.10	0.66	5.01	0.10

```
C
C  mygs for low altitude FTP emission rates
C
        DATA IERLOW01/
C---------------LDGV----------------------------------------
     H   1994,1995,1996,1998,2000,2004,2011,2050,NEYR,26*0000,
     C   1994,1995,1996,1998,2000,2004,2011,2050,NEYR,26*0000,
     N   1994,1995,1996,1998,2000,2004,2011,2050,NEYR,26*0000/
```

ภาพที่ 3.8 ข้อมูลปีที่ใช้มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์ใหม่ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง

```
C  Low altitude region
C
        DATA RZL02/
C  LDGV
     H 4.59,1.45,0.94,0.94,0.48,0.48,0.32,0.16,0.0,26*0000,
     C 23.33,10.06,3.65,3.65,3.54,3.54,3.54,3.54,0.0,26*0000,
     N 3.06,1.21,0.62,0.62,0.32,0.32,0.24,0.13,0.0,26*0000,
```

ภาพที่ 3.9 ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง

4) ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์แต่ละประเภท

ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์รวบรวมได้จากรายงาน A Study on Changes in Specifications for Gasoline and Diesel Fuels in Thailand ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.20 จะเห็นได้ว่าไม่มีข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถบัส รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ LPG และ CNG จึงกำหนดให้ค่าความเสื่อมของรถยนต์เหล่านั้นเท่ากับ 0 จากนั้นต้องนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้จัดให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในแบบจำลอง ดังภาพที่ 3.10 เป็นปีที่ใช้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ โดยจะแบ่งตามมลพิษ และ ภาพที่ 3.11 เป็นข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่แบ่งตามปีที่ใช้ และมลพิษ

ตารางที่ 3.20 ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษของรถยนต์แต่ละประเภท

Type of Vehicle	Start	End	DR			
			HC	CO	NOx	PM
Gasoline Passenger Cars	Pre	1995	0.112	1.398	2.138	0.16
	1995	1995	0.112	1.398	1.777	0.16
	1996	1996	0.112	1.398	1.777	0.16
	1997	1998	0.112	1.245	0.466	0.16
	1999	2001	0.100	1.245	0.240	0.14
	2002	2006	0.099	1.245	0.135	0.14
	2007	2020	0.099	1.245	0.072	0.14
Diesel Passenger Cars	Pre	1995	0.128	0.208	0.064	1.00
	1995	1995	0.128	0.208	0.064	1.00
	1996	1996	0.128	0.208	0.064	1.00
	1997	1998	0.112	0.145	0.04	0.14
	1999	2001	0.068	0.087	0.039	0.14
	2002	2006	0.027	0.035	0.015	0.14
	2007	2020	0.027	0.035	0.015	0.14
Heavy Duty Diesel	Pre	1998	0.097	0.257	0.306	0.0
	1998	1999	0.097	0.225	0.274	0.0
	2000	2002	0.000	0.129	0.000	0.0
	2003	2007	0.000	0.068	0.000	0.0
	2008	2010	0.000	0.129	0.000	0.0
	2011	2020	0.000	0.129	0.000	0.0

ตารางที่ 3.20 ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษของรถยนต์แต่ละประเภท (ต่อ)

Type of Vehicle	Start	End	DR			
			HC	CO	NOx	PM
Two Stroke Motorcycle	Pre	1993	0.000	0.000	0.000	0.0
	1993	1994	0.000	0.000	0.000	0.0
	1995	1996	0.000	0.000	0.000	0.0
	1997	1999	0.000	0.000	0.000	0.0
	2000	2000	0.000	0.000	0.000	0.0
Four Stroke Motorcycle	Pre	1995	0.000	0.000	0.000	0.0
	1995	1996	0.000	0.000	0.000	0.0
	1997	1999	0.000	0.000	0.000	0.0
	2000	2000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2001	2002	0.000	0.000	0.000	0.0
	2003	2003	0.000	0.000	0.000	0.0
	2004	2020	0.000	0.000	0.000	0.0
Tuk Tuk	1960	2020	0.000	0.000	0.000	0.0

ที่มา: ERM-Siam, 2002

```
C  Continuation line code is the pollutant type:
C
C      H = HC    C = CO    N = NOx
C
C  mygs for low altitude FTP emission rates
C
       DATA IERLOW01/
C---------------LDGV----------------------------------------
     H   1994,1995,1996,1998,2001,2006,2020,NEYR,27*0000,
     C   1994,1995,1996,1998,2001,2006,2020,NEYR,27*0000,
     N   1994,1995,1996,1998,2001,2006,2020,NEYR,27*0000/
```

ภาพที่ 3.10 ปีที่ใช้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง

```
C  Hardcoded running deterioration rates
C
C  Low altitude region
C
       DATA RDL02/
C  LDGV
     H 0.112,0.112,0.112,0.112,0.1,0.099,0.099,0.00,27*0.,
     C 1.398,1.398,1.398,1.245,1.245,1.245,1.245,0.00,27*0.,
     N 0.00,0.08,0.08,0.113,0.1,0.1,0.1,0.00,27*0.,
```

ภาพที่ 3.11 ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ที่ปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ปรับแก้แบบจำลอง

3.3.2 ข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตสำหรับรันแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ต้องจัดเป็น External data file และข้อมูลที่ป้อนให้กับแบบจำลองได้โดยตรง

1) ข้อมูลที่ต้องจัดเป็น External data file จะเป็นข้อมูลรถยนต์ซึ่งได้แก่

ก. สัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ

ข้อมูลจำนวนรถยนต์แบ่งตามอายุที่เก็บรวบรวมได้เป็นดังตารางที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่รวบรวมได้ คือ จำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1 ถึง อายุมากกว่า 20 ปี แต่ข้อมูลจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 11 ปี ถึง มากกว่า 20 ปี จะเป็นข้อมูลแบบช่วงอายุ คือ ข้อมูลจำนวนรถยนต์อายุ 11 -15 ปี ข้อมูลจำนวนรถยนต์อายุ 16 - 20 ปี และข้อมูลจำนวนรถยนต์อายุมากกว่า 20 ปี เนื่องจากข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่นำไปใช้เป็นอินพุตให้กับแบบจำลองเป็นข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่มีอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ดังนั้นจึงนำข้อมูลจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1 ถึง 10 ปีไปหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์ กับอายุรถยนต์ เพื่อหาข้อมูลจำนวนรถยนต์ที่มีอายุ 11-25 ปี โดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถยนต์ประเภทต่างๆ กับอายุรถยนต์ จะต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด (พิจารณาค่า R^2 ซึ่งจะเข้าใกล้ 1) สมการที่ใช้ในการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุ เป็นดังตารางที่ 3.21 เนื่องจากรถยนต์สามล้อไม่สามารถที่จะหาสมการความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากข้อมูลที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงกำหนดให้ข้อมูลจำนวนรถยนต์สามล้อตั้งแต่อายุ 11-15 ปีมีปริมาณเท่ากัน คือ 41คัน ข้อมูลจำนวนรถยนต์สามล้อตั้งแต่อายุ 16-20 ปี มีปริมาณเท่ากันคือ 47 คัน และ ข้อมูลจำนวนรถยนต์สามล้อตั้งแต่อายุ 20-25 ปีมีปริมาณเท่ากันคือ 1457 คัน ส่วนข้อมูลจำนวนรถยนต์สามล้อตั้งแต่ 1-10 ปี เป็นดังข้อมูลที่รวบรวมมา

ตารางที่ 3.21 สมการคำนวณจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุ

Vehicle Type	จำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียน	R^2	Note
Motorcycle	$y = 755881e^{-0.335x}$	0.9443	x is age of vehicle
Light Duty Vehicle	$y = 654291e^{-0.266x}$	0.9783	x is age of vehicle
Heavy Duty Vehicle	$y = 17313e^{-0.231x}$	0.9527	x is age of vehicle
Bus	$y = 5022e^{-0.16x}$	0.8691	x is age of vehicle

จากนั้นนำสมการในตารางที่ 3.21 ไปหาจำนวนรถยนต์ของอายุที่ขาด (อายุ 11-25 ปี) จากนั้นนำข้อมูลที่ขาดไปหาสัดส่วนจำนวนรถยนต์ในแต่ละช่วงอายุ คือ หาสัดส่วน

จำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 11-15 ปี 16-20 ปี และ 21-25 ปี เมื่อได้สัดส่วนจำนวนรถยนต์ในแต่ละช่วงอายุแล้ว นำจำนวนรถยนต์ของช่วงอายุนั้นไปคูณกับสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละอายุ ก็จะได้จำนวนรถยนต์แต่ละอายุ เช่น จำนวนรถยนต์อายุ 11 ปี จะเท่ากับ จำนวนรถยนต์ของช่วงอายุ 11-25 ปี คูณกับ สัดส่วนจำนวนรถยนต์อายุ 11 ปี เป็นต้น

เมื่อได้ข้อมูลจำนวนรถยนต์ครบทุกอายุ ก็นำไปหาสัดส่วนจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ดังสูตร

$$\text{สัดส่วนของรถยนต์ประเภท i อายุ n ปี} = \frac{\text{จำนวนรถยนต์ประเภท i อายุ n ปี}}{\text{ผลรวมจำนวนรถยนต์ประเภท i ทุกอายุตั้งแต่ 1-25 ปี}} \quad (3.10)$$

โดยที่

n คือ อายุรถยนต์ 1-25 ปี

i คือ ประเภทรถยนต์ 6 ประเภท

ส่วนจำนวนรถจักรยานยนต์ที่ได้จากตารางที่ 3.21 ไม่ได้แบ่งประเภทเป็น 2 และ 4 จังหวะ จึงต้องนำสัดส่วนรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 (อายุ 25 ปี) ถึง 2007 (อายุ 1 ปี) มาช่วยในการแบ่งประเภท ก่อนนำไปหาสัดส่วน

จากการคำนวณด้วยวิธีข้างต้น จะได้สัดส่วนจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปีที่จะนำไปใช้เป็นอินพุตให้กับแบบจำลอง ดังตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.22 สัดส่วนของรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุที่ใช้ในการรันในแบบจำลอง

อายุรถ(ปี)	สัดส่วนของรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ					
	LDV	HDV	BUS	4 stroke	2 stroke	Tuk Tuk
1	0.1819	0.1054	0.1417	0.1096	0.0003	0.1786
2	0.0984	0.0703	0.0435	0.0726	0.0004	0.0066
3	0.0882	0.0774	0.0614	0.079	0.0007	0.0031
4	0.0719	0.0673	0.0884	0.0674	0.001	0.0007
5	0.0553	0.0592	0.0804	0.0575	0.0015	0.0014
6	0.0418	0.0441	0.0914	0.0406	0.0018	0.0037
7	0.0361	0.033	0.0428	0.028	0.0021	0.0017
8	0.0252	0.02	0.0303	0.0149	0.0019	0.0003
9	0.0168	0.0186	0.0376	0.0115	0.0025	0.0000
10	0.0448	0.0547	0.0286	0.0261	0.0098	0.0012
11	0.066	0.0745	0.0395	0.2585	0.1657	0.0042
12	0.0506	0.0591	0.0395	0.1251	0.1372	0.0042
13	0.0388	0.0469	0.0287	0.0576	0.1081	0.0042

ตารางที่ 3.22 สัดส่วนของรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุที่ใช้ในการรันในแบบจำลอง (ต่อ)

อายุรถ(ปี)	สัดส่วนของรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ					
	LDV	HDV	BUS	4 stroke	2 stroke	Tuk Tuk
14	0.0297	0.0372	0.0244	0.0256	0.0822	0.0042
15	0.0228	0.0296	0.0208	0.0111	0.0611	0.0042
16	0.0215	0.036	0.027	0.0082	0.0773	0.0049
17	0.0165	0.0286	0.023	0.0035	0.0561	0.0049
18	0.0126	0.0227	0.0196	0.0015	0.0404	0.0049
19	0.0097	0.018	0.0167	0.0006	0.0291	0.0049
20	0.0074	0.0143	0.0143	0.0003	0.0209	0.0049
21	0.0204	0.0251	0.0269	0.0005	0.0699	0.1514
22	0.0156	0.0199	0.023	0.0002	0.0501	0.1514
23	0.012	0.0158	0.0196	0.0001	0.0359	0.1514
24	0.0092	0.0126	0.0167	0.0000	0.0257	0.1514
25	0.0068	0.0097	0.0142	0.0000	0.0183	0.1514
รวม	0.1819	0.1054	0.1417	0.1096	0.0003	0.1788

เนื่องจากข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ เป็น External data file ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างไฟล์ชื่อ regdata .in เพื่อป้อนข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง โดยรูปแบบของไฟล์เป็นดังภาพที่ 3.12 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ของรถยนต์ 6 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็ก รถยนต์ขนาดใหญ่ รถบัส รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ และรถยนต์สามล้อ ซึ่งรถยนต์แต่ละประเภทก็แบ่งข้อมูลออกเป็น 25 ค่าตามอายุ โดยข้อมูลแรกเป็นข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์อายุ 1 ปี และจะเพิ่มอายุขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์อายุ 25 ปี

```
REG DIST
* LDV-> Power: y = 654291e-0.266x
 1 0.1819 0.1652 0.1502 0.1365 0.1241 0.0719 0.0553 0.0418 0.0361 0.0252 0.0168 0.0448
   0.0660 0.0598 0.0543 0.0493 0.0448 0.0297 0.0228 0.0215 0.0165 0.0126 0.0097 0.0074
   0.0204 0.0185 0.0168 0.0153 0.0139 0.0092 0.0068
* HDV-->Expo: y = 17313e-0.231x
 2 0.1054 0.0703 0.0774 0.0673 0.0592 0.0441 0.0330 0.0200 0.0186 0.0547
   0.0745 0.0591 0.0469 0.0372 0.0296 0.0360 0.0286 0.0227 0.0180 0.0143
   0.0251 0.0199 0.0158 0.0126 0.0097
* HDBS--> Expo: y = 3873.9e-0.1274x
 3 0.1417 0.0435 0.0614 0.0884 0.0804 0.0914 0.0428 0.0303 0.0376 0.0286
   0.0395 0.0395 0.0287 0.0244 0.0208 0.0270 0.0230 0.0196 0.0167 0.0143
   0.0269 0.0230 0.0196 0.0167 0.0142
* MC 4 STROKE-->Expo: y = 755881e-0.335x seperate by fraction of mc 4 and 2
 4 0.1096 0.0726 0.0790 0.0674 0.0575 0.0406 0.0280 0.0149 0.0115 0.0261
   0.2585 0.1251 0.0576 0.0256 0.0111 0.0082 0.0035 0.0015 0.0006 0.0003
   0.0005 0.0002 0.0001 0.0000 0.0000
* MC 2 STROKE-->Expo: y = 755881e-0.335x seperate by fraction of mc 4 and 2
 5 0.0003 0.0004 0.0007 0.0010 0.0015 0.0018 0.0021 0.0019 0.0025 0.0098
   0.1657 0.1372 0.1081 0.0822 0.0611 0.0773 0.0561 0.0404 0.0291 0.0209
   0.0699 0.0501 0.0359 0.0257 0.0183
* Tuk Tuk constant value
 6 0.1788 0.0066 0.0031 0.0007 0.0014 0.0037 0.0017 0.0003 0.0000 0.0012
   0.0042 0.0042 0.0042 0.0042 0.0042 0.0049 0.0049 0.0049 0.0049 0.0049
   0.1514 0.1514 0.1514 0.1514 0.1514
```

อายุ 1 ปี

อายุ 25 ปี

ภาพที่ 3.12 External data file ที่ให้ข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ

ข. ระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งาน

ข้อมูลระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทใช้งานในแต่ละปี จะได้จาก

- ฐานข้อมูลการวิจัยตลาดรถยนต์ใช้แล้วซึ่งจัดทำโดยคณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในหนังสือออโตไลน์รายปักษ์สำหรับข้อมูลระยะทางของรถขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในภาคผนวก ข
- กรมควบคุมมลพิษสำหรับข้อมูลระยะทางของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ LPG, NGV และแก๊สโซฮอล์ ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในภาคผนวก ข
- องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพสำหรับข้อมูลระยะทางของรถบัส ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในภาคผนวก ข
- รายงาน โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism)ในภาคคมนาคมและขนส่ง(นโยบายและแผนการขนส่งและจราจร,2551) สำหรับข้อมูลระยะทางของรถจักรยานยนต์ และรถยนต์สามล้อ ซึ่งระยะทางที่รถจักรยานยนต์ใช้งานที่ได้จากรายงาน เท่ากับ 5,627 กิโลเมตรต่อปี และสมมติให้ระยะทางที่รถจักยานยนต์ 2 จังหวะและ 4 จังหวะแต่ละอายุใช้งานเท่ากัน คือ 5,627 กิโลเมตรต่อปี ส่วนระยะทางที่รถยนต์สามล้อ ใช้งานที่ได้จากรายงาน เท่ากับ 33,012 กิโลเมตรต่อปี และสมมติให้ระยะทางที่รถยนต์สามล้อ แต่ละอายุใช้งานเท่ากัน คือ 33,012 กิโลเมตรต่อปี
- การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ: การพัฒนายุทธศาสตร์การลดมลพิษจากดีเซลสำหรับเมืองใหญ่ สำหรับข้อมูลระยะทางของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)ซึ่งระยะทางที่รถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใช้งาน เท่ากับ 29,307 กิโลเมตรต่อปี และสมมติให้ระยะทางที่รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใช้งานทุกอายุ(1-25 ปี)เท่ากัน

จากข้อมูลระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทใช้งานในแต่ละปีที่รวบรวมได้ จะนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางใช้งานสะสมและจำนวนปีที่ใช้งาน ซึ่งได้ดังตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 สรุปสมการการคำนวณระยะทางสะสมที่รถยนต์แต่ละประเภทเดินทางได้

Vehicle Type	Accumulative VKT, km	R^2	Note
Light Duty Gasoline Vehicle	$25070x^{0.847}$	0.8441	x is age of vehicle
Light Duty Diesel Vehicle	$22283x^{0.9375}$	0.9433	x is age of vehicle
Light Duty Gasohol Vehicle	$11872x^{0.9837}$	0.7074	x is age of vehicle
Light Duty LPG+CNG Vehicle	$135282x^{0.7158}$	0.8465	x is age of vehicle

จากนั้นจึงนำสมการในตารางที่ 3.23 ไปหาระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละอายุ จากนั้นก็นำระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละอายุ ไปหาระยะทางใช้งานเฉลี่ยของรถยนต์แต่ละอายุ ดังสมการ

$$VKT_x = y_x - y_{x-1} \qquad (3.11)$$

โดยที่

VKT คือ ระยะทางใช้งานเฉลี่ย (Vehicle Kilometer Traveled), กิโลเมตร

y คือ ระยะทางใช้งานสะสม, กิโลเมตร

x คือ อายุการใช้งาน, ปี

จากนั้นนำข้อมูลระยะทางใช้งานเฉลี่ยกับอายุการใช้งานมาหาสมการความสัมพันธ์ซึ่งได้ดังตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 สรุปสมการการคำนวณระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งาน

Vehicle Type	VKT, km/year	R^2	Note
Light Duty Gasoline Vehicle	$24512x^{-0.244}$	0.9777	x is the used year
Light Duty Diesel Vehicle	$22095x^{-0.098}$	0.9803	x is the used year
Light Duty Gasohol Vehicle	$11847x^{-0.025}$	0.9814	x is the used year
Light Duty LPG+CNG Vehicle	$124739x^{-0.417}$	0.9708	x is the used year
Bus	$1469.3x^{0.7858}$	1	x is the calendar year
Heavy Duty Diesel Vehicle	29,307		
Motorcycle	5,627		
Tuk Tuk	33,012		

จากนั้นนำสมการในตารางที่ 3.24 ไปหาระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภท อายุ 1 ถึง 25 ปีใช้งาน ซึ่งระยะทางที่รถยนต์อายุ 1 ถึง 25 ปีใช้งาน เป็นดังตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 ระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทอายุตั้งแต่ 1 ถึง 25 ปี ใช้งาน

อายุรถยนต์(ปี)	ระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ใช้งาน(กิโลเมตร)							
	LDGV	LDDV	BUS	LPG+CNG	Gasohol	HDDV	MC	Tuk Tuk
1	24,512	22,095	578,432	124,739	11,847	29,307	5,627	33,012
2	20,698	20,644	578,205	93,427	11,643	29,307	5,627	33,012
3	18,748	19,840	577,979	78,894	11,526	29,307	5,627	33,012
4	17,477	19,288	577,752	69,975	11,443	29,307	5,627	33,012
5	16,551	18,871	577,526	63,758	11,380	29,307	5,627	33,012
6	15,831	18,537	577,299	59,090	11,328	29,307	5,627	33,012
7	15,247	18,259	577,073	55,411	11,284	29,307	5,627	33,012
8	14,758	18,022	576,846	52,410	11,247	29,307	5,627	33,012
9	14,340	17,815	576,619	49,898	11,214	29,307	5,627	33,012
10	13,976	17,632	576,393	47,753	11,184	29,307	5,627	33,012
11	13,655	17,468	576,166	45,892	11,158	29,307	5,627	33,012
12	13,368	17,319	575,939	44,257	11,133	29,307	5,627	33,012
13	13,109	17,184	575,712	42,804	11,111	29,307	5,627	33,012
14	12,874	17,060	575,486	41,502	11,091	29,307	5,627	33,012
15	12,659	16,945	575,259	40,325	11,071	29,307	5,627	33,012
16	12,462	16,838	575,032	39,254	11,054	29,307	5,627	33,012
17	12,279	16,738	574,805	38,274	11,037	29,307	5,627	33,012
18	12,109	16,645	574,578	37,373	11,021	29,307	5,627	33,012
19	11,950	16,557	574,351	36,539	11,006	29,307	5,627	33,012
20	11,801	16,474	574,124	35,766	10,992	29,307	5,627	33,012
21	11,662	16,395	573,898	35,046	10,979	29,307	5,627	33,012
22	11,530	16,321	573,671	34,373	10,966	29,307	5,627	33,012
23	11,406	16,250	573,444	33,741	10,954	29,307	5,627	33,012
24	11,288	16,182	573,217	33,148	10,942	29,307	5,627	33,012
25	11,176	16,117	572,990	32,588	10,931	29,307	5,627	33,012

เนื่องจากระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภท อายุ 1-25 ปีใช้งาน เป็น External data file ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างไฟล์ชื่อ Miledat.in เพื่อป้อนข้อมูลระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภท อายุ1-25 ปีใช้งาน ให้กับแบบจำลอง โดยข้อมูลที่ได้จากสมการจะเป็นข้อมูลระยะทางในหน่วยกิโลเมตร จะต้องเปลี่ยนหน่วยเป็นไมล์ และนำไปหารด้วย 100,000 ก่อนที่จะจัดเป็นไฟล์ โดยรูปแบบของไฟล์เป็นดังภาพที่ 3.13 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยข้อมูลระยะทางที่รถยนต์อายุ 1-25 ปีใช้งาน 9 ชุด ซึ่งแบ่งตามประเภทรถยนต์ 9 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใชน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล แก๊สโซฮอล์ และ แอลพีจีรวมกับซีเอ็นจี รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล รถบัส รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ และรถยนต์สามล้อ ซึ่งข้อมูลแต่ละชุดจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 25 ค่าตามอายุ โดยข้อมูลแรกเป็นข้อมูลระยะทางที่รถยนต์อายุ 1 ปีใช้งาน และอายุเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลระยะทางที่รถยนต์อายุ 25 ปีใช้งาน

```
MILE ACCUM RATES
* LDGV                                    อายุ 1 ปี
 1 0.1523 0.1286 0.1165 0.1086 0.1029 0.0984 0.0948 0.0917 0.0891 0.0869
   0.0849 0.0831 0.0815 0.0800 0.0787 0.0774 0.0763 0.0753 0.0743 0.0733
   0.0725 0.0717 0.0709 0.0702 0.0695                    อายุ 25 ปี
* LDDV
 2 0.1373 0.1283 0.1233 0.1199 0.1173 0.1152 0.1135 0.1120 0.1107 0.1096
   0.1086 0.1076 0.1068 0.1060 0.1053 0.1046 0.1040 0.1034 0.1029 0.1024
   0.1019 0.1014 0.1010 0.1006 0.1002
* HDDV
 3 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
   0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
   0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
* BUS
 4 3.5950 3.5936 3.5922 3.5908 3.5893 3.5879 3.5865 3.5851 3.5837 3.5823
   3.5809 3.5795 3.5781 3.5767 3.5753 3.5738 3.5724 3.5710 3.5696 3.5682
   3.5668 3.5654 3.5640 3.5626 3.5612
* MC 2 STROKE
 5 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
* Tuk Tuk
 6 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
   0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
   0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
* LDCNG
 7 0.7830 0.4460 0.3209 0.2540 0.2119 0.1828 0.1613 0.1447 0.1315 0.1207
   0.1117 0.1041 0.0976 0.0919 0.0869 0.0824 0.0785 0.0749 0.0717 0.0688
   0.0661 0.0636 0.0614 0.0593 0.0574
* LDGASOHOL
 8 0.0736 0.0724 0.0716 0.0711 0.0707 0.0704 0.0701 0.0699 0.0697 0.0695
   0.0693 0.0692 0.0691 0.0689 0.0688 0.0687 0.0686 0.0685 0.0684 0.0683
   0.0682 0.0682 0.0681 0.0680 0.0679
* MC 4 STROKE
 9 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
```

ภาพที่ 3.13 External data file ที่ให้ข้อมูลระยะทางที่รถยนต์อายุตั้งแต่ 1 ถึง 25 ปีใช้งาน กับแบบจำลอง

ค) ปริมาณการปล่อย PM ของรถยนต์ใหม่ และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ PM

เนื่องจากข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่จะป้อนให้กับแบบจำลอง เป็น External data file ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างไฟล์ 2 ไฟล์เพื่อป้อนข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ให้กับแบบจำลอง ซึ่งไฟล์ทั้ง 2 คือ

1) PMDZML .in เป็นไฟล์ที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ตั้งแต่ปี ค.ศ 1950 ถึง 2020 กับแบบจำลอง โดยนำข้อมูลในตารางที่ 3.19 มาจัดรูปแบบของไฟล์ดังภาพที่ 3.14 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ตั้งแต่ปีค.ศ 1950 ถึง 2020 ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ รถบัส ซึ่งรถยนต์แต่ละประเภทก็แบ่งข้อมูลออกเป็น 71 ค่าตามปี โดยข้อมูลแรกเป็นข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของปีค.ศ 1950 และจะเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลปีค.ศ 2020

2) PMGZML .in เป็นไฟล์ที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ตั้งแต่ปีค.ศ. 1950 ถึง 2020 กับแบบจำลอง เนื่องจากในประเทศไทยไม่มีข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ดังนั้นจึงนำข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซินที่เป็นค่า default ของแบบจำลอง MOBILE6 มาใช้ โดยจะต้องจัดรูปแบบของไฟล์ดังภาพที่ 3.15 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ตั้งแต่ปีค.ศ 1950 ถึง 2020 ของรถยนต์ 6 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้LPGและ CNG รถยนต์สามล้อ รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ซึ่งรถยนต์แต่ละประเภทก็แบ่งข้อมูลออกเป็น 71 ค่าตามปี โดยข้อมูลแรกเป็นข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของปีค.ศ 1950 และจะเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลปีค.ศ 2020

ส่วนข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ PM ที่จะป้อนให้กับแบบจำลอง เป็น External data file ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างไฟล์ 2 ไฟล์เพื่อป้อนข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ให้กับแบบจำลอง ซึ่งไฟล์ทั้ง 2 คือ

3) PMDDR .in เป็นไฟล์ที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ตั้งแต่ปีค.ศ. 1950 ถึง 2020 กับแบบจำลอง โดยนำข้อมูลในตารางที่3.20 มาจัดรูปแบบของไฟล์ดังภาพที่ 3.16 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ตั้งแต่ปีค.ศ 1950 ถึง 2020 ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล 3 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ รถบัส ซึ่งรถยนต์แต่ละประเภทก็แบ่งข้อมูลออกเป็น 71 ค่าตามปี โดยข้อมูลแรกเป็นค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของปีค.ศ 1950 และจะเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลปีค.ศ 2020

4) PMGDR .in เป็นไฟล์ที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินตั้งแต่ปีค.ศ 1950 ถึง 2020 กับแบบจำลอง โดยนำข้อมูลใน

ตารางที่ 3.20 มาจัดรูปแบบของไฟล์ดังภาพที่ 3.17 ซึ่งในไฟล์จะประกอบด้วยค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ ตั้งแต่ปีค.ศ 1950 ถึง 2020 ของรถยนต์ 6 ประเภท คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้LPGและ CNG รถยนต์สามล้อ รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ ซึ่งรถยนต์แต่ละประเภทก็แบ่งข้อมูลออกเป็น 71 ค่าตามปี โดยข้อมูลแรกเป็นค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของปีค.ศ 1950 และจะเพิ่มปีขึ้นเรื่อยๆ จนข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลปี ค.ศ 2020

```
*
* EPA Total PM Zero Mile Levels (g/mi):
* V = MOBILE6 Vehicle Class
PMDZML
*V      1950-   1951   1952   1953   ...    2019   2020+
     2       1      1      1      1      1    0.4     0.4
     3    4.36   4.36   4.36   4.36   4.36   0.15    0.15
     4       0      0      0      0      0   0.15    0.15
* END OF FILE
```

ภาพที่ 3.14 External data fileที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล

```
PMGZML
* PART5 Gas Carbon PM Zero Mile Levels (g/mi):
* V = MOBILE6 Vehicle Class          Gasoline Classes ONLY
* Fuel = Fuel Type                   Must be Leaded or Unleaded
* Cat = Catalyst Availability: Must be Yes   No      or NA
* Air = Air Pump Availability: Must be Yes   No      or NA
*V                                   Fuel       Cat   Air   1950-   1951   ...   2019   2020+
                                  1  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  5  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  8  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  9  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
*END OF FILE
```

ภาพที่ 3.15 External data fileที่ให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

```
PMDDR1
* EPA Total PM First Deterioration Rates (g/10 000 mi):
* V = MOBILE6 Vehicle Class
*
*V      1950-   1951   ...    2019   2020+
     2       0      0      0      0      0
     3       0      0      0      0      0
     4       0      0      0      0      0
* END OF FILE
```

ภาพที่ 3.16 External data file ที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

```
PMGDR1
* PART5 Gas Carbon PM First Deterioration Rate (g/mi/10k mi):
* V = MOBILE6 Vehicle Class          Gasoline Classes ONLY
* Fuel = Fuel Type                   Must be Leaded or Unleaded
* Cat = Catalyst Availability: Must be Yes   No      or NA
* Air = Air Pump Availability: Must be Yes   No      or NA
*V                                   Fuel       Cat   Air   1950-   1951   ...   2019   2020+
                                  1  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  5  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  8  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
                                  9  Unleaded   Yes   Yes      0      0     0      0      0
```

ภาพที่ 3.17 External data fileที่ให้ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

2) **ข้อมูลที่ป้อนให้กับแบบจำลองได้โดยตรง** จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลความเร็วของรถยนต์ ข้อมูลเชื้อเพลิง และข้อมูล External/Ambient Condition

1) **ข้อมูลความเร็วของรถยนต์** ข้อมูลความเร็วรถยนต์ที่ป้อนให้กับแบบจำลอง คือ “ความเร็วเฉลี่ยรถยนต์บนถนน” ซึ่งข้อมูลความเร็วในการเดินทางของรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์สำนักการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งข้อมูลความเร็วที่รวบรวมมาได้เป็นดังตารางที่ 3.26

ตารางที่ 3.26 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2550 จำแนกตามช่วงเวลาและถนน

ลำดับที่	ชื่อถนน	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า(07.00น.-09.00น.)			ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น(16.00น.-18.00น.)			เฉลี่ยรวม
		เข้า	ออก	เฉลี่ย	เข้า	ออก	เฉลี่ย	(กม./ชม.)
1	เกษตร-นวมินทร์	26.32	31.42	28.87	37.52	32.08	34.8	31.84
2	งามวงศ์วาน	24.53	34.9	29.72	30.66	28.74	29.7	29.71
3	จรัญสนิทวงศ์	27.68	24.13	25.91	26.71	30.16	28.44	27.17
4	เจริญกรุง(ต้น)	13.11	13.00	13.06	12.37	13.26	12.82	12.94
5	เจริญกรุง(ปลาย)	17.16	14.90	16.03	13.55	15.04	14.30	15.16
6	เจริญนคร	19.06	17.86	18.46	23.50	23.51	23.51	20.98
7	แจ้งวัฒนะ	23.67	31.31	27.49	22.46	20.59	21.53	24.51
8	นราธิวาสราชนครินทร์	10.15	20.03	15.09	18.94	22.15	20.55	17.82
9	นวมินทร์	33.26	29.47	31.37	29.96	31.70	30.83	31.10
10	บรมราชชนนี	47.82	70.11	58.97	51.11	49.92	50.52	54.74
11	บางนา-ตราด	42.93	29.19	36.06	32.66	34.55	33.61	34.83
12	ประชาธิปก	25.45	19.01	22.23	20.67	18.15	19.41	20.82
13	ประชาสงเคราะห์	14.26	19.72	16.99	14.12	17.52	15.82	16.41
14	พญาไท	14.36	15.22	14.79	13.96	12.71	13.34	14.06
15	พระราม 9	25.37	40.82	33.10	37.16	38.63	37.90	35.50
16	พระรามที่ 1	17.41	15.25	16.33	13.96	12.71	13.34	14.83
17	พระรามที่ 2	53.22	49.48	51.35	52.17	45.25	48.71	50.03
18	พระรามที่ 3	51.82	35.06	43.44	48.43	48.34	48.39	45.91
19	พระรามที่ 4	22.19	16.35	19.27	20.73	16.75	18.74	19.01
20	พระรามที่ 5	19.56	21.45	20.51	18.92	18.39	18.66	19.58
21	พระรามที่ 6	16.87	18.38	17.63	19.74	18.76	19.25	18.44
22	พหลโยธิน	14.72	20.84	17.78	24.01	20.35	22.18	19.98
23	พัฒนาการ	22.57	28.94	25.76	30.47	20.93	25.7	25.73
24	พิษณุโลก	19.00	14.10	16.55	25.16	13.70	19.43	17.99
25	เพชรบุรีตัดใหม่	13.13	20.10	16.62	11.40	22.40	16.9	16.76
26	เยาวราช	เดินทางเดียว	18..86	18..86	เดินทางเดียว	14.57	14.57	7.29
27	รัชดาภิเษก	28.94	41.15	35.05	29.75	34.61	32.18	33.61
28	ราชดำเนิน	10.21	15.89	13.05	12.53	15.02	13.78	13.41
29	ราชวิถี	12.03	18.58	15.31	12.93	13.96	13.45	14.38
30	ราชสีมา	15.13	ทางรถมวลชน	15.13	13.62	ทางรถมวลชน	13.62	14.38
31	รามคำแหง	25.36	30.09	27.73	25.69	28.08	26.89	27.31

ตารางที่ 3.26 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2550 จำแนกตามช่วงเวลาและถนน (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อถนน	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า(07.00น.-09.00น.)			ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น(16.00น.-18.00น.)			เฉลี่ยรวม
		เข้า	ออก	เฉลี่ย	เข้า	ออก	เฉลี่ย	(กม./ชม.)
32	รามคำแหง(ปลาย)	26.35	42.29	34.32	31.83	45.31	38.57	36.45
33	รามอินทรา	28.12	39.98	34.05	32.57	39.78	36.18	35.11
34	ลาดพร้าว	15.60	22.47	19.04	21.22	15.82	18.52	18.78
35	วิภาวดีรังสิต	36.46	61.43	48.95	55.92	52.49	54.21	51.58
36	ศรีนครินทร์	19.72	22.22	20.97	22.46	26.10	24.28	22.63
37	ศรีบูรพา	12.72	13.46	13.09	13.24	15.34	14.29	13.69
38	ศรีอยุธยา	13.37	14.20	13.79	11.94	18.08	15.01	14.40
39	สวรรคโลก	13.55	14.80	14.18	11.77	15.38	13.58	13.88
40	สาทร	16.01	12.43	14.22	9.17	12.02	10.60	12.41
41	สามเสน	18.86	23.29	21.08	18.24	17.65	17.95	19.51
42	สีลม	12.17	9.4	10.79	11.15	9.86	10.51	10.65
43	สุขุมวิท	11.61	13.48	12.55	13.13	13.14	13.14	12.84
44	สุรศักดิ์	12.97	10.28	11.63	14.47	18.59	16.53	14.08
45	สมเด็จพระเจ้าตากสิน	25.45	19.01	22.23	20.67	18.15	19.41	20.82
46	สุขสวัสดิ์	25.45	19.01	22.23	20.67	18.15	19.41	20.82
47	เสรีไทย	33.59	30.37	31.98	40.16	30.49	35.33	33.65
48	หลานหลวง	17.90	ทางรถมวลชน	17.9	15.39	ทางรถมวลชน	15.39	16.65
49	อรุณอัมรินทร์	23.61	36.94	30.28	25.28	32.61	28.95	29.61
50	อโศกดินแดง	26.22	14.13	20.18	22.78	15.37	19.08	19.63
51	อินทรพิทักษ์-เพชรเกษม	29.53	37.86	33.70	30.79	32.16	31.48	32.59
	เฉลี่ย	22.53	24.77	23.27	23.75	24.06	23.49	23.38

ที่มา : สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร (สจส.), 2550

ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่จะป้อนให้กับแบบจำลองจะมี 2 ส่วน คือ ประเภทถนนและความเร็วเฉลี่ยบนถนน โดยที่ประเภทของถนนที่สามารถป้อนให้กับแบบจำลองจะแบ่งเป็น 4 ประเภทคือ

- Freeway คือถนนที่มีความเร็วสูง และจำกัดการเข้าไปใช้ถนน หรือทางด่วน
- Arterial คือ ถนนสายหลัก
- Local คือ ถนนในเมือง
- Fwy Ramp คือ ทางด่วนที่รวมทางเข้าและทางออก

ถนนในกทม เป็นถนนที่มีการจำกัดความเร็ว ไม่เก็บค่าผ่านทาง ไม่จำกัดการเข้าใช้ถนน ดังนั้นโดยรวมถนนในกทมจะมีลักษณะเป็นถนนแบบ Local แต่เนื่องจากในแบบจำลองจะหนดให้ Local มีค่าความเร็วคงที่เท่ากับ 12.9 ไมล์ต่อชั่วโมง จึงไม่สามารถใช้ Local ได้ จึงเลือกใช้ Arterial

ส่วนค่าความเร็วเฉลี่ยบนถนนจะได้จากการนำข้อมูลความเร็วทุกถนนมาเฉลี่ย โดยค่าความเร็วเฉลี่ยบนถนนเท่ากับ 23.38 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2) ข้อมูลเชื้อเพลิง

ข้อมูลเชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ คือ ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง ปริมาณซัลเฟอร์ที่เติมให้กับเชื้อเพลิง ปริมาณออกซิเจนเนต โดยข้อมูลเชื้อเพลิงเหล่านี้สามารถรวบรวมได้จากกรมธุรกิจพลังงาน โดยข้อมูลเชื้อเพลิงที่รวบรวมได้ เป็นดังตารางที่ 3.28 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง สามารถรวบรวมได้จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นดังตารางที่ 3.29 และปริมาณซัลเฟอร์ (ppm) ที่เติมให้กับน้ำมันดีเซลและเบนซินของประเทศต่างๆ เป็นดังตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.27 ปริมาณซัลเฟอร์ (ppm) ที่เติมให้กับน้ำมันดีเซลและเบนซินของประเทศต่างๆตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 ถึง 2011

PETROL	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Australia	500	500	500	150	150	150				
China	800	800	800	500	500	500	500	500	500	500
Hong Kong	150	150	150	150	50	50	50	50	50	50
India	1000	1000	1000	500	500	500	500	500	150	150
Malaysia	1500	1500	500	500	500	500	500	50	50	50
Singapore	1000	1000	150	150	150	150	150	150	150	150
Taiwan	180	180	180	180	180	50	50	50	50	30
Thailand	1000	500	500	500	500	500	500	500	50	50
USA	300	300	120	90	30	30	30	30	30	30
USA(Californai)	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15
EU	150	150	150	50	50	50	50	10	10	10
Diesel	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
Australia	3000	500	500	500	50	50	50			
China	2000	2000	500	500	500	500	500	500	500	500
Hong Kong	50	50	50	10	10	10	10	10	10	10
India	2500	2500	2500	500	500	500	500	500	350	350
Malaysia	3000	3000	500	500	500	500	500	50	50	50
Singapore	500	500	500	500	50	50	50	50	50	50
Taiwan	350	350	350	350	350	50	50	50	50	30
Thailand	500	500	350	350	350	350	350	350	50	50
USA#	500	500	500	500	15	15	15	15	15	15
USA(Californai)	50	50	500	500	15	15	15	15	15	15
EU	350	350	350	50	50	50	50	10	10	10

ที่มา : Land Transport Environment Committee, 2004

ตารางที่ 3.28 ลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	แก๊สโซฮอล์อี 10		น้ำมันเบนซิน		น้ำมันดีเซล		
			ออกเทน 91	ออกเทน 95	ออกเทน 91	ออกเทน 95	หมุนเร็ว		หมุนช้า
							ธรรมดา	บี 5	
การกลั่น (Distillation)									
1 อุณหภูมิ ^{O}ซ. (Temperature ^{O}C)									
(1) การระเหยในอัตราร้อยละ 10 โดยปริมาตร(10% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	-	70	70	70	70	-		-
(2) การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดยปริมาตร(50% Evaporated)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	-	70 110	70 110	70 110	70 110	-		-
(3) การระเหยในอัตราร้อยละ 90 โดยปริมาตร(90% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	2.2	170	170	170	170	357	357	-
(4) จุดเดือดสุดท้าย (End Point)	ไม่สูงกว่า	-	200	200	200	200	-	-	-
2 กากน้ำมัน ร้อยละโดยปริมาตร(Residue, % vol.)	ไม่สูงกว่า	-	2	2	2	2	-	-	-
น้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Water, % wt.)	ไม่สูงกว่า	ไม่มี	0.7	0.7	0.7[1]	0.7[1]	0.05	0.05	0.3
ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °ซ กิโลปาสคาล(Vapour Pressure @ 37.8 ^{O}C, kPa)	ไม่สูงกว่า	1380	62	62	62	62	-	-	-
การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	หมายเลข 1	หมายเลข 1[2]	หมายเลข 1[2]	หมายเลข 1	หมายเลข 1	-
ธาตุตะกั่ว กรัม/ลิตร(Lead Content, g/l)	ไม่สูงกว่า	-	0.013	0.013	0.013	0.013	-	-	-
ธาตุกำมะถัน	ไม่สูงกว่า	140 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก	0.05 ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.05 ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.05 ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.05 ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.035 ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.035 ร้อยละโดยน้ำหนัก	1.5 ร้อยละโดยน้ำหนัก
สารออกซิเจนเนต ร้อยละโดยปริมาตร (Oxygenated compounds, % vol.)	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	- -	- -	- -	- 11	5.5 11	- -	- -	- -

ตารางที่ 3.28 ลักษณะสมบัติของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (ต่อ)

ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	แก๊สโซฮอล์อี 10		น้ำมันเบนซิน		น้ำมันดีเซล		
			ออกเทน 91	ออกเทน 95	ออกเทน 91	ออกเทน 95	หมุนเร็ว		หมุนช้า
							ธรรมดา	บี 5	
ค่าออกเทน									
1.1 Research Octane Number (RON)									
(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	-	91	95	91	95	-	-	-
(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	-	90.6	94.6	90.6	94.6	-	-	-
1.2 Motor Octane Number (MON)									
(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	-	80	84	80	84	-	-	-
(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	-	79.6	83.6	79.6	83.6	-	-	-
สี(Colour)									
ชนิดสี			เขียว	ส้ม	แดง	เหลืองอ่อน		น้ำเงิน	
เนื้อสี(mg/l)	ไม่ต่ำกว่า		4	10	7	-	-	7.0	-
ความเข้มของสี	ไม่ต่ำกว่า		-	-	-	0.5	-	-	7.5
	ไม่สูงกว่า		-	-	-	1.5	4	-	7.5

หมายเหตุ: รายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพเชื้อเพลิงแต่ละชนิดอยู่ในภาคผนวก ก

1 กรณีที่มีสารออกซิเจนเนตเป็นส่วนผสมในน้ำมัน (Oxygenate Blends)

2 การกัดกร่อนแผ่นเงิน

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน, 2547, 2548ก, 2548ข, 2548ค

ตารางที่ 3.29 การใช้พลังงานในสาขาการขนส่ง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2550

พ.ศ.	ก๊าซปิโตร-เลียมเหลว (LPG)	เบนซิน			แก๊สโซฮอล์	น้ำมันเครื่องบิน	ดีเซล				น้ำมันน เตา	ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (NGV)	ไฟฟ้า	รวม
		ออกเทน 87	ออกเทน 91	ออกเทน 95			หมุนเร็ว	หมุนช้า	ปาล์ม	หมุนเร็วบี 5				
2543	192	0	2,388	2,535	0	2,856	9,246	76	0	0	688	2	3	18,022
2544	295	0	2809	2223	2	3038	9459	78	1	0	716	2	2	18632
2545	267	0	3177	2213	1	3088	9958	83	1	0	839	6	3	19636
2546	245	0	3327	2286	2	3074	10810	70	1	0	1096	13	3	20927
2547	263	0	3375	2197	45	3467	12126	75	2	0	1326	27	4	22907
2548	356	0	3155	1653	502	3694	11709	60	4	4	1543	49	5	23494
2549	535	0	3254	1086	954	3694	11709	47	3	37	1579	82	5	22985
2550	667	0	3263	817	1314	4031	11196	26	3	540	1.565	208	12	23642

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550

เนื่องจากข้อมูลเชื้อเพลิงที่รวบรวมมาได้ บางข้อมูลไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง จะต้องปรับหรือจัดข้อมูลให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ก่อน ซึ่งข้อมูลเชื้อเพลิงที่จะป้อนให้กับแบบจำลองมีดังนี้ คือ

ก. ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง

ค่าความดันไอระเหยของน้ำมันเบนซิน สามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องปรับแก้ ซึ่งข้อมูลค่าความดันไอระเหยของน้ำมันเบนซิน เป็นดังตารางที่ 3.28

ข. ปริมาณออกซิเจนเนตในน้ำมันเบนซิน

ข้อมูลปริมาณออกซิเจนเนตในน้ำมันเบนซินที่จะนำไปใช้เป็นอินพุตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) **สัดส่วนการใช้** MTBE **กับ** Ethanol โดยจะคิดจากปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ ซึ่งข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้ง 2 เป็นดังตารางที่ 3.29 และได้สัดส่วนการใช้ MTBE กับ Ethanol ของปี พ.ศ. 2543 ถึง 2550 ดังตารางที่ 3.30

ตารางที่ 3.30 สัดส่วนการใช้ MTBE กับ Ethanol ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2550

ปี	สัดส่วนการใช้ MBTE กับ แก๊สโซฮอล์	
	เบนซิน	แก๊สโซฮอล์
2543	1.000	0.000
2544	1.000	0.000
2545	1.000	0.000
2546	1.000	0.000
2547	0.992	0.008
2548	0.905	0.095
2549	0.820	0.180
2550	0.756	0.244

2) **ปริมาณออกซิเจนใน** MTBE **และใน** Ethanol

เนื่องจากข้อมูลที่จะป้อนให้กับแบบจำลอง คือ ปริมาณออกซิเจนใน MTBE และ ใน Ethanol ในหน่วยร้อยละโดยมวล แต่ข้อมูลที่ได้จากกรมธุรกิจพลังงานจะเป็นข้อมูลปริมาณ MTBE ในน้ำมันเบนซิน และ Ethanol ในแก๊สโซฮอล์ ในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร ดังตารางที่ 3.28 ดังนั้นจึงต้องปรับข้อมูลที่ได้จากกรมธุรกิจพลังงานให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ โดยขั้นตอนในการปรับข้อมูลมีดังนี้

- หาปริมาณ MTBE ในน้ำมันเบนซิน และปริมาณ Ethanol ในแก๊สโซฮอล์ให้อยู่ในหน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก โดยใช้สูตร $d = \frac{m}{v}$ มาช่วยในการคำนวณ โดยที่

ความหนาแน่นของ MTBE คือ 0.7404 g/mL

ความหนาแน่นของ Ethanol คือ 0.789 g/ml

ความหนาแน่นของเบนซิน 95 คือ 0.755 g/ml

ความหนาแน่นของก๊าซโซฮอล์ คือ 0.7573 g/cm^3

- หาปริมาณออกซินเจนใน MTBE และ Ethanol โดยใช้มวลโมเลกุลมาช่วย โดยที่สูตรเคมีของ MTBE คือ $C_5H_{12}O$ และ Ethanol คือ C_2H_5OH

ค. ปริมาณซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง

ข้อมูลปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมันเบนซินที่จะนำไปใช้เป็นอินพุตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณซัลเฟอร์ก่อนปี ค.ศ. 2000 และ ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2015 แต่เนื่องจากปริมาณซัลเฟอร์ที่รวบรวมมาได้ไม่ได้แบ่งเป็นค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงให้ค่าสูงสุดของปริมาณซัลเฟอร์สูงสุดและค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์เท่ากัน ซึ่งข้อมูลปริมาณซัลเฟอร์ที่ใช้เป็นอินพุตเป็นดังตารางที่ 3.31

ตารางที่ 3.31 ปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นอินพุต

ปี	ค่าสูงสุด/ค่าเฉลี่ย(ppm)	ปี(ค.ศ.)	ค่าสูงสุด/ค่าเฉลี่ย(ppm)
ก่อน 2000	1000	2008	500
2000	1000	2009	500
2001	1000	2010	50
2002	1000	2011	50
2003	500	2012	50
2004	500	2013	50
2005	500	2014	50
2006	500	2015	50
2007	500		

ส่วนปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมันดีเซลที่จะนำไปใช้เป็นอินพุต สามารถนำปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมันดีเซลไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องปรับแก้

3) **ข้อมูล** External/Ambient Condition

ก. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ปริมาณเมฆปกคลุม โดยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจะได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บรวบรวมมาจะเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายปี ดังตารางที่ 3.32 และข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จะเป็นข้อมูลรายชั่วโมงของวันในปี พ.ศ. 2550 ดังตารางที่ 3.33

เนื่องจากส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี จะมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตที่เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนมากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงต้องเตรียมอินพุตที่เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาทุกตัวเป็นค่าเฉลี่ยรายปี และรายเดือน

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่จะนำไปใช้เป็นอินพุตให้กับแบบจำลองมี 2 แบบ (จากคู่มือการใช้ MOBILE6) คือ

- อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด
- อุณหภูมิรายชั่วโมง

ดังนั้นจึงเตรียมอินพุตอุณหภูมิที่จะนำไปรันในแบบจำลองดังนี้

1) อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดเฉลี่ยรายปี ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 สามารถที่จะนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีการปรับแก้ ดังตารางที่ 3.32

2) อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน จะต้องคำนวณจากข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งเป็นข้อมูลอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงของวันในแต่ละปี ดังตารางที่ 3.33 โดยที่นำข้อมูลอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงมาทำการหาค่าเฉลี่ย ดังสูตร

$$\text{อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของชั่วโมงที่ IH} = \frac{\sum_{n=1}^{365} T_{IH,n}}{365} \qquad (3.12)$$

$$\text{อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน i ของชั่วโมงที่ IH} = \frac{\sum_{d=1}^{30 or 31} RH_{IH,i,d}}{30 or 31} \qquad (3.13)$$

โดยที่ $T_{IH,n}$ คือ อุณหภูมิชั่วโมงที่ IH ของวันที่ n

IH คือ จำนวนชั่วโมง (IH =1 -24 ชั่วโมง)

n คือ จำนวนวันใน 1 ปี(n=1-365 วัน)

i คือ เดือนทั้ง 12 เดือน(i = 1-12 เดือน)

d คือ จำนวนวันในแต่ละเดือน(d= 30 หรือ 31 วัน)

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ที่จะนำไปใช้เป็นอินพุต คือ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมง ดังนั้นจึงเตรียมข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ที่จะนำไปรันในแบบจำลองดังนี้

1) ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งสามารถนำข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงของวันในแต่ละเดือน ดังตารางที่ 3.33 มาคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน i ของชั่วโมงที่ IH} = \frac{\sum_{d=1}^{30or31} RH_{IH,i,d}}{30or31} \qquad (3.14)$$

2) ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี ซึ่งสามารถนำข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงของวันในแต่ละปี ดังตารางที่ 3.33 มาคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปีของชั่วโมงที่ IH} = \frac{\sum_{n=1}^{365} RH_{IH,n}}{365} \qquad (3.15)$$

โดยที่ $RH_{IH,n}$ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ชั่วโมงที่ IH ของวันที่ n

IH คือ จำนวนชั่วโมง (IH =1 -24 ชั่วโมง)

n คือ จำนวนวันใน 1 ปี(n=1-365 วัน)

i คือ เดือนทั้ง 12 เดือน(i = 1-12 เดือน)

d คือ จำนวนวันในแต่ละเดือน(d= 30 หรือ 31 วัน)

ความดันบรรยากาศ

ความดันบรรยากาศที่จะใช้เป็นอินพุตให้กับแบบจำลอง คือ Barometric Pressure แต่ข้อมูลที่รวบรวมได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูล Mean Sea Level Pressure แต่เนื่องจากพื้นที่กรุงเทพมหานครมีระดับความสูงใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยจึงทำให้ค่า

Mean Sea Level Pressure ไม่แตกต่างกับค่า Barometric Pressure ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมูล Mean Sea Level Pressure แทน

ข้อมูลความดันบรรยากาศที่เตรียมไว้เพื่อนำไปรันในแบบจำลองมี 2 แบบ คือ ความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 เป็นดังตารางที่ 3.32 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีการปรับแก้ข้อมูล

ปริมาณเมฆปกคลุม

ข้อมูลปริมาณเมฆปกคลุมที่เตรียมไว้เพื่อนำไปรันในแบบจำลองมี 2 แบบ คือ ปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 เป็นดังตารางที่ 3.32 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีการปรับแก้ข้อมูล

ข) ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมิน

ข้อมูลระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมิน จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่พื้นที่ที่ประเมินมีความสูงน้อยกว่า 500 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ให้ค่าอินพุตระดับสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมินเท่ากับ พื้นที่ต่ำ หรือ ALTITUDE: 1 และกรณีที่พื้นที่ที่ประเมินมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 500 ฟุตเหนือ ค่าอินพุตระดับสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมินจะเป็นพื้นที่สูง หรือ ALTITUDE: 2

ในกรณีของกรุงเทพมหานครมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเท่ากับ ประมาณ 1.50-2 เมตร หรือ 4.9-6.56 ฟุต ซึ่งน้อยกว่า 500 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังนั้นค่าอินพุตระดับสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมินเท่ากับ พื้นที่ต่ำ หรือ ALTITUDE: 1

ตารางที่ 3.32 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายปีของสถานีกรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2550

Elements		N-Years	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Pressure(hPa)	Mean	1	1013.44	1011.87	1009.37	1009.61	1007.7	1006.09	1007.2	1006.4	1007.24	1009.22	1011.38	1010.99	1009.21
	Mean Daily Range	1	4.88	4.69	4.54	4.74	4.17	3.85	3.4	3.74	4.42	4.42	4.53	4.55	4.33
	Ext.Max.	1	1021.19	1020.46	1014.13	1014.23	1012.63	1010.67	1012.02	1010.68	1012.4	1014.8	1018.66	1018.32	1021.2
	Ext.Min.	1	1007.85	1005.83	1004.11	1004.39	1002.93	1001.69	1002.33	999.97	1002.24	1002.32	1006.29	1005.52	1000
Temperature(°C)	Mean Max.	1	33.4	34.0	35.9	36.7	34.3	35.2	33.8	33.7	33.9	33.1	32.6	34.5	34.2
	Ext.Max.	1	36.8	36.0	38.0	38.6	36.9	37.2	35.4	36.4	37.2	35.8	34.7	36.3	38.6
	Mean Min.	1	23.5	24.3	27.2	27.2	26.2	26.5	25.9	26.0	25.9	25.7	23.5	24.4	25.5
	Ext.Min.	1	18.7	18.1	23.8	24.0	24.5	23.9	23.4	24.4	22.3	23.0	19.3	20.5	18.1
	Mean	1	27.8	28.2	30.6	30.8	29.6	30.3	28.9	29.2	29.1	28.8	27.6	28.9	29.1
Relative Humidity (%)	Mean	1	61	69	71	71	77	75	77	75	76	73	62	62	71
	Mean Max.	1	77	85	85	85	89	90	89	88	89	84	77	79	85
	Mean Min.	1	45	48	52	50	62	58	61	60	61	59	48	44	54
	Ext.Min.	1	36	24	42	40	47	49	51	49	46	42	28	34	24
Cloud Amount (1-10)	Mean	1	5	4	6	6	8	7	8	8	8	8	7	6	7

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550ข

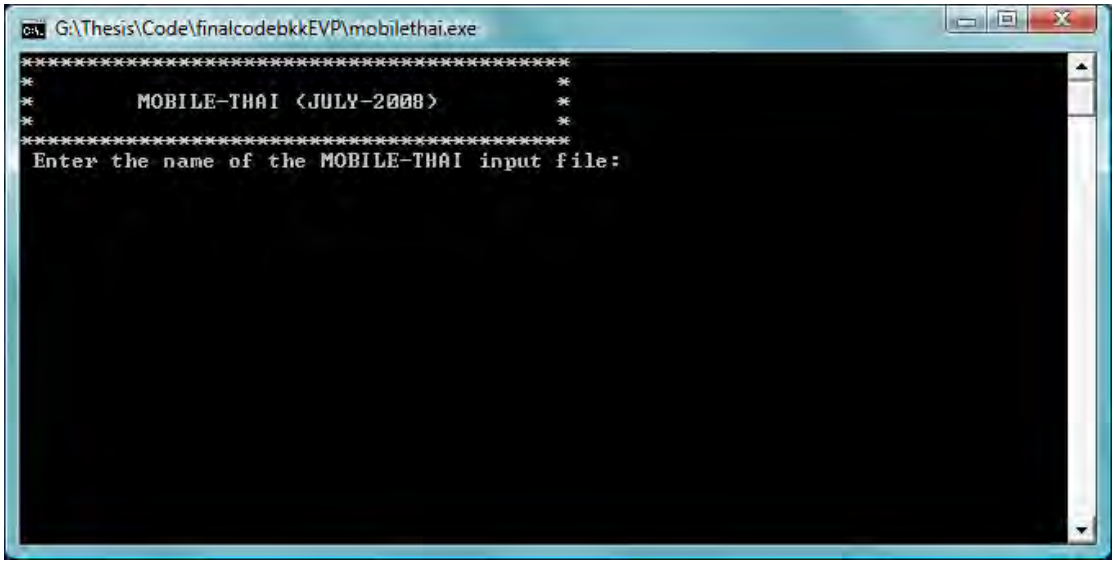
ตารางที่ 3.33 ตัวอย่างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิรายชั่วโมงของวันในปี พ.ศ. 2550 ของสถานีกรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร

วันที่	เวลาทำการตรวจ																								เฉลี่ย
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	
ความชื้นสัมพัทธ์(%)																									
1/1/2007	75	68	67	71	76	78	79	73	68	62	56	49	45	43	44	41	49	55	57	61	62	61	64	69	61
2/1/2007	74	73	72	71	73	75	76	69	62	60	47	44	40	41	41	41	46	51	57	58	67	73	77	79	61
3/1/2007	72	69	66	63	64	66	69	60	58	54	48	44	41	34	38	39	43	47	52	51	63	70	76	80	57
4/1/2007	68	75	74	78	75	78	82	75	58	54	49	45	41	39	40	42	46	53	59	61	61	64	64	62	60
...																									
31/12/2007	56	54	53	50	53	57	64	61	55	52	48	46	48	45	47	48	52	50	51	54	52	53	54	53	52
อุณหภูมิ(°C)																									
1/1/2007	24.5	24.9	24.9	24.4	23.4	23	23	23.8	25.3	26.8	28.7	30.2	31.7	32.2	32.5	32.6	31.4	29.8	28.2	27.2	26.6	26.2	25.8	25.2	27.2
2/1/2007	24.7	24.5	24.3	24.2	23.8	23.6	23.5	24	26	27.3	30.3	31.5	32.1	32.6	33.2	33.3	32.3	30.5	29.1	28.3	27.2	26.3	25.4	24.6	27.6
3/1/2007	24.8	24.4	24.1	23.8	23.2	22.6	22.8	25.1	25.3	27.9	29	30.4	31.3	32.4	33.2	32.9	31.8	30.3	28.4	27.3	26.3	25.6	24.9	24.4	27.2
4/1/2007	24.3	23.5	22.9	22.8	22.7	22.2	22	22.9	26	28.1	30	31.5	32.6	33.1	33.2	32.6	31.4	30.1	29.2	27.9	27.1	26.8	26.5	26.3	27.3
5/1/2007	26	25.8	25.7	25.5	25	24.1	23.8	24.5	26.5	28.5	31.9	33.4	34	34.4	34	33.3	33.1	31.2	30.4	29.7	29.4	29.1	28.8	28.1	29
...																									
31/12/2007	27.6	27.4	27.2	27	25.9	24.9	25.1	26	27.4	28.5	29.8	30.5	31.1	31.4	31	31	30	28.7	27.9	27.4	27.4	27.3	27.1	25.8	28.1

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550ก

3.4 การนำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปปรับแก้แบบจำลองและจัดเป็นไฟล์อินพุต

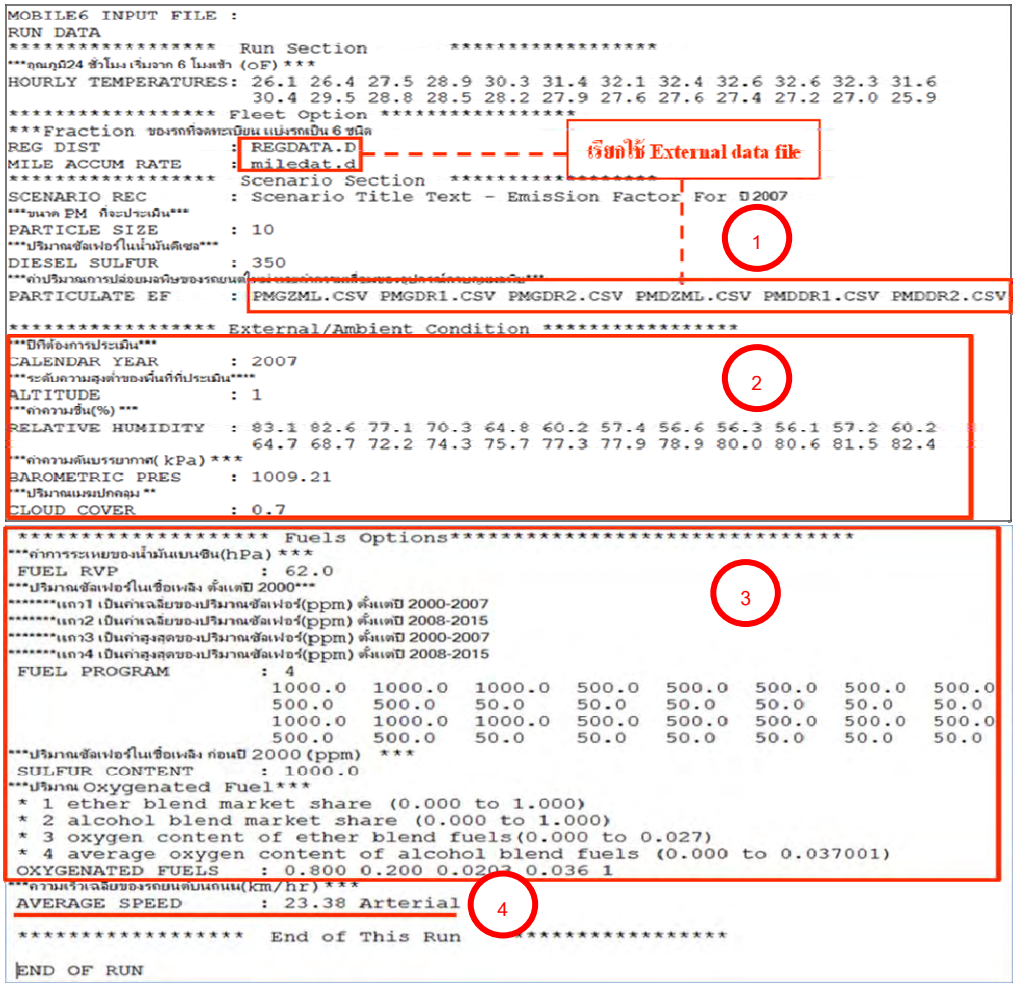
เมื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จแล้ว ก็นำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้งาน โดยที่นำข้อมูลส่วนการปรับแก้แบบจำลองทั้งหมด หรือ ข้อมูลในหัวข้อ 3.3.1ไปปรับแก้ใน Source Code ของแบบจำลอง แล้วทำการคอมไพล์ด้วยตัวคอมไพล์เลอร์ที่ชื่อว่า g95 เมื่อทำการคอมไพล์เสร็จก็จะได้แบบจำลองที่ได้ทำการปรับแก้ หรือ ได้แบบจำลอง MOBILE-THAI ดังภาพที่ 3.18



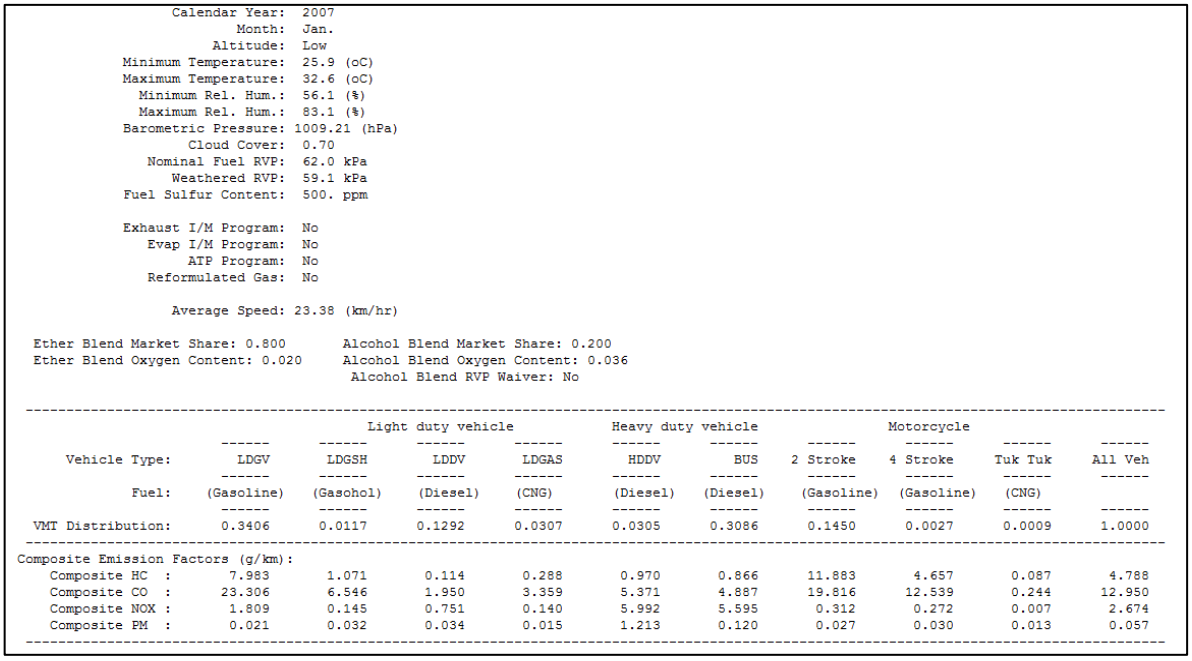
ภาพที่ 3.18 หน้าจอแบบจำลอง MOBILE-THAI

ส่วนข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตทั้งหมด หรือ ข้อมูลในหัวข้อ 3.3.2 นำมาจัดเป็น *“Input file”* เพื่อนำไปใช้รัน ซึ่งInput file เป็นดังภาพที่ 3.19 ซึ่งหมายเลข 1 เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลอินพุตที่เป็น External file ซึ่งได้แก่ ข้อมูลสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ ระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งานปริมาณการปล่อย PM ของรถยนต์ใหม่ และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ PM หมายเลข 2 เป็นการให้ข้อมูล External/Ambient condition ซึ่งได้แก่ ข้อมูลปีที่ต้องหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ระดับพื้นที่ที่ต้องการหาค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ข้อมูลสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ปริมาณเมฆปกคลุม หมายเลข 3 เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิง และหมายเลข 4 เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์

จากนั้นนำ Input file ที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ ไปรันในแบบจำลอง MOBILE-THAI แล้วจะได้ผลรันออกมาในรูปแบบของ Output file ดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.19 Input file ที่จะนำไปรันในแบบจำลอง



```
                  Calendar Year:  2007
                          Month:  Jan.
                       Altitude:  Low
            Minimum Temperature:  25.9 (oC)
            Maximum Temperature:  32.6 (oC)
              Minimum Rel. Hum.:  56.1 (%)
              Maximum Rel. Hum.:  83.1 (%)
            Barometric Pressure: 1009.21 (hPa)
                    Cloud Cover:  0.70
               Nominal Fuel RVP:  62.0 kPa
                  Weathered RVP:  59.1 kPa
            Fuel Sulfur Content:  500. ppm

            Exhaust I/M Program:  No
               Evap I/M Program:  No
                    ATP Program:  No
               Reformulated Gas:  No

                  Average Speed: 23.38 (km/hr)

 Ether Blend Market Share: 0.800       Alcohol Blend Market Share: 0.200
 Ether Blend Oxygen Content: 0.020     Alcohol Blend Oxygen Content: 0.036
                                        Alcohol Blend RVP Waiver: No

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                                 Light duty vehicle            Heavy duty vehicle                Motorcycle
                          ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------
    Vehicle Type:          LDGV    LDGSH   LDDV    LDGAS   HDDV    BUS     2 Stroke 4 Stroke Tuk Tuk All Veh
                          ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------
            Fuel:     (Gasoline) (Gasohol) (Diesel) (CNG)  (Diesel) (Diesel) (Gasoline) (Gasoline) (CNG)
                          ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------  ------
 VMT Distribution:        0.3406  0.0117  0.1292  0.0307  0.0305  0.3086  0.1450  0.0027  0.0009  1.0000
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
Composite Emission Factors (g/km):
    Composite HC  :       7.983   1.071   0.114   0.288   0.970   0.866   11.883  4.657   0.087   4.788
    Composite CO  :      23.306   6.546   1.950   3.359   5.371   4.887   19.816  12.539  0.244   12.950
    Composite NOX :       1.809   0.145   0.751   0.140   5.992   5.595   0.312   0.272   0.007   2.674
    Composite PM  :       0.021   0.032   0.034   0.015   1.213   0.120   0.027   0.030   0.013   0.057
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

ภาพที่ 3.20 Output file ที่จะนำไปรันในแบบจำลอง

3.5 สรุปอินพุตที่ป้อนให้แบบจำลอง MOBILE-THAI

อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง และอินพุตที่ใช้ค่า default ของแบบจำลองเป็นดังตารางที่ 3.34 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ข้อมูลในส่วนของ Activity, State Programs และ Miscellaneous Options ไม่ได้ป้อนให้กับแบบจำลองเลย เนื่องจากประเทศไทยขาดข้อมูลส่วนนี้ นอกจากนี้ยังมีอินพุตบางตัวที่สามารถที่จะคำนวนได้จากอินพุตตัวอื่นจึงไม่จำเป็นที่ต้องป้อนอินพุตเหล่านั้น เช่น ค่า VMT Mix by Veh Type, Alternate VMT Distribution by Hour, Alternate VMT Distribution by Facility Type, VMT by Speed Distribution สามารถคำนวณได้จาก Average Speed เป็นต้น

ตารางที่ 3.34 อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI

Parameter	อินพุตที่ใช้ข้อมูลประเทศไทย	อินพุตที่ใช้ค่า default
Require input		
Min/Max or Hourly Temperatures	✓	
RVP	✓	
Calendar Year	✓	
Activity Parameters:		
Average Speed	✓	
Starts per Day		✓
VMT Mix by Veh Type		✓
Alternate VMT Distribution by Hour		✓
Alternate VMT Distribution by Facility Type		✓
VMT by Speed Distribution		✓
Start Distribution		✓
Soak Time Distribution		✓
Hot Soak Activity		✓
Diurnal Soak Activity		✓
Trip Length Dist -Weekend and Weekday		✓
Weekend vs Weekday Activity		✓
Fleet Characteristics:		
Registration Distribution	✓	
Mileage Accumulation	✓	
Fuels Options:		
Gasoline Sulfur Level	✓	
Oxygenated Fuels	✓	

ตารางที่ 3.34 อินพุตที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI (ต่อ)

Parameter	**อินพุตที่ใช้ข้อมูลประเทศไทย**	**อินพุตที่ใช้ค่า default**
Fuels Options:		
Gasoline Sulfur Level	✓	
Oxygenated Fuels	✓	
State Programs:		
I/M Program		✓
Anti-Tampering Program		✓
Functional Pressure/Cap Check		✓
Refueling Emissions		✓
Miscellaneous Options:		
Disable CAAA Requirements		✓
Tier 1/Tier 2/LEV Implementation		✓
HDDV Defeat Device Parameters		✓
2007 HDDV Rule Disablement		✓
External Conditions:		
Month of Evaluation	✓	
Altitude	✓	
Humidity	✓	
Cloud Cover	✓	
Peak Sun		✓
Sunrise/Sunset		✓

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์อินพุตที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง

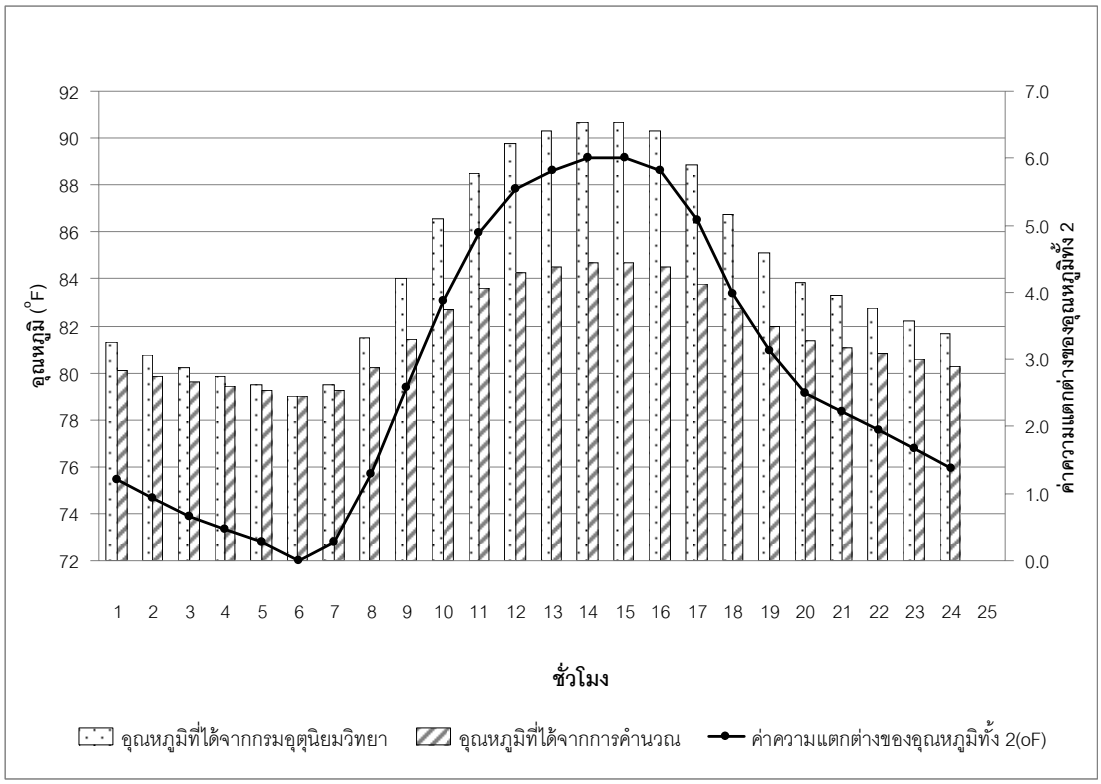
จากการศึกษาพบว่าจะมีอินพุตบางตัวที่สามารถป้อนให้กับแบบจำลองได้ 2 แบบ ดังนั้นจึงต้องศึกษาว่าอินพุตตัวใดที่เหมาะสมกับการนำไปใช้มากกว่า อีกทั้งข้อมูลอินพุตที่รวบรวมมาได้ที่จะนำไปใช้มี 2 แบบ คือ ข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี และข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือน ดังนั้นจะทำการศึกษาความแตกต่างของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตเป็นค่าเฉลี่ยรายปีกับ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือน

1.) อุณหภูมิ

อุณหภูมิ เป็น Require input จะต้องป้อนให้แบบจำลองทุกครั้ง ถ้าไม่ป้อนจะเกิด error โดยที่อุณหภูมิที่สามารถป้อนให้กับแบบจำลอง จะมี 2 แบบ คือ อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด (MAX/MIN TEMPERATURE) และอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง (HOURLY TEMPERATURES) แต่เนื่องจากแบบจำลองต้องการข้อมูลอุณหภูมิ 24 ชั่วโมงไปใช้ในการคำนวณ ดังนั้นเมื่อให้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด แบบจำลองจะนำข้อมูลนี้ไปคำนวณหาอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง โดยใช้ข้อมูล Hourly temperature increases/decreases มาช่วยในการคำนวณ โดยสูตรในการคำนวณคือ

$$\text{TEMHRLY (IH)} = \text{TEMHRLY (IH-1)} + \left(\frac{Max - Min}{24}\right) * \text{temperature increases/decreases (IH-1)} \quad (4.1)$$

นำข้อมูล Hourly temperature increases/decreases และ อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของปี 2007 (ภาคผนวก ง) มาคำนวณหาค่าอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง แล้วนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าอุณภูมิ 24 ชั่วโมงที่ได้ทำการตรวจวัดจริงของปี 2007 จะได้ดังภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิ 24 ชั่วโมงจากการคำนวณ จะน้อยกว่าอุณหภูมิ 24 ชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประมาณ 0-6 องศาฟาเรนท์ไฮต์



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและจากการคำนวณ โดยสูตรใน MOBILE6

จากนั้นทำการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตอุณหภูมิเป็นอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด และอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง จะได้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิทั้ง 2 มีผลต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะเท่านั้น ส่วนค่าความแตกต่างของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อุณหภูมิเป็นค่าสูงสุด/ต่ำสุด กับ ให้อุณหภูมิเป็นค่าแต่ละชั่วโมง ค่อนข้างที่จะมาก คือ 1.59 ถึง 12.75 %

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเป็นอินพุตให้กับแบบจำลอง เนื่องจากอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงในแบบจำลอง โดยที่ไม่ต้องนำไปคำนวณ

ตารางที่ 4.1 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เมื่อให้อินพุตเป็นอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด และอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง

Temperature	HC Emission Factor(g/km)ของรถยนต์ประเภทต่าง ๆ									
	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4Stroke	Tuk Tuk	All Veh
Maxmin	6.09	0.96	0.11	0.27	0.90	0.81	11.45	5.09	0.03	4.69
Hourly	6.33	1.01	0.11	0.27	0.90	0.81	11.64	5.21	0.03	4.83
difference	0.24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.12	0.00	0.15
%difference	3.96	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	2.36	0.00	3.09
Temperature	CO Emission Factor(g/km)ของรถยนต์ประเภทต่าง ๆ									
Maxmin	25.75	5.53	1.73	2.98	4.83	4.40	17.40	14.79	0.09	16.19
hourly	29.04	5.80	1.73	2.98	4.83	4.40	19.16	16.29	0.09	18.07
difference	3.28	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	1.50	0.00	1.87
%difference	12.75	5.01	0.00	0.00	0.00	0.00	10.11	10.11	0.00	11.57
Temperature	NO_x Emission Factor(g/km)ของรถยนต์ประเภทต่าง ๆ									
Maxmin	2.28	0.16	0.71	0.15	5.71	5.34	0.35	0.32	0.00	1.89
hourly	2.34	0.15	0.71	0.15	5.71	5.34	0.32	0.29	0.00	1.92
difference	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.03
%difference	2.64	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00	8.62	8.46	0.00	1.32

เนื่องจากข้อมูลอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา จะเป็นข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (Monthly temperature) และ ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (Annual temperature) ดังนั้นจึงทำการรันแบบจำลองโดยให้อุณหภูมิทั้ง 2 แบบ คือ

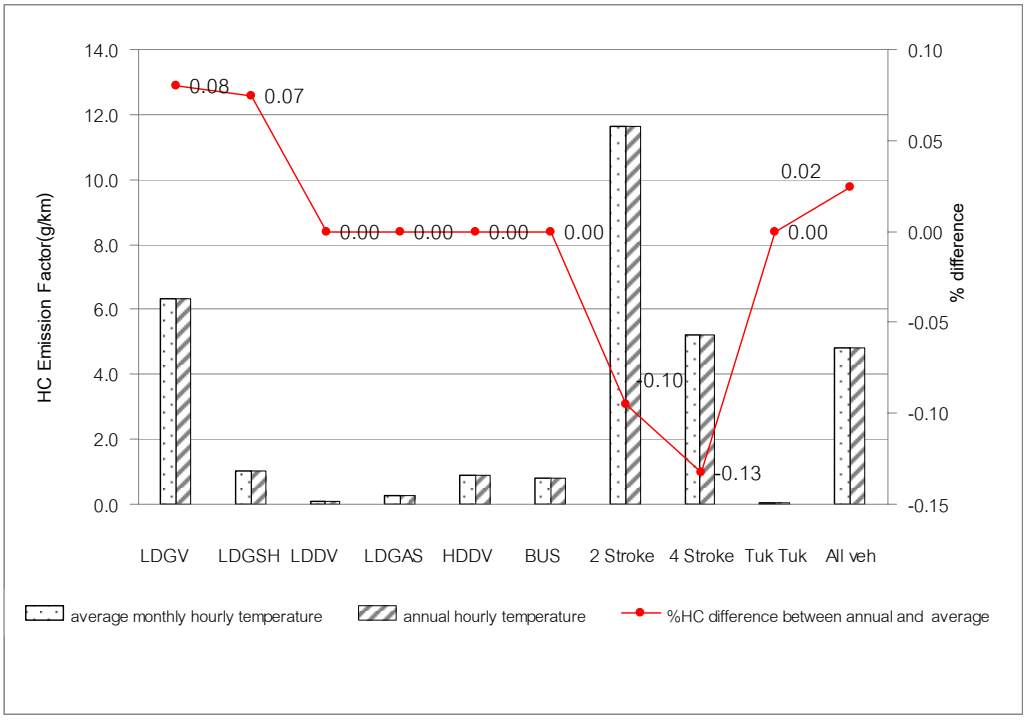
แบบที่1 คือ ให้อินพุตเป็นอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี (Annual hourly temperature)

แบบที่ 2 คือ ให้อินพุตเป็นอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน (Monthly hourly temperature)

เมื่อทำการรันแบบจำลองโดยให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตแบบที่ 2 จะต้องนำมาเฉลี่ย (นำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 12 เดือนมาเฉลี่ย) ก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตแบบที่ 1 ซึ่งผลการเปรียบเทียบผลรันเป็นดังนี้

1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่1 จะแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ 0.08% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ประมาณ 0.07 %

สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ประมาณ -0.1 % สำหรับรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ และ -0.13% สำหรับรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ประเภทอื่นๆ ที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.2

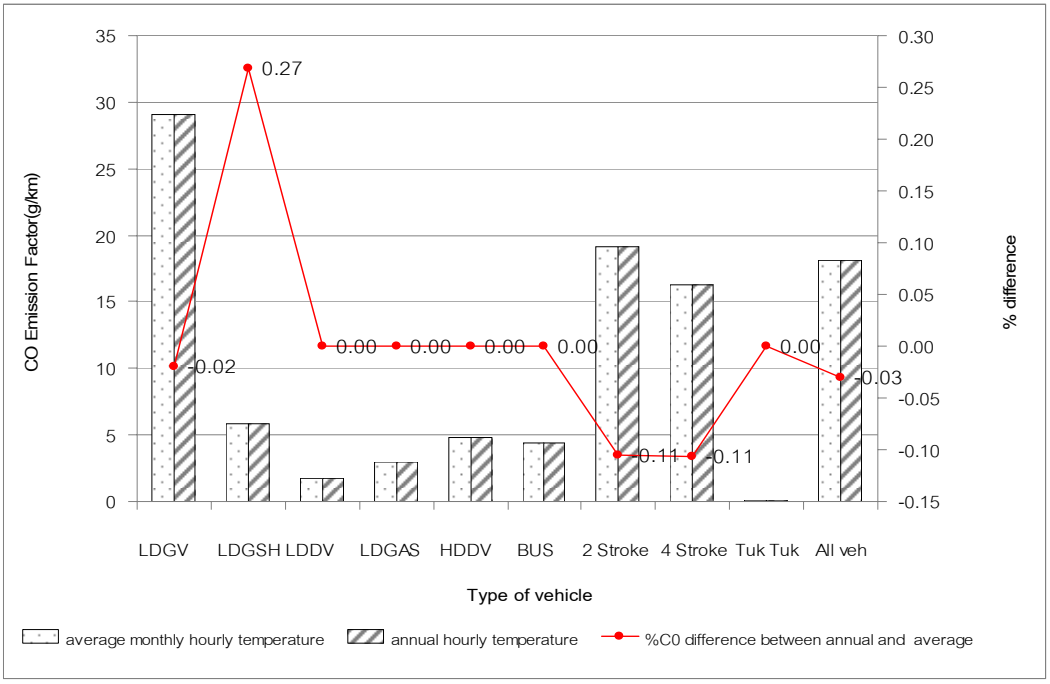


ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน

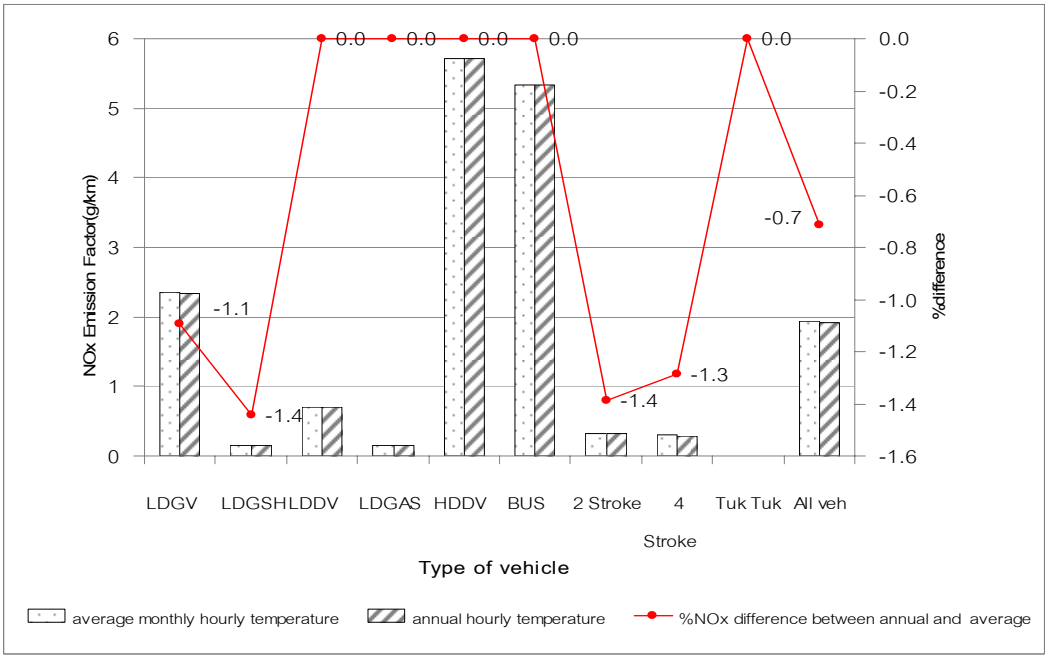
2) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 1 จะแตกต่างกับ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ -0.02% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ประมาณ 0.27 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ประมาณ - 0.11 % สำหรับจักรยานยนต์ 2 จังหวะ และ ประมาณ - 0.11% สำหรับรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.3

3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่1 จะแตกต่างกับ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 1.1% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ประมาณ -1.4 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ประมาณ -1.4 % สำหรับจักรยานยนต์ 2 จังหวะ และประมาณ -1.3% สำหรับรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.4

4) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 1 เท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตอุณหภูมิแบบที่ 2



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี กับ ให้อุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน

จากผลรันจะเห็นได้ว่าเมื่อให้ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงทั้ง 2 แบบ จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใกล้เคียงกัน แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายปี เนื่องจากง่ายต่อการเตรียมอินพุต ซึ่งเตรียมเพียง 1 ไฟล์เท่านั้น (ถ้าเป็นแบบรายเดือนต้องเตรียม 12 ไฟล์) และเมื่อได้เอาท์พุตก็สามารถนำไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องนำเอาท์พุตมาเฉลี่ยใหม่เหมือนข้อมูลแบบรายเดือน

2) **ค่าความชื้นสัมพัทธ์** (relative humidity) **และ ค่าความดันบรรยากาศ** (Barometric Pressure)

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศจะนำไปคำนวณค่าความชื้น-สัมบูรณ์ในหน่วย Grains/lb ซึ่งค่าความชื้นสัมบูรณ์จะนำไปคำนวณค่า Heat index เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่า Air Condition Factor ดังนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศจะต้องสอดคล้องกัน โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ที่จะต้องป้อนให้กับแบบจำลองจะต้องเป็นข้อมูลรายชั่วโมง เนื่องจากข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือน และ ค่าเฉลี่ยรายปี ดังนั้นจึงทำการรันแบบจำลองโดยให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 คือ ให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี (Annual hourly relative humidity) และ ค่าความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี (Annual barometric pressure)

แบบที่ 2 คือ ให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน (Monthly hourly relative humidity) และ ค่าความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน (Monthly barometric pressure)

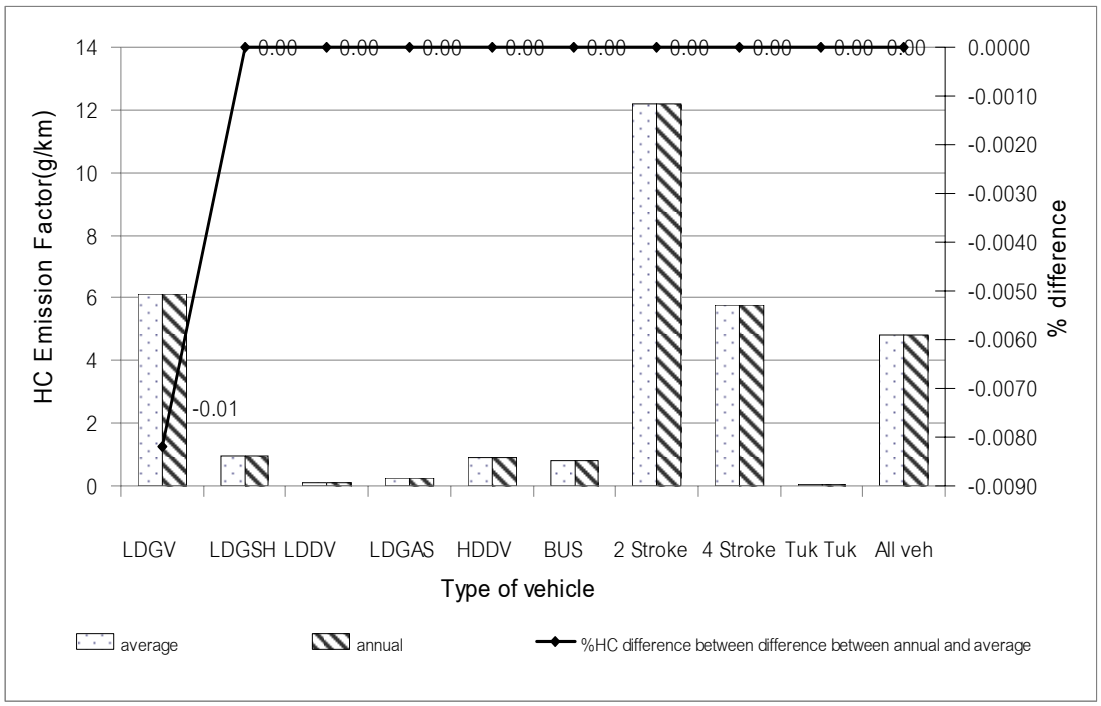
เมื่อทำการรันแบบจำลองโดยให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 2 จะต้องนำมาเฉลี่ย (นำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 12 เดือนมาเฉลี่ย) ก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และ ค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 1 ซึ่งผลการเปรียบเทียบผลรันเป็นดังนี้

1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 1 จะแตกต่างกับ ค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 0.01% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันดังภาพที่ 4.5

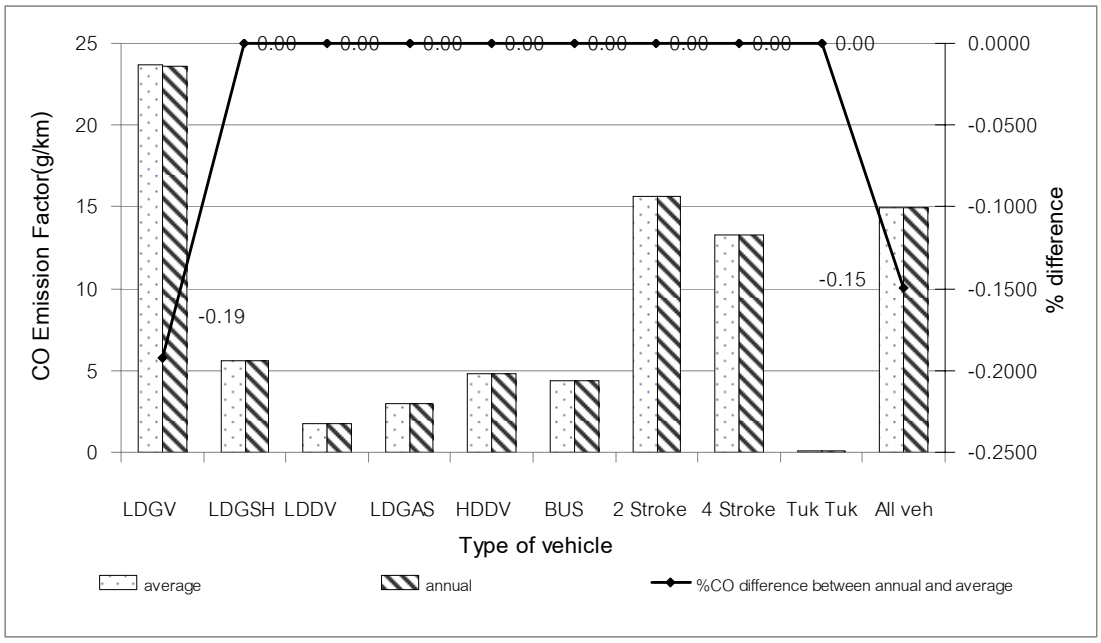
2) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 1 จะแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ -0.19% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ประเภทอื่นๆ ที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.6

3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 1 จะแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 2 เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 0.16% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ ประมาณ - 0.05 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซฮอล์ ประมาณ - 0.08 % สำหรับจักรยานยนต์ 2 จังหวะ และ ประมาณ 0.11% สำหรับรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.7

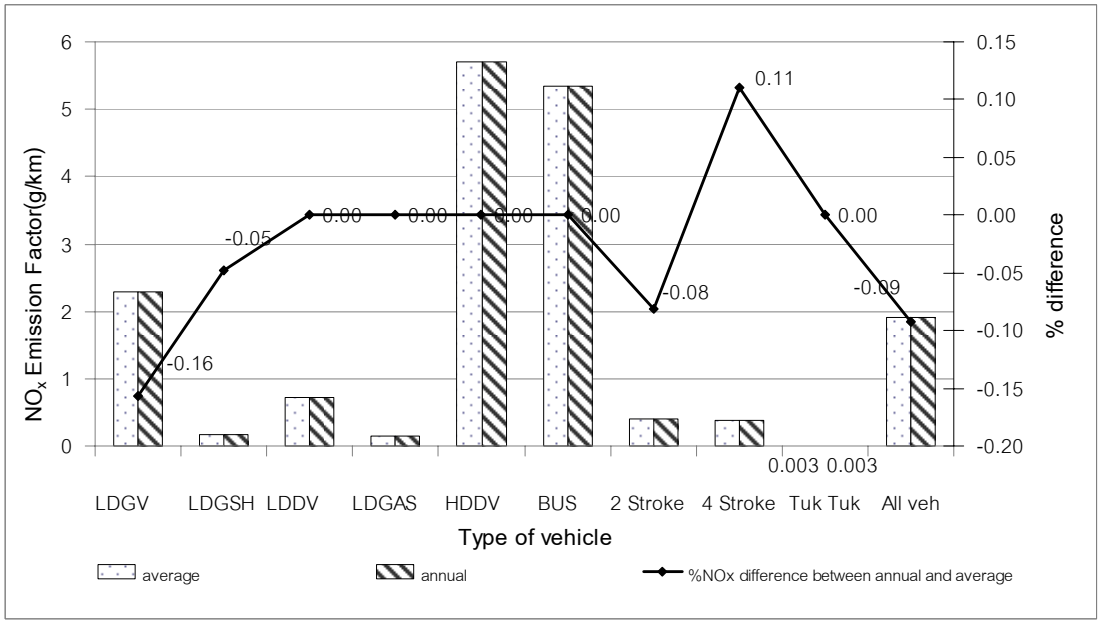
4) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 1 จะเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศแบบที่ 2



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน

จากผลรันจะเห็นได้ว่าเมื่อให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความดันบรรยากาศทั้ง 2 แบบ จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใกล้เคียงกัน แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายปี เนื่องจากง่ายต่อการเตรียมอินพุต ซึ่งเตรียมเพียง 1 ไฟล์เท่านั้น (ถ้าเป็นแบบรายเดือนต้องเตรียม

12 ไฟล์) และเมื่อได้เอาท์พุตก็สามารถนำไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องนำเอาท์พุตมาเฉลี่ยใหม่เหมือนข้อมูลแบบรายเดือน

3) ปริมาณเมฆปกคลุม

ข้อมูลปริมาณเมฆปกคลุม จะนำไปใช้ในการคำนวณค่า ค่า Air Condition Factor โดยข้อมูลนี้จะต้องเป็นค่า 0 -1 โดยที่ 0 คือ ปริมาณเมฆปกคลุม =0% และ 1 คือ ปริมาณเมฆปกคลุม = 100% และเนื่องจากข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นข้อมูลที่เป็นปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายปี ดังนั้นจึงทำการรันแบบจำลองโดยให้อินพุตทั้ง 2 แบบ คือ

- ปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี (Annual cloud cover)
- ปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน (Monthly cloud cover)

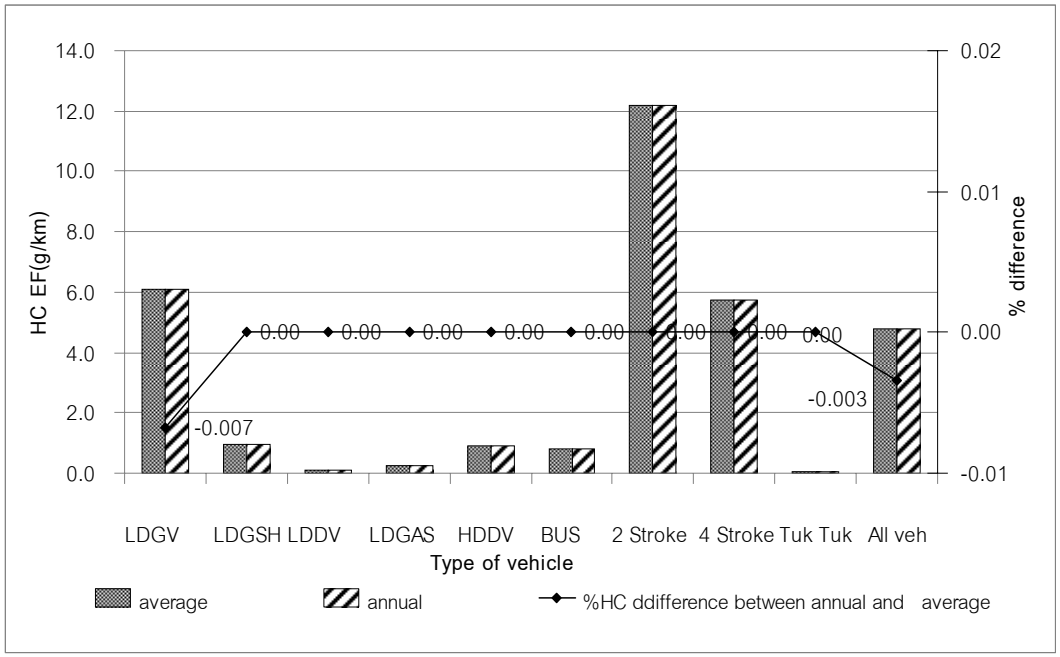
เมื่อทำการรันแบบจำลองโดยให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน จะต้องนำมาเฉลี่ย (นำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 12 เดือนมาเฉลี่ย) ก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี ซึ่งผลการเปรียบเทียบผลรันเป็นดังนี้

1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี จะแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 0.007% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.8

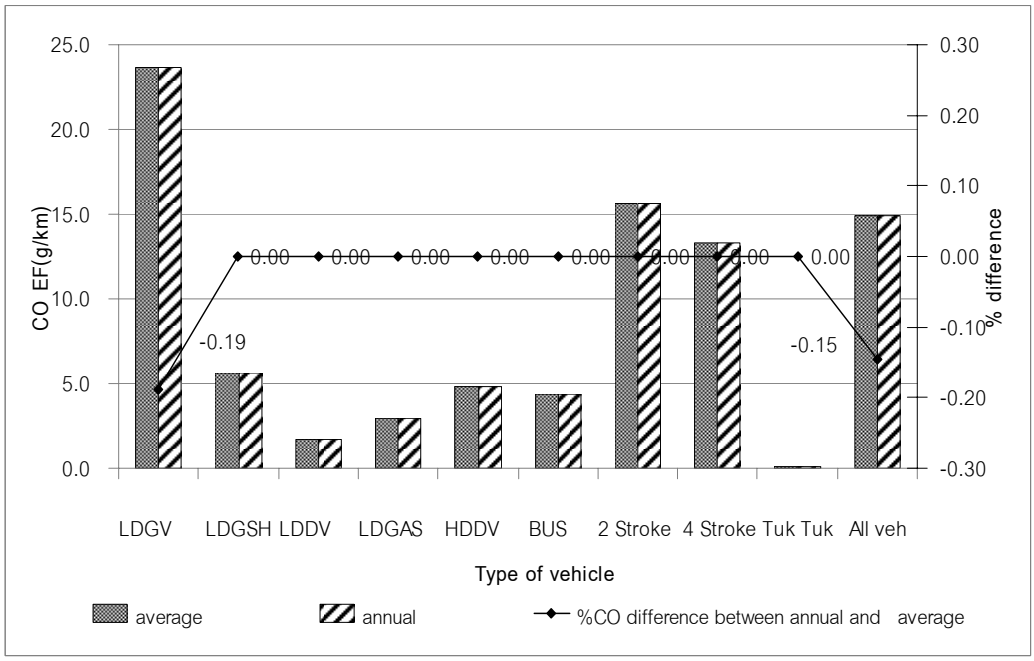
2) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี จะแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 0.19% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.9

3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี จะแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน เพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ - 0.15% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ไม่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.10

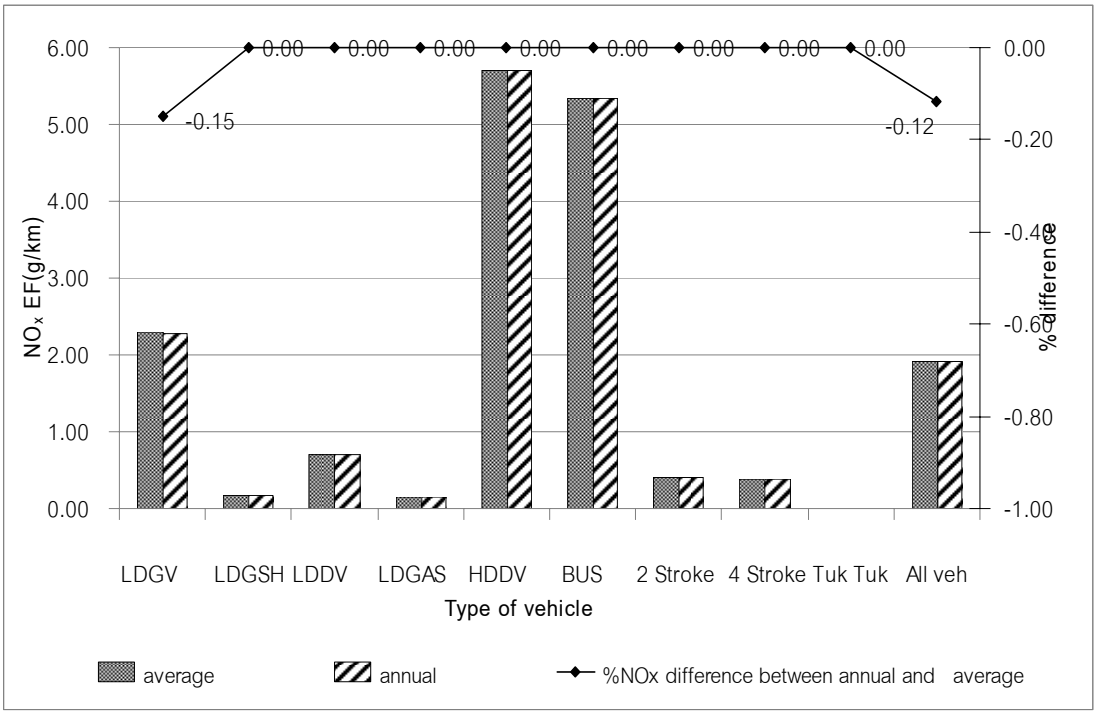
4) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี จะเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากการให้อินพุตปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมเป็นค่าเฉลี่ยรายปี กับ ค่าเฉลี่ยรายเดือน

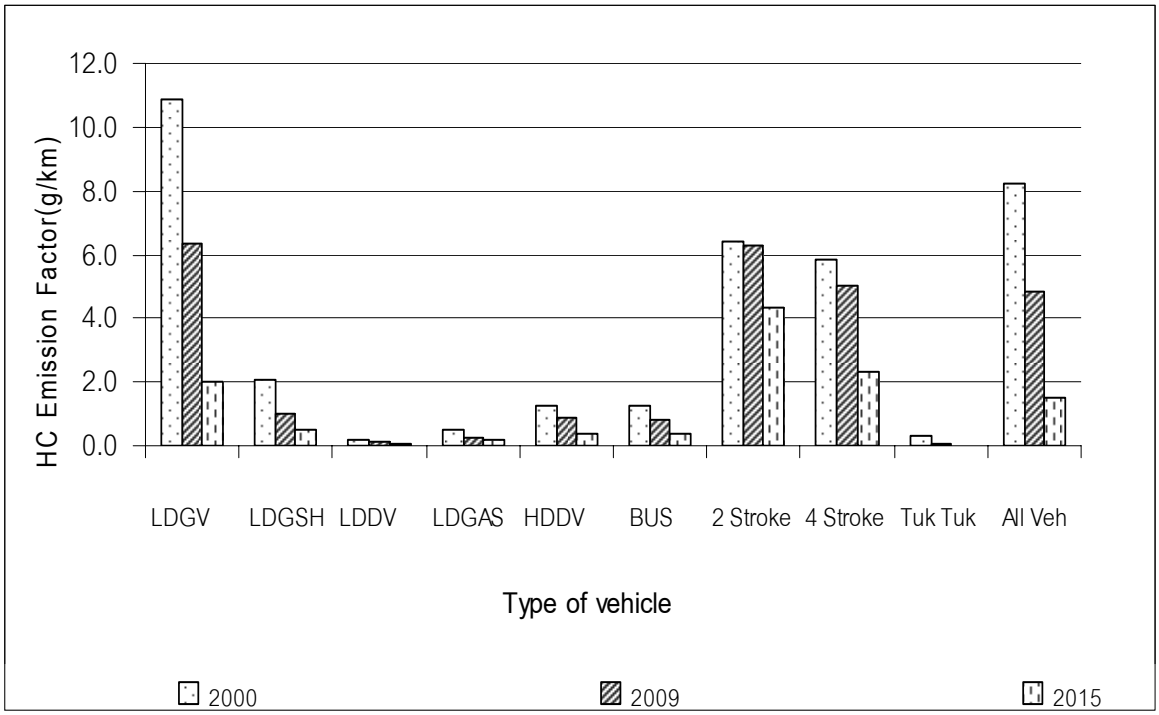
จากผลรันจะเห็นได้ว่าเมื่อให้ค่าปริมาณเมฆปกคลุมทั้ง 2 แบบ จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ใกล้เคียงกัน แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายปี เนื่องจากง่ายต่อการเตรียมอินพุต ซึ่งเตรียมเพียง 1 ไฟล์เท่านั้น (ถ้าเป็นแบบรายเดือนต้องเตรียม 12 ไฟล์) และเมื่อได้เอาท์พุตก็สามารถนำไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องนำเอาท์พุตมาเฉลี่ยใหม่เหมือนข้อมูลแบบรายเดือน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity) ของอินพุต

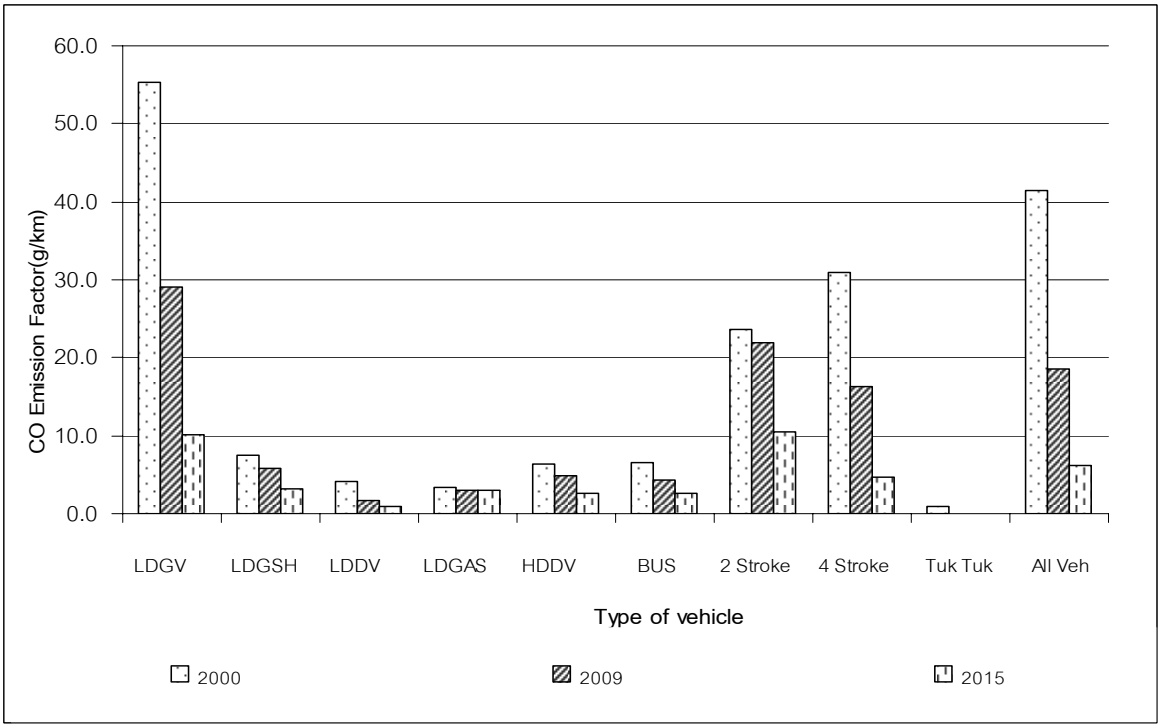
1. ปีที่ประเมิน

เมื่อป้อนปีที่ประเมินเป็นปีค.ศ. 2000, 2009 และ 2015 ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI แบบจำลองจะคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษดังภาพที่ 4.11 ถึง 4.14 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 4 ของรถยนต์ทุกประเภทในอนาคตจะมีค่าน้อยกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 4 ของรถยนต์ทุกประเภทในอดีต เช่น ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ประเมินในปี 2009 จะน้อยกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ประเมินในปี 2000 ประมาณ 4.56 กรัมต่อกิโลเมตร หรือค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินลดลงประมาณ 41.86 % เป็นต้น และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเป็นดังตารางที่ 4.2 ซึ่งจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ค่อนข้างที่จะมาก

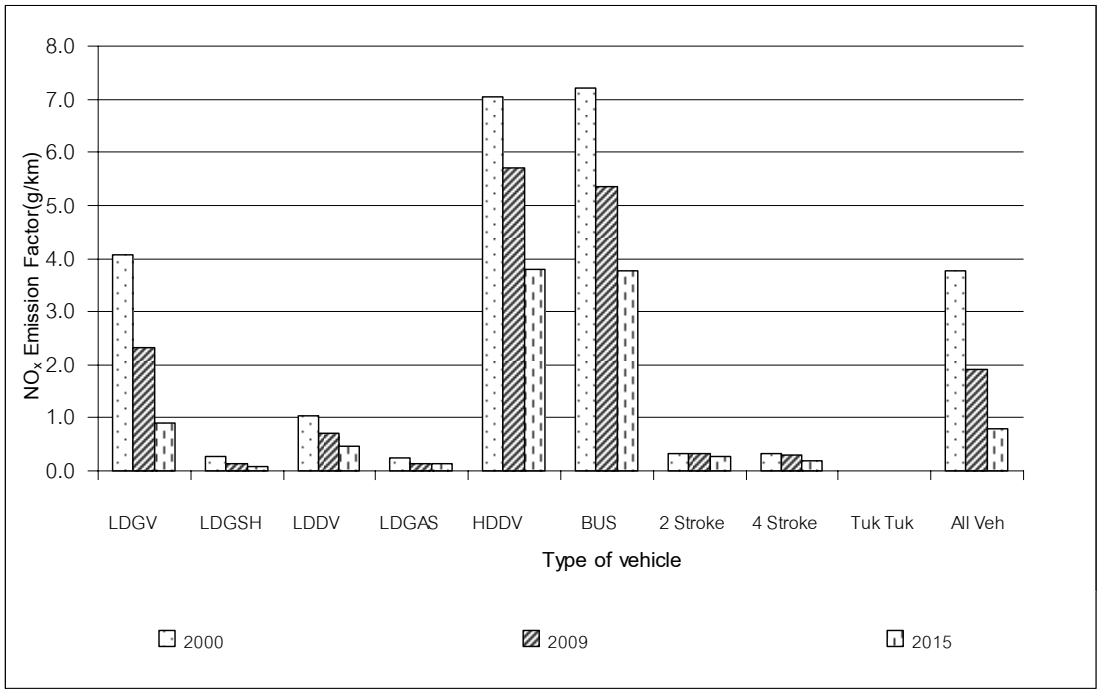
เช่น เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถประเภทต่างๆ เมื่อเปลี่ยนปีจาก ปี ค.ศ. 2000 เป็น 2009 จะอยู่ระหว่าง 1.66 – 90.35 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น



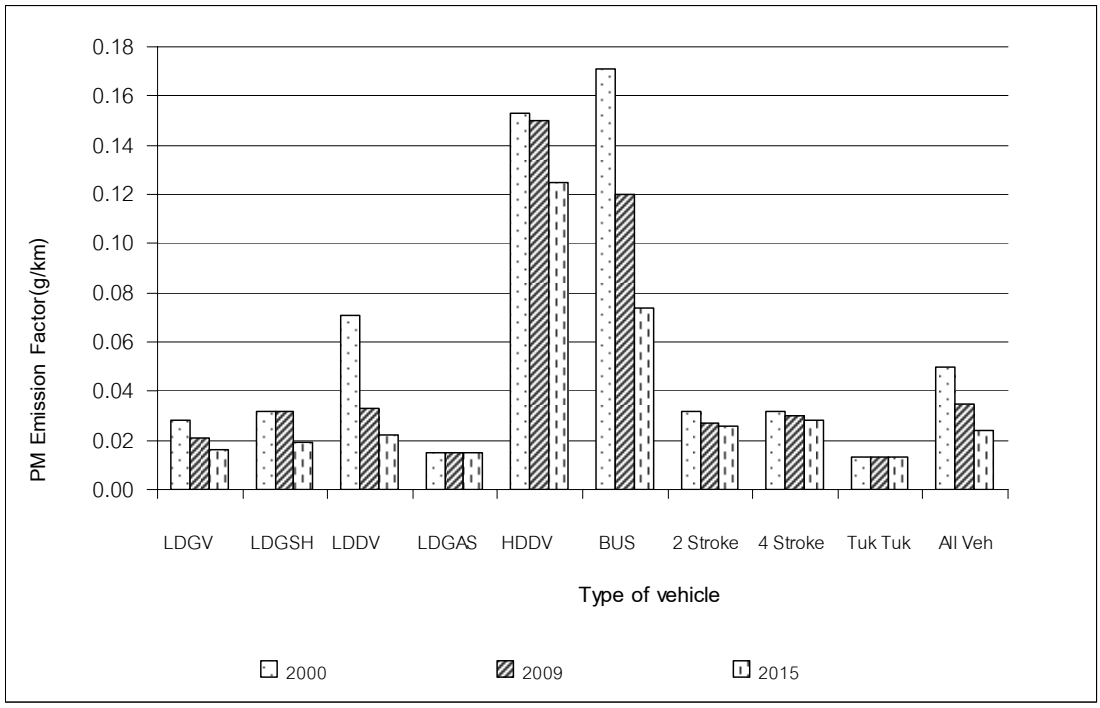
ภาพที่ 4.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ปีประเมินต่างๆ



ภาพที่ 4.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ปีประเมินต่างๆ



ภาพที่ 4.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ปีประเมินต่างๆ



ภาพที่ 4.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ปีประเมินต่างๆ

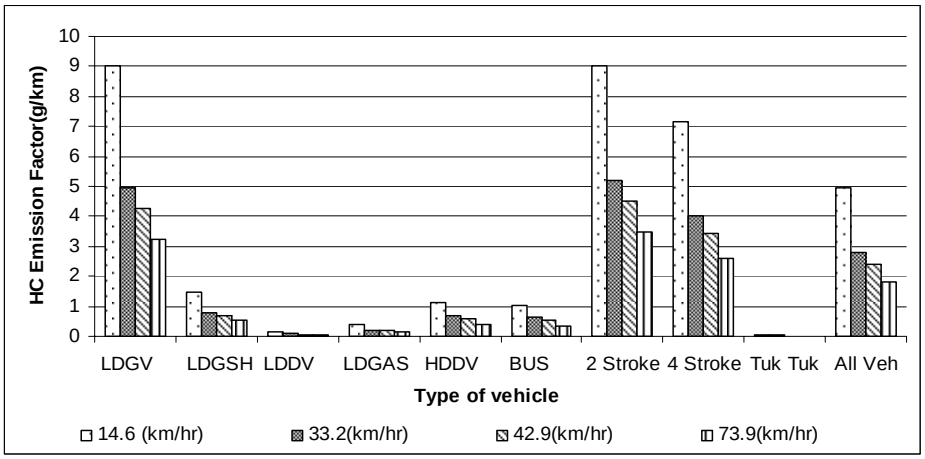
ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ที่ปีประเมินต่างๆ

%การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC										
เมื่อเปลี่ยนปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
จาก 2000 เป็น 2009	-41.86	-50.17	-48.78	-47.78	-28.21	-37.25	-1.66	-14.06	-90.35	-41.15
จาก 2009 เป็น 2015	-68.34	-52.78	-27.62	-37.78	-59.60	-56.88	-31.43	-54.14	-51.52	-68.94
%การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO										
เมื่อเปลี่ยนปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
จาก 2000 เป็น 2009	-47.54	-22.41	-57.40	-10.18	-24.07	-32.58	-9.32	-47.27	-90.36	-56.09
จาก 2009 เป็น 2015	-65.14	-44.04	-42.77	-0.27	-45.56	-40.69	-42.24	-71.55	-51.11	-66.54
%การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x										
เมื่อเปลี่ยนปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
จาก 2000 เป็น 2009	-42.71	-47.37	-30.94	-42.97	-19.09	-25.80	-0.31	-8.18	-90.00	-49.21
จาก 2009 เป็น 2015	-61.23	-42.67	-33.43	-33.56	-33.62	-29.36	-11.01	-38.01	-66.67	-59.07
%การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM										
เมื่อเปลี่ยนปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
จาก 2000 เป็น 2009	-25.00	-0.00	-53.52	0.00	-1.96	-29.82	-15.63	-6.25	-0.00	30.00
จาก 2009 เป็น 2015	-23.81	-40.63	-33.33	0.00	-16.67	-38.33	-3.70	-6.67	-0.00	31.43

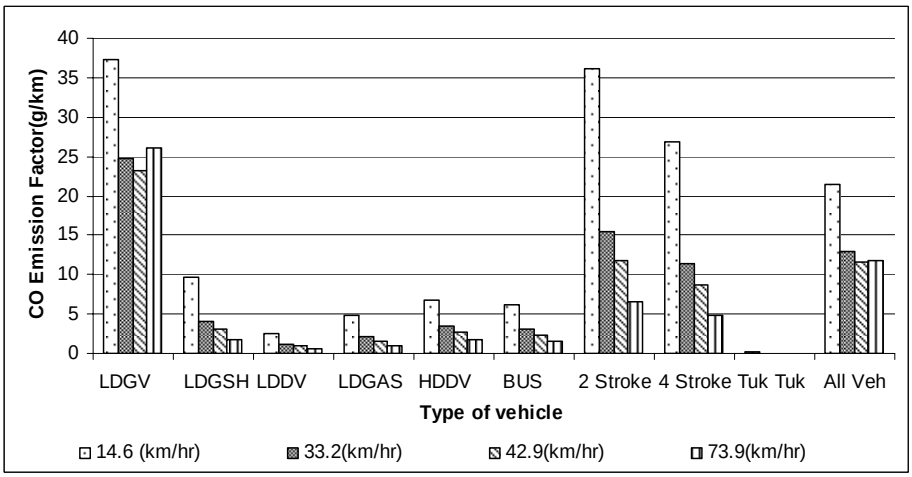
2. ความเร็ว

เมื่อป้อนค่าความเร็วที่แตกต่างกันให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยค่าความเร็วที่ป้อนคือ 14.6, 33.2, 42.9 และ 73.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะได้ว่า ค่าความเร็วจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ทุกประเภท แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ดังภาพที่ 4.15 ถึง 4.17 จะเห็นได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ HC, CO และ NO_x จะลด เมื่อความเร็วที่ป้อนให้เพิ่มขึ้น แต่เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษก็จะเพิ่มขึ้นด้วย คือ ที่ความเร็ว 73.90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กและใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล รถบัส และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน เพิ่มขึ้น ซึ่งเปอร์เซ็นการลดลงและเพิ่มขึ้นของมลพิษต่างๆ เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง เป็นดังตารางที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นการลดลงและเพิ่มขึ้นของมลพิษต่างๆ ค่อนข้างที่จะมาก เช่น เมื่อความเร็วเพิ่มจาก

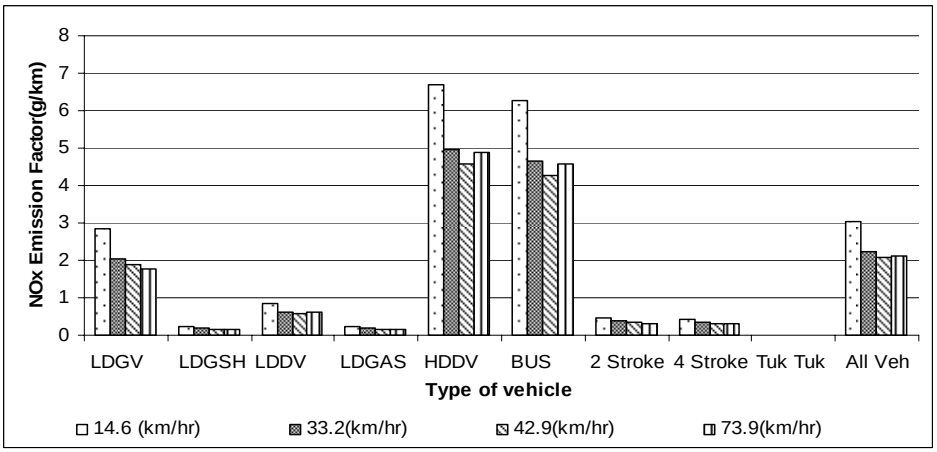
14.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 33.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะส่งผลให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ HC ของรถต่างๆ ลดลง ระหว่าง 37.49 – 48.14 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 4.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ความเร็วต่างๆ



ภาพที่ 4.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ความเร็วต่างๆ



ภาพที่ 4.17 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ความเร็วต่างๆ

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x ที่ความเร็วต่างๆ

%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC										
เมื่อ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
ความเร็วเปลี่ยนจาก 14.6 เป็น 33.2 km/hr	-45.00	-44.73	-37.88	-48.14	-37.50	-37.49	-42.51	-44.00	-46.94	-44.07
ความเร็วเปลี่ยนจาก 33.2 เป็น 42.9 km/hr	-13.87	-13.24	-18.29	-16.27	-18.59	-18.68	-13.13	-13.96	-19.23	-14.05
ความเร็วเปลี่ยนจาก 42.9 เป็น 73.9 km/hr	-24.43	-24.39	-35.82	-29.71	-35.81	-35.71	-22.94	-24.63	-28.57	-24.90
%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO										
เมื่อ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
ความเร็วเปลี่ยนจาก 14.6 เป็น 33.2 km/hr	-33.62	-57.41	-49.57	-57.39	-49.58	-49.57	-57.41	-57.40	-57.05	-39.90
ความเร็วเปลี่ยนจาก 33.2 เป็น 42.9 km/hr	-6.51	-23.36	-23.58	-23.36	-23.59	-23.62	-23.36	-23.36	-23.44	-10.28
ความเร็วเปลี่ยนจาก 42.9 เป็น 73.9 km/hr	13.07	-44.09	-34.36	-44.09	-34.37	-34.35	-44.10	-44.11	-44.90	2.88
%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x										
เมื่อ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	MC 2 Stroke	MC4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
ความเร็วเปลี่ยนจาก 14.6 เป็น 33.2 km/hr	-27.81	-17.62	-25.93	-17.65	-25.89	-25.89	-17.50	-17.69	0.00	-26.07
ความเร็วเปลี่ยนจาก 33.2 เป็น 42.9 km/hr	-8.02	-10.70	-8.06	-10.99	-8.13	-8.14	-10.86	-10.74	-25.00	-7.69
ความเร็วเปลี่ยนจาก 42.9 เป็น 73.9 km/hr	-6.54	-10.78	7.37	-10.49	7.31	7.34	-10.76	-10.80	0.00	2.60

3.อุณหภูมิ

เมื่อป้อนอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยอุณหภูมิที่ป้อนเป็นดังตารางที่ 4.2 จะได้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ดังภาพที่ 4.18 ถึง 4.21 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้

- ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดเล็กที่แก๊สโซฮอล์ และรถจักยานยนต์ทั้ง 2 ประเภทเพิ่มขึ้น

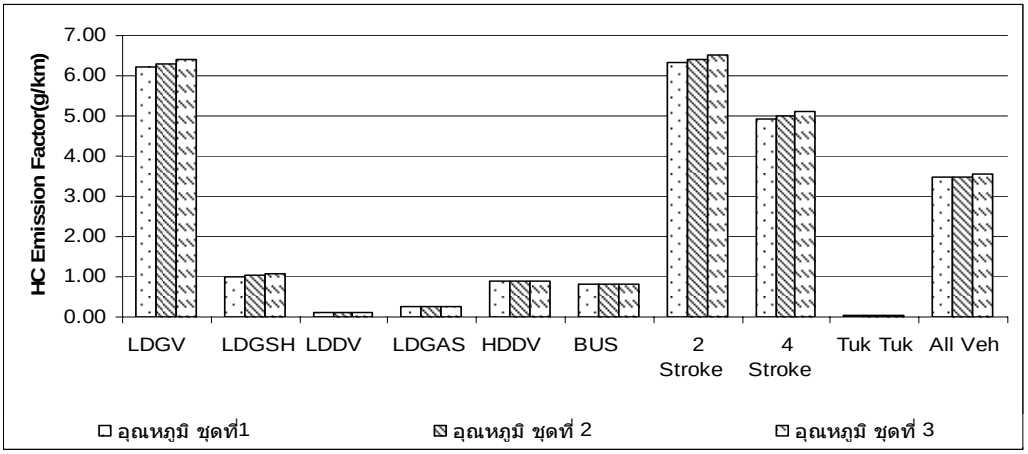
- ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน ลดลง แต่ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO รถยนต์ขนาดเล็กที่แก๊สโซฮอล์ และรถจักยานยนต์ทั้ง 2 ประเภทเพิ่มขึ้น

- ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน เพิ่มขึ้น

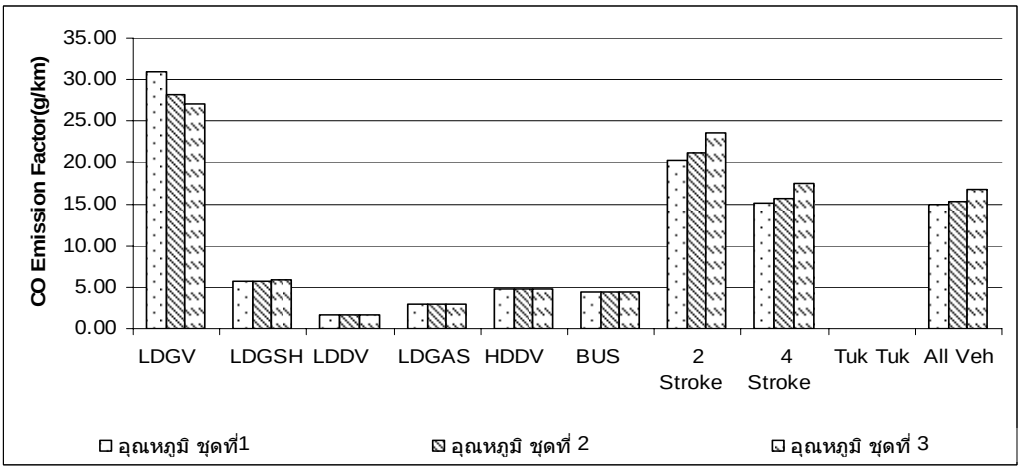
ส่วนเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น/ลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ เป็นดังตารางที่ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นและลดลงจะอยู่ระหว่าง 0.31-11.42 ซึ่งถือว่ามีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษค่อนข้างมาก เช่น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลชุดที่ 3 จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.14 กรัมต่อกิโลเมตร หรือประมาณ 2.16% ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กใช้น้ำมันเบนซินลดลงเท่ากับ 2.92 กรัมต่อกิโลเมตร หรือประมาณ 3.37 % และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.16 กรัมต่อกิโลเมตร หรือประมาณ 7.01 % เป็นต้น ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ PM จะไม่ได้ผลกระทบจากอุณหภูมิ

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลอุณหภูมิที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI

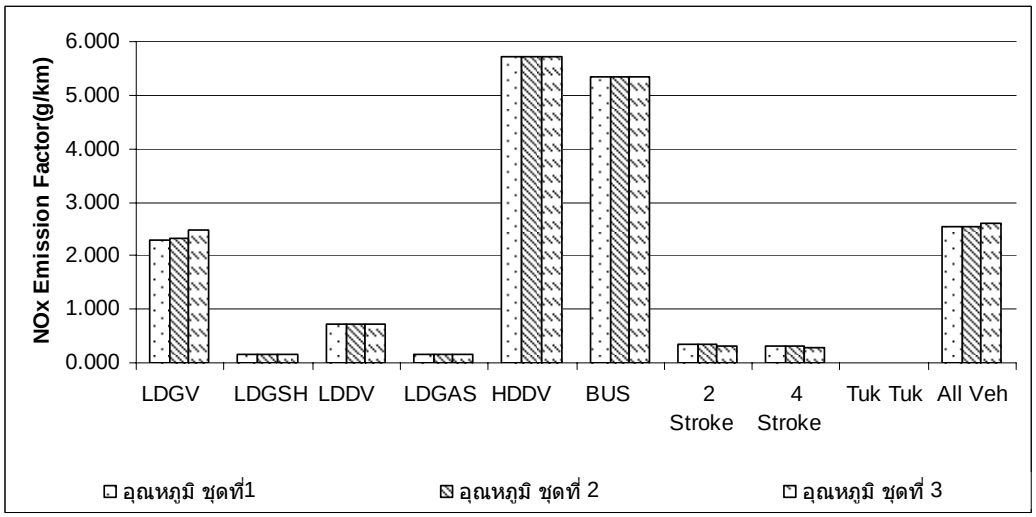
อุณหภูมิชุดที่ 1											
23.98	24.22	25.00	27.34	28.60	29.75	30.61	30.96	31.36	31.32	30.94	30.04
29.01	28.12	27.69	27.10	26.87	26.38	26.00	25.80	25.41	25.22	24.81	24.40
อุณหภูมิชุดที่ 2											
24.74	24.88	25.67	27.62	29.09	30.52	31.27	32.03	32.54	32.62	32.43	31.43
30.13	28.63	27.73	27.24	26.94	26.65	26.39	25.99	25.69	25.49	25.26	25.01
อุณหภูมิชุดที่ 3											
27.56	27.92	29.04	30.27	31.91	33.06	33.58	34.01	34.46	34.44	34.17	33.12
31.83	30.65	29.91	29.47	29.29	29.01	29.15	28.55	28.39	28.23	28.08	27.79



ภาพที่ 4.18 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่อุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 4.19 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่อุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 4.20 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่อุณหภูมิต่างๆ

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x ที่อุณหภูมิต่างๆ

%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC										
เมื่ออุณหภูมิ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 1 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 2	0.80	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	1.18	0.00	0.87
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 2 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 3	2.16	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	2.31	0.00	1.89
%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO										
เมื่ออุณหภูมิ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 1 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 2	-2.92	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.57	0.00	0.47
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 2 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 3	-3.37	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	11.42	11.42	0.00	9.39
%การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x										
เมื่ออุณหภูมิ	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 1 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 2	1.09	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	3.49	0.00	0.35
เปลี่ยนจาก ชุดที่ 2 เป็น อุณหภูมิ ชุดที่ 3	7.01	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	6.95	6.91	0.00	2.46

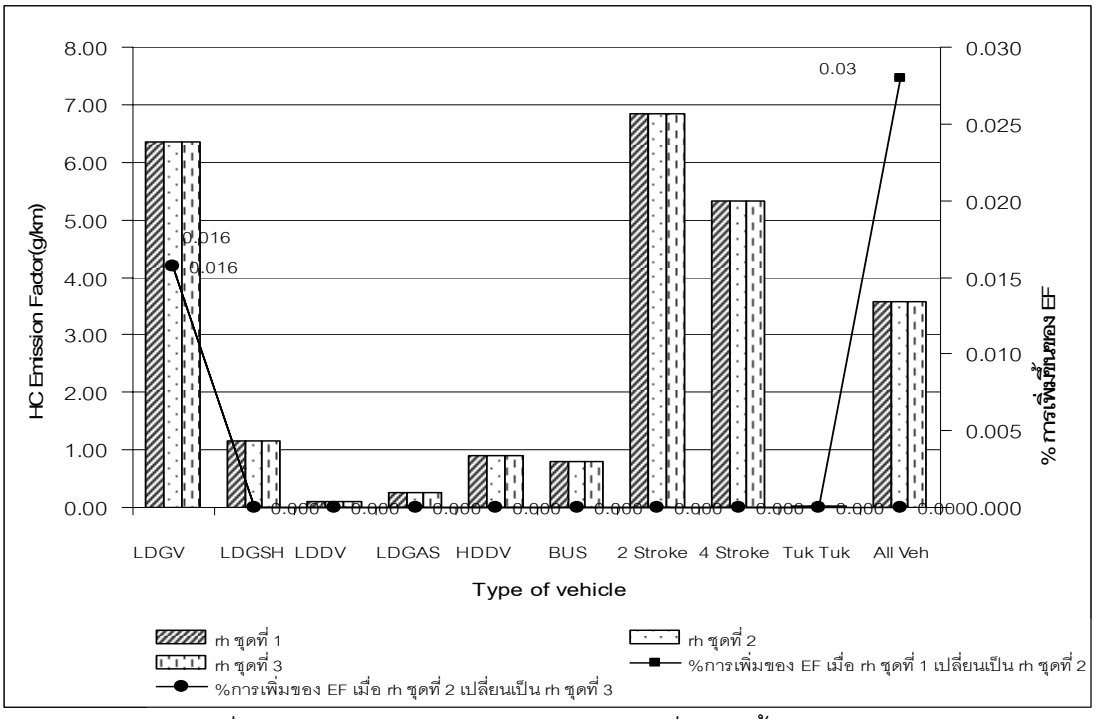
4.ความชื้นสัมพัทธ์

เมื่อป้อนความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่ป้อนเป็นดังตารางที่ 4.6 จะได้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น/ลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ ดังภาพที่ 4.21 ถึง 4.23 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_xของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ มีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_xของรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ คือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ

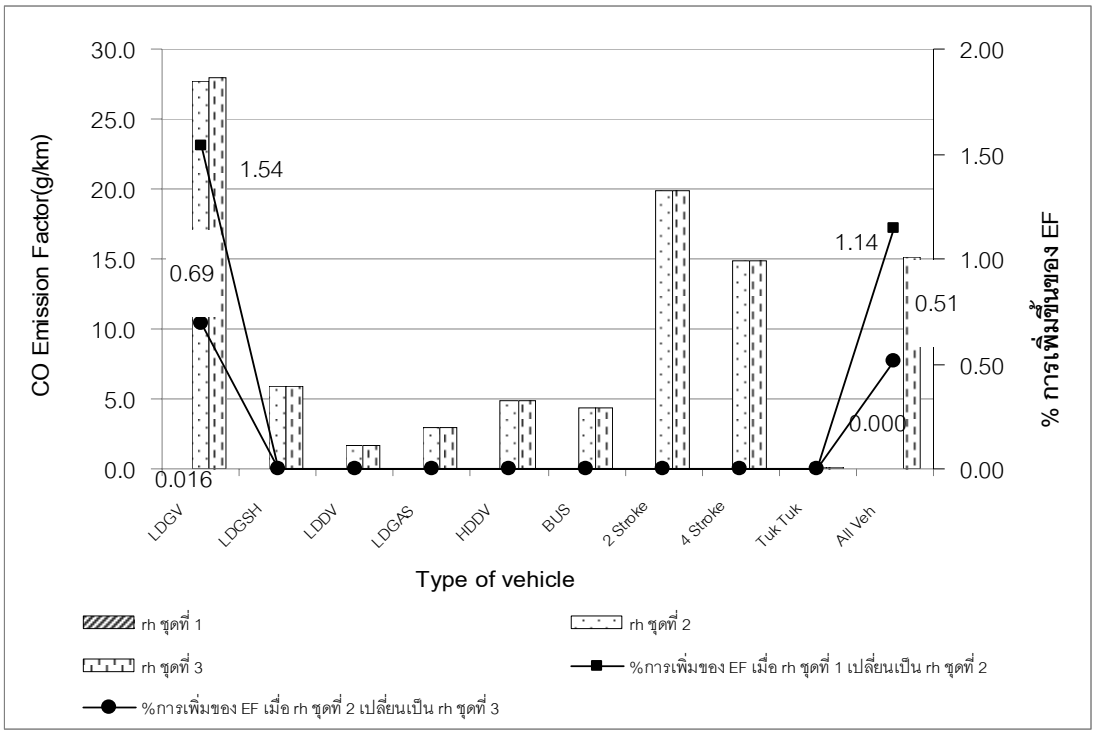
รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะลดลง ซึ่งการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะไม่เกิน ±2 % ซึ่งถือได้ว่าน้อยมาก

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงที่ใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI

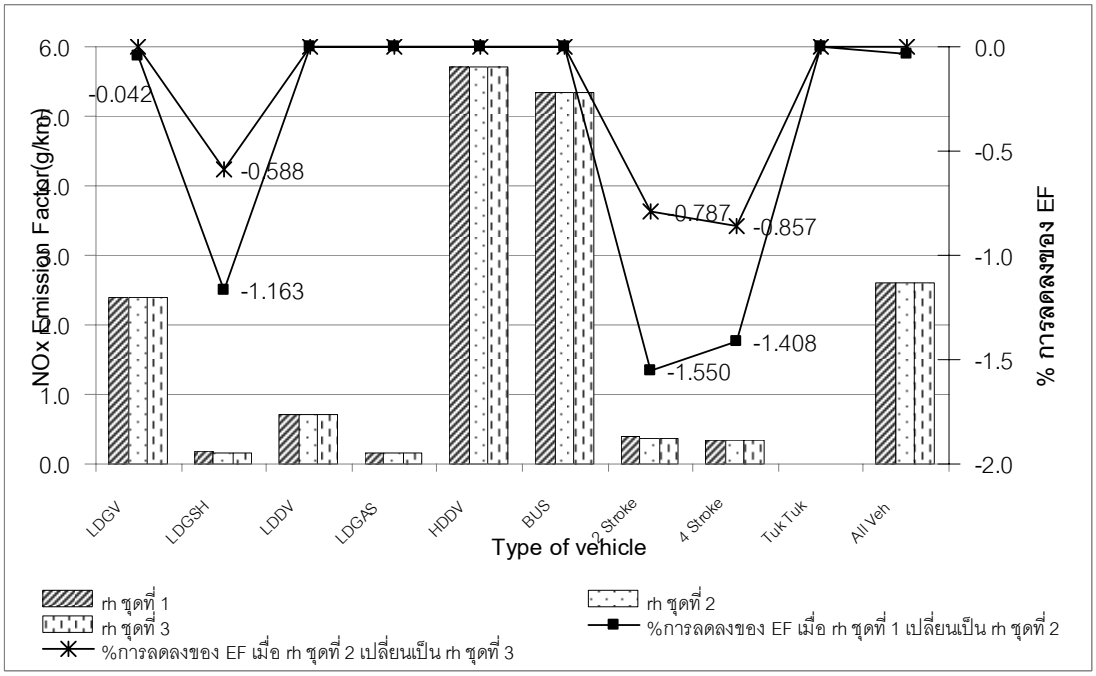
ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงชุดที่ 1											
83.1	82.6	77.1	70.3	64.8	60.2	57.4	56.6	56.3	56.1	57.2	60.2
64.7	68.7	72.2	74.3	75.7	77.3	77.9	78.9	80.0	80.6	81.5	82.4
ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงชุดที่ 2											
92.0	91.0	80.0	74.0	65.0	62.0	59.0	58.0	66.0	63.0	64.0	63.0
65.0	71.0	75.0	77.0	75.0	77.0	79.0	89.0	90.0	90.0	90.0	91.0
ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงชุดที่ 3											
94.0	92.0	82.0	76.0	67.0	64.0	61.0	60.0	68.0	65.0	66.0	65.0
67.0	73.0	77.0	79.0	77.0	79.0	81.0	91.0	92.0	92.0	92.0	93.0



ภาพที่ 4.21 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ



ภาพที่ 4.22 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ



ภาพที่ 4.23 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ

5. ปริมาณเมฆปกคลุม

เมื่อป้อนค่าปริมาณเมฆปกคลุมเพิ่มขึ้น คือ 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 และ0.8 ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI จะได้ว่าค่าปริมาณเมฆปกคลุมส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเท่านั้น โดยผลกระทบจะเป็นดังตารางที่ 4.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x จะลดลง เมื่อมีปริมาณเมฆปกคลุมเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นการลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เป็นดังตารางที่ 4.8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นการลดลงไม่เกิน 0.5% ซึ่งถือได้ว่ามีผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษน้อยมาก

ตารางที่ 4.7 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ที่ปริมาณเมฆปกคลุมต่างๆ

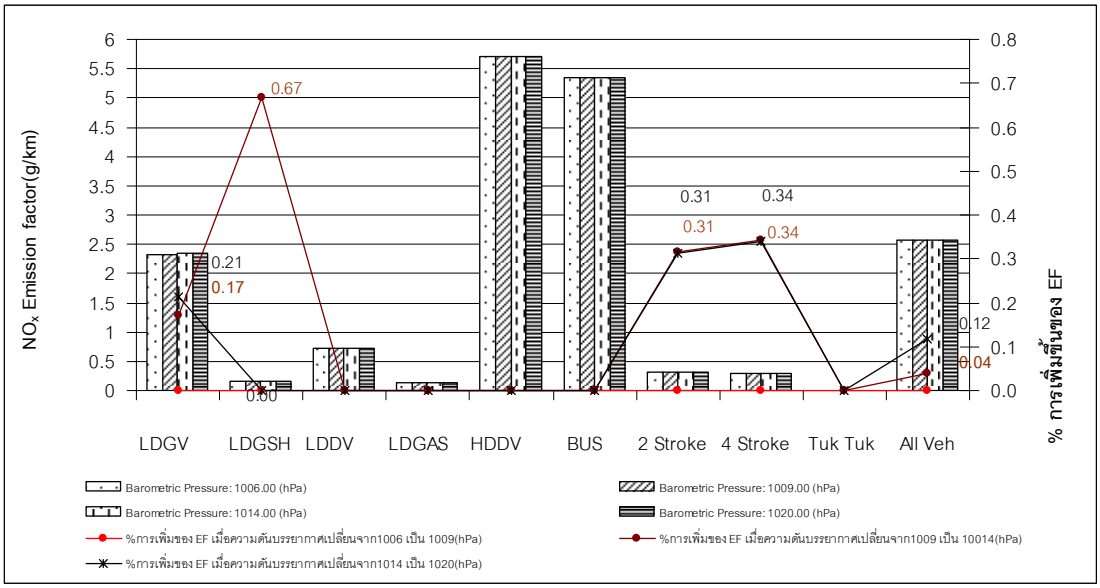
cloud	Emission Factor(g/km)		
	HC	CO	NO_x
0.4	6.330	29.404	2.362
0.5	6.330	29.282	2.353
0.6	6.330	29.160	2.344
0.7	6.329	29.038	2.335
0.8	6.329	28.916	2.326

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เมื่อปริมาณเมฆปกคลุมเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยน ปริมาณเมฆปกคลุม	ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ลดลง			%การลดลงของค่า Emission Factor		
	HC	CO	NO_x	HC	CO	NO_x
0.4-->0.5	0.000	-0.122	-0.009	0.000	-0.415	-0.381
0.5-->0.6	0.000	-0.122	-0.009	0.000	-0.417	-0.382
0.6-->0.7	-0.001	-0.122	-0.009	-0.016	-0.418	-0.384
0.7-->0.8	0.000	-0.122	-0.009	0.000	-0.420	-0.385

6. ค่าความดันบรรยากาศ

เมื่อป้อนค่าความดันบรรยากาศที่แตกต่างกันให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยค่าความดันบรรยากาศที่ป้อน คือ 1006, 1009, 1014 และ 1020 hPa ซึ่งค่าความดันบรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ รถจักรยานยนต์ทั้ง 2 แบบ ดังภาพที่ 4.24 จะเห็นได้ว่า เมื่อค่าความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x เพิ่มขึ้นด้วย แต่เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษน้อยมาก คือ น้อยกว่า 1% เช่น เมื่อค่าความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้นจาก 1006 เป็น 1009 hPa จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น ประมาณ 0.002 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ ประมาณ 0.17% เป็นต้น

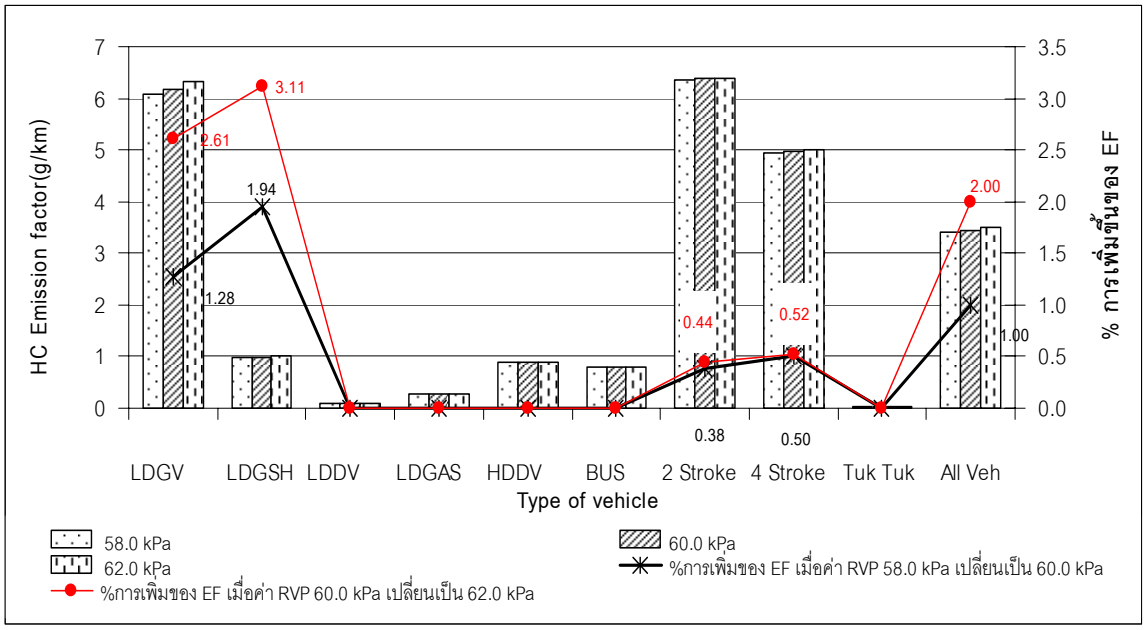


ภาพที่ 4.24 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ค่าความดันบรรยากาศต่างๆ

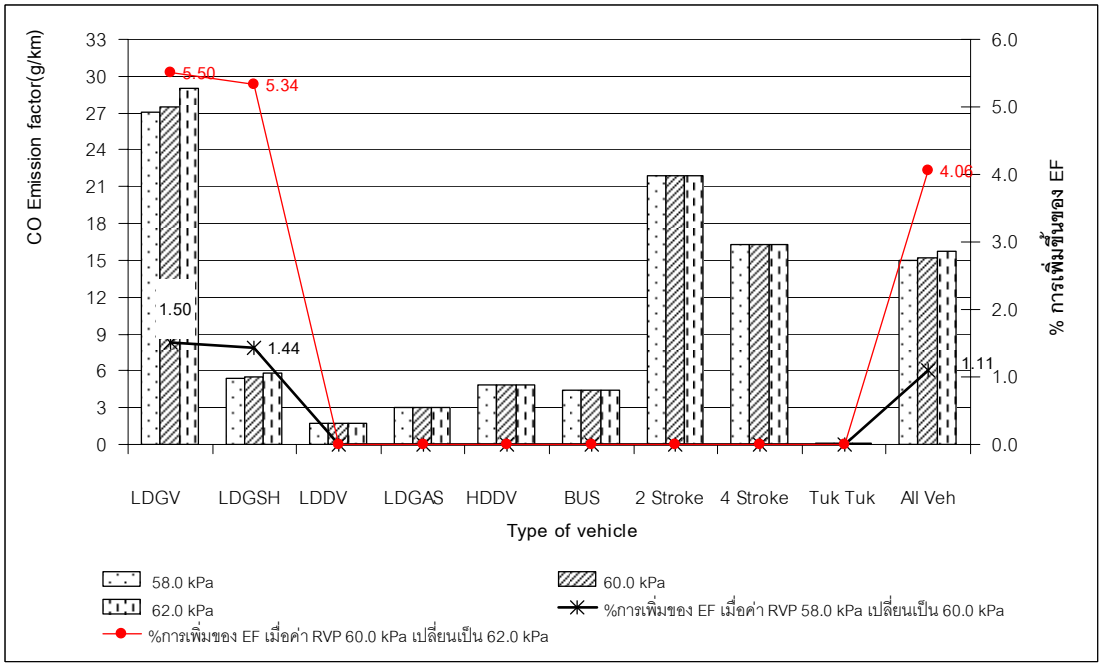
7. ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง

เมื่อป้อนค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงที่ป้อน คือ 58, 60 และ 62 kPa ซึ่งค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ และส่งผลกระทบต่อค่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถจักรยานยนต์ทั้ง 2 แบบด้วย เมื่อค่า RVP เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เพิ่มขึ้นด้วย เช่น เมื่อค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นจาก 58 kPa เป็น 60 kPa จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นประมาณ 0.08 กรัมต่อกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 1.28 %, ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นประมาณ 0.41 กรัมต่อกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้น

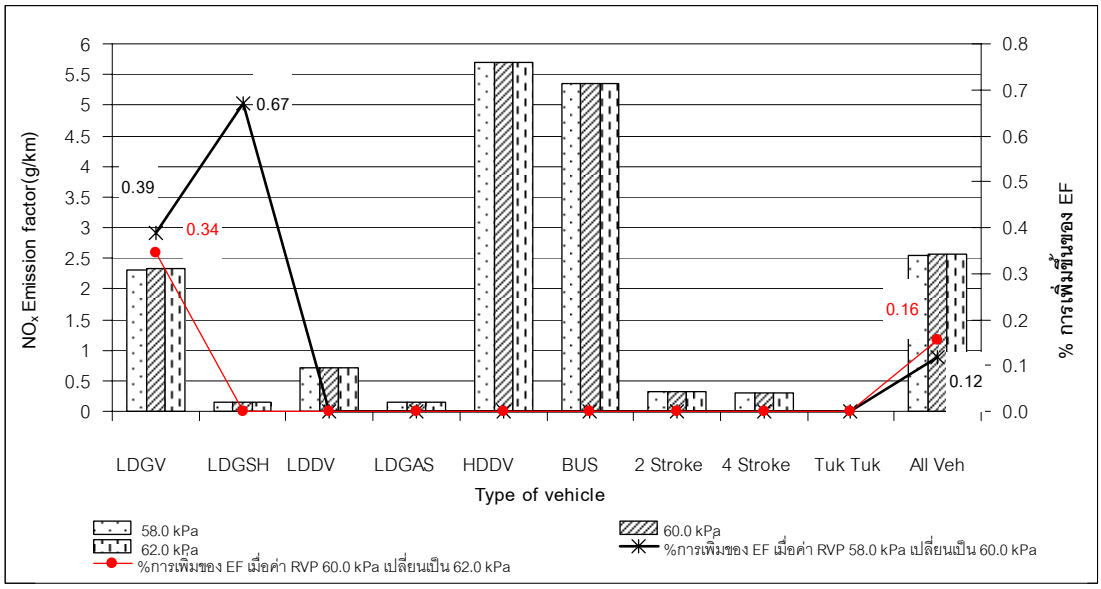
ประมาณ 1.5 % และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_xของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นประมาณ 0.01 กรัมต่อกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 0.34 % ดังภาพที่ 4.25 ถึง 4.27 ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ PM จะไม่ได้ผลกระทบจากค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง



ภาพที่ 4.25 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ



ภาพที่ 4.26 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ



ภาพที่ 4.27 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวคูณการปล่อยสารมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6

เมื่อจะทำการรันแบบจำลอง MOBILE6 ซึ่งไม่ได้ทำการปรับแก้อะไรเลย ด้วยอินพุตที่เป็นข้อมูลของประเทศไทย จะต้องปรับข้อมูลต่างๆให้สอดคล้องกับนำไปใช้รันในแบบจำลอง MOBILE6 รายละเอียดของข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6 เป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดของข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6

คำสั่ง	**ข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6**
CALENDAR YEAR :	2007
HOURLY TEMPERATURES: (^{o}F)	78.98 79.52 81.5 84.02 86.54 88.52 89.78 90.32 90.68 90.68 90.14 88.8 86.72 85.1 83.84 83.3 82.76 82.22 81.68 81.68 81.32 80.96 80.6 78.62
MILE ACCUM RATE :	miledat.d
REG DIST :	REGDATA.D
PARTICLE SIZE :	10
DIESEL SULFUR :	350
PARTICULATE EF :	PMGZML.CSV PMGDR1.CSV PMGDR2.CSV PMDZML.CSV PMDDR1.CSV PMDDR2.CSV
CALENDAR YEAR :	2007
ALTITUDE :	1
RELATIVE HUMIDITY :	83.1 82.6 77.1 70.3 64.8 60.2 57.4 56.6 56.3 56.1 57.2 60.2 64.7 68.7 72.2 74.3 75.7 77.3 77.9 78.9 80.0 80.6 81.5 82.4

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดของข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6 (ต่อ)

คำสั่ง	**ข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6**
BAROMETRIC PRES : (in Hg)	29.77
CLOUD COVER :	0.7
FUEL RVP : (psi)	9.0
FUEL PROGRAM :	4 1000.0 1000.0 1000.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 1000.0 1000.0 1000.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0
SULFUR CONTENT :	1000.0
OXYGENATED FUELS :	0.800 0.200 0.0203 0.036 1
AVERAGE SPEED : (g/mi)	14.52 Arterial

อินพุตที่เป็น External data file ที่ใช้ในการรันในแบบจำลอง MOBILE6 ได้แก่

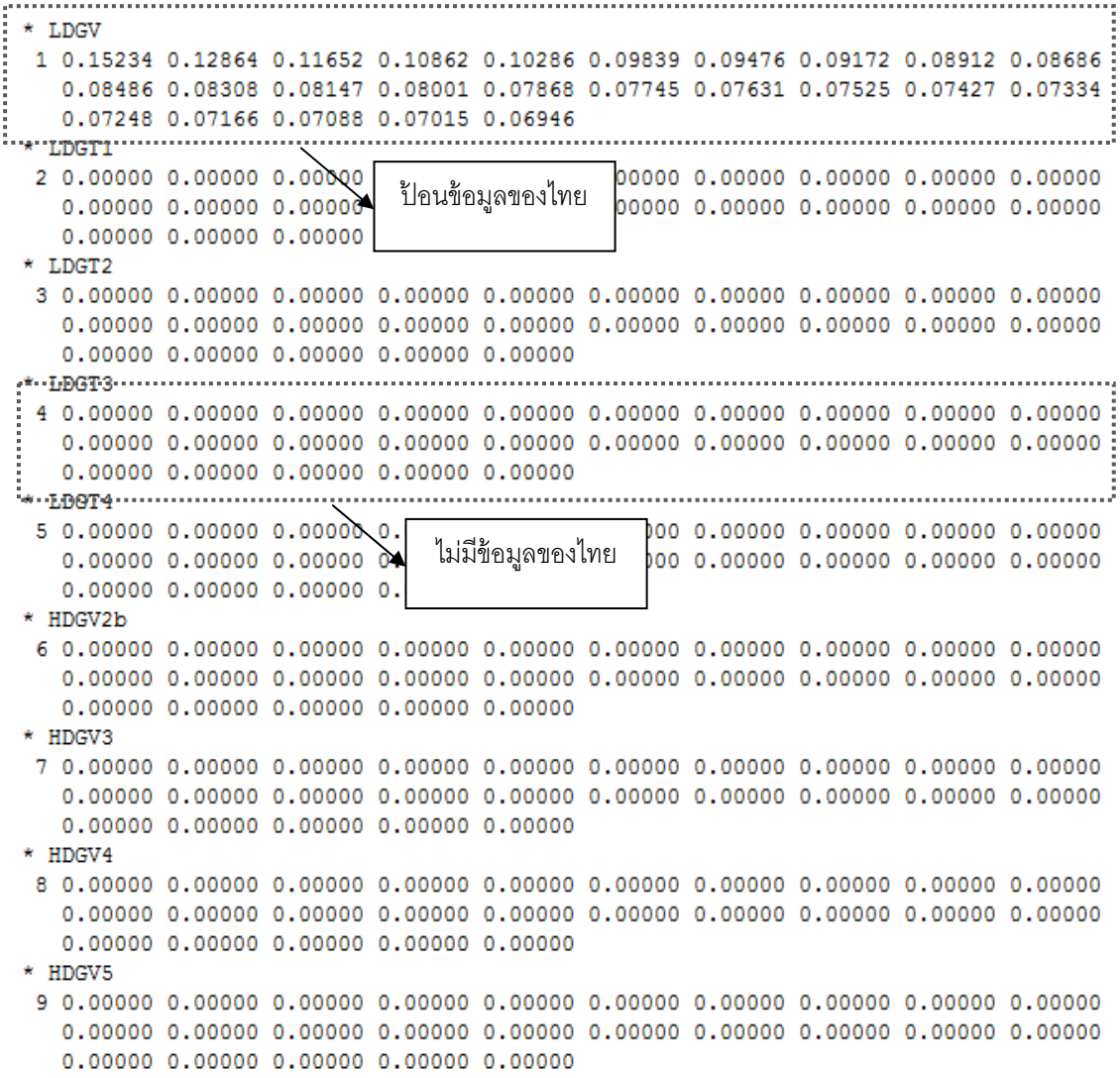
1) Miledat.d เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปี ให้กับแบบจำลอง แต่เนื่องจากประเภทรถยนต์ในประเทศไทยมีน้อยกว่าประเภทรถยนต์ในแบบจำลอง MOBILE6 ดังนั้นจะป้อนข้อมูลให้กับประเภทรถยนต์ที่มีในประเทศไทยเท่านั้น ส่วนรถยนต์ที่ไม่มีในประเทศไทยจะป้อนข้อมูลให้เป็น 0 ซึ่งข้อมูลที่ป้อนเป็นดังภาพที่ 4.28

2) Regdata.d เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง แต่เนื่องจากประเภทรถยนต์ในประเทศไทยมีน้อยกว่าประเภทรถยนต์ในแบบจำลอง MOBILE6 ดังนั้นจะป้อนข้อมูลให้กับประเภทรถยนต์ที่มีในประเทศไทยเท่านั้น ส่วนรถยนต์ที่ไม่มีในประเทศไทยจะป้อนข้อมูลให้เป็น 0 แต่เนื่องจากผลรวมของสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุจะต้องเท่ากับ 1 ถ้าไม่เท่ากับ 1 จะมี error เกิดขึ้น ดังนั้นจึงป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทที่อายุ 25 ปี เท่ากับ 1 ซึ่งข้อมูลที่ป้อนเป็นดังภาพที่ 4.29

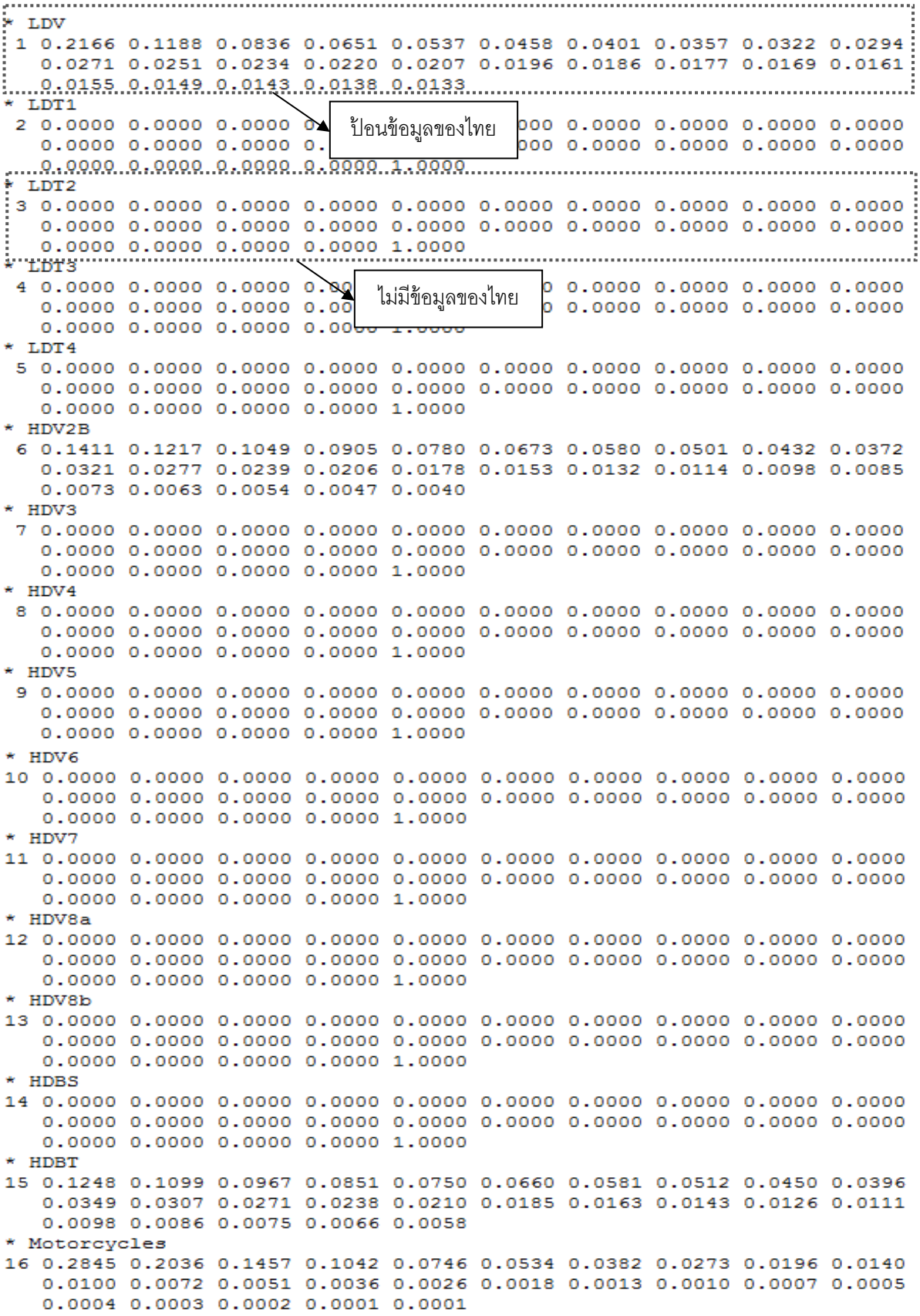
3) PMGZML.CSV, PMGDR1.CSV และ PMGDR2.CSV เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ให้กับแบบจำลอง โดยจะให้ข้อมูลทั้งหมดเป็นค่า default เนื่องจาก

ประเทศไทยไม่มีข้อมูลปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

4) PMDZML.CSV, PMDDR1.CSV และ PMDDR2.CSV เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ให้กับแบบจำลอง โดยจะให้ข้อมูลปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และค่าค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล เฉพาะรถยนต์ที่มีในประเทศไทยเท่านั้น คือ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล(LDDV) และรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (HDDV) เท่านั้น ส่วนรถยนต์ประเภทอื่นที่ไม่มีในประเทศไทยให้ค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษ เท่ากับ default



ภาพที่ 4.28 External data file ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละประเภทแต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE6



ภาพที่ 4.29 External data file ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE6

เมื่อนำอินพุตทั้งหมดที่ได้จัดเตรียมไว้ไปรันในแบบจำลอง MOBILE6 จะได้เอาท์พุตออกมา 2 file คือ Outputs file ที่ให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x และ Outputs file ที่ให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ดังภาพที่ 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ จากภาพทั้ง 2 จะเห็นได้ว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่แบบจำลอง MOBILE6 คำนวณออกมาจะคำนวณเฉพาะรถยนต์ที่เราป้อนข้อมูลให้ ส่วนรถยนต์ประเภทอื่นๆที่ป้อนข้อมูลให้เป็น 0 จะให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเป็น 0 หมดเลย

Vehicle Type:	LDGV	LDGT12	LDGT34	LDGT	HDGV
GVWR:		<6000	>6000	(All)	
VMT Distribution:	0.9347	0.0000	0.0000		0.0000
Composite Emission Factors (g/mi):					
Composite VOC :	1.855	0.000	0.000	0.000	0.000
Composite CO :	13.42	0.00	0.00	0.00	0.00
Composite NOX :	1.035	0.000	0.000	0.000	0.000

LDDV	LDDT	HDDV	MC	All Veh
0.0014	0.0000	0.0510	0.0129	1.0000
0.727	0.000	0.835	4.33	1.834
1.885	0.000	12.136	25.92	13.504
1.230	0.000	10.948	0.74	1.536

ภาพที่ 4.30 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของปี ค.ศ. 2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6

Vehicle Type:	LDGV	LDGT12	LDGT34	LDGT	HDGV
GVWR:		<6000	>6000	(All)	
VMT Distribution:	0.9347	0.0000	0.0000		0.0000
Composite Emission Factors (g/mi):					
Lead:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
GASPM:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ECARBON:					
OCARBON:					
SO4:	0.0088	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total Exhaust PM:	0.0088	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Brake:	0.0125	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tire:	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total PM:	0.0293	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SO2:	0.1124	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NH3:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

LDDV	LDDT	HDDV	MC	All Veh
0.0014	0.0000	0.0510	0.0129	1.0000
			0.0000	0.0000
			0.0000	0.0000
0.1034	0.0000	0.2655		0.0137
0.0292	0.0000	0.2221		0.0114
0.0038	0.0000	0.0231	0.0029	0.0094
0.1363	0.0000	0.5108	0.0029	0.0345
0.0125	0.0000	0.0125	0.0125	0.0125
0.0080	0.0000	0.0098	0.0040	0.0080
0.1569	0.0000	0.5331	0.0195	0.0551
0.0722	0.0000	0.3308	0.0544	0.1227
0.0068	0.0000	0.0270	0.0000	0.0014

ภาพที่ 4.31 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของปี ค.ศ. 2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6

ใน Outputs file จะมี warning เกิดขึ้นด้วย ดังภาพที่ 4.32 ซึ่ง warning จะเกิดจากข้อมูลอินพุตที่ใช้ในการรันแบบจำลองจะสูงกว่าค่าที่แบบจำลอง MOBILE6 กำหนด ดังนั้นแบบจำลอง MOBILE6 ก็จะนำค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ไปใช้แทน หรือ อาจจะเกิดจากที่ไม่ได้ให้ข้อมูลบางส่วนหรือให้ข้อมูลไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนด

```
M 21 Warning:
              Mileage accumulation missing for one age of LDDT34
M 48 Warning:
            there are no sales for vehicle class LDGT1
M111 Warning:
             The input dIesel sulfur level of 350.0 ppm exceeds
             the 2007 HDD Rule diesel sulfur limit of 15 ppm.
M616 Comment:
             User has supplied post-1999 sulfur levels.

         User supplied gasoline sulfur content = ***** ppm.


         Error occurred in reading user supplied gasoline sulfur content.
         Sulfur content of 1000.0 is greater than upper allowed bound of 600 ppm.
         Sulfur content set equal to 600 ppm
```

ภาพที่ 4.32 Warning ที่เกิดจากการป้อนอินพุตที่ไม่เหมาะสม

4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลองที่ได้ทำการปรับแก้ MOBILE-THAI

เมื่อจะทำการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI ที่ได้ทำการปรับแก้ส่วนต่างๆ ด้วยอินพุตที่เป็นข้อมูลของประเทศไทยที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ โดยข้อมูลอินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI เป็นดังตารางที่ 4.6 ซึ่งจะมีค่าเหมือนกับที่ป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE6 ยกเว้นหน่วยจะต่างกัน

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดของข้อมูลอินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI

คำสั่ง	**ข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6**
CALENDAR YEAR :	2007
HOURLY TEMPERATURES: (°C)	26.1 26.4 27.5 28.9 30.3 31.4 32.1 32.4 32.6 32.6 32.3 31.6 30.4 29.5 28.8 28.5 28.2 27.9 27.6 27.6 27.4 27.2 27.0 25.9
REG DIST :	REGDATA.D
MILE ACCUM RATE :	miledat.d
PARTICLE SIZE :	10
DIESEL SULFUR :	350
PARTICULATE EF :	PMGZML.CSV PMGDR1.CSV PMGDR2.CSV PMDZML.CSV PMDDR1.CSV PMDDR2.CSV
CALENDAR YEAR :	2007
ALTITUDE :	1

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดของข้อมูลอินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI (ต่อ)

คำสั่ง	**ข้อมูลที่อินพุตที่จะนำไปใช้ในการรันแบบจำลอง MOBILE6**
RELATIVE HUMIDITY :	83.1 82.6 77.1 70.3 64.8 60.2 57.4 56.6 56.3 56.1 57.2 60.2 64.7 68.7 72.2 74.3 75.7 77.3 77.9 78.9 80.0 80.6 81.5 82.4
BAROMETRIC PRES : (hPa)	1009.21
CLOUD COVER :	0.7
FUEL RVP : (kPa)	62
FUEL PROGRAM :	4 1000.0 1000.0 1000.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 1000.0 1000.0 1000.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 500.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0 50.0
SULFUR CONTENT :	1000.0
OXYGENATED FUELS :	0.800 0.200 0.0203 0.036 1
AVERAGE SPEED :	23.38 Arterial

อินพุตที่เป็น External data file ที่ใช้ในการรันในแบบจำลอง MOBILE-THAI ได้แก่

1) Miledat.d เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI ซึ่งรูปแบบไฟล์เป็นดังภาพที่ 4.33 ซึ่งจะแบ่งประเภทรถออกเป็น 9 ประเภท และแต่ละประเภทจะประกอบด้วย 25 ค่าตามอายุ โดยที่ค่าแรกเป็นระยะทางที่รถยนต์อายุ 1 ปี ใช้งาน 1 ปี ค่าสุดท้ายเป็นระยะทางที่รถยนต์อายุ 25 ปีใช้งาน 1 ปี

```
MILE ACCUM RATES
* LDGV
 1 0.1523 0.1286 0.1165 0.1086 0.1029 0.0984 0.0948 0.0917 0.0891 0.0869
   0.0849 0.0831 0.0815 0.0800 0.0787 0.0774 0.0763 0.0753 0.0743 0.0733
   0.0725 0.0717 0.0709 0.0702 0.0695

* LDDV
 2 0.1373 0.1283 0.1233 0.1199 0.1173 0.1152 0.1135 0.1120 0.1107 0.1096
   0.1086 0.1076 0.1068 0.1060 0.1053 0.1046 0.1040 0.1034 0.1029 0.1024
   0.1019 0.1014 0.1010 0.1006 0.1002
* HDDV
 3 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
   0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
   0.1821 0.1821 0.1821 0.1821 0.1821
* BUS
 4  3.5950 3.5936 3.5922 3.5908 3.5893 3.5879 3.5865 3.5851 3.5837 3.5823
    3.5809 3.5795 3.5781 3.5767 3.5753 3.5738 3.5724 3.5710 3.5696 3.5682
    3.5668 3.5654 3.5640 3.5626 3.5612
* MC 2 STROKE
 5 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
   0.0350 0.0350 0.0350 0.0350 0.0350
* Tuk Tuk
 6 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
   0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
   0.0931 0.0931 0.0931 0.0931 0.0931
```

ภาพที่ 4.33 External data file ที่ป้อนค่าระยะทางที่รถยนต์แต่ละอายุใช้งานได้ 1 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI

2) Regdata.d เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI ซึ่งรูปแบบไฟล์เป็นดังภาพที่ 4.34 ซึ่งจะแบ่งประเภทรถออกเป็น 6 ประเภท และแต่ละประเภทจะประกอบด้วย 25 ค่าตามอายุ โดยที่ค่าแรกเป็นสัดส่วนจำนวนรถยนต์อายุ 1 ปี ค่าสุดท้ายเป็นสัดส่วนจำนวนรถยนต์อายุ 25 ปี

```
* LDV-> Power: y = 654291e-0.266x(last value adjust from 0.007 to 0.0068)
 1 0.1819 0.0984 0.0882 0.0719 0.0553 0.0418 0.0361 0.0252 0.0168 0.0448
   0.0660 0.0506 0.0388 0.0297 0.0228 0.0215 0.0165 0.0126 0.0097 0.0074
   0.0204 0.0156 0.0120 0.0092 0.0068
* HDV-->Expo: y = 17313e-0.231x(last value adjust from 0.01 to 0.0097)
 2 0.1054 0.0703 0.0774 0.0673 0.0592 0.0441 0.0330 0.0200 0.0186 0.0547
   0.0745 0.0591 0.0469 0.0372 0.0296 0.0360 0.0286 0.0227 0.0180 0.0143
   0.0251 0.0199 0.0158 0.0126 0.0097
* HDBS--> Expo: y = 3873.9e-0.1274x(last value adjust from 0.0131 to 0.0129)
 3 0.1417 0.0435 0.0614 0.0884 0.0804 0.0914 0.0428 0.0303 0.0376 0.0286
   0.0395 0.0395 0.0287 0.0244 0.0208 0.0270 0.0230 0.0196 0.0167 0.0143
   0.0269 0.0230 0.0196 0.0167 0.0142
* MC 4 STROKE-->Expo: y = 755881e-0.335x seperate by fraction of mc 4 and 2 Stroke
 4 0.1096 0.0726 0.0790 0.0674 0.0575 0.0406 0.0280 0.0149 0.0115 0.0261
   0.2585 0.1251 0.0576 0.0256 0.0111 0.0082 0.0035 0.0015 0.0006 0.0003
   0.0005 0.0002 0.0001 0.0000 0.0000
* MC 2 STROKE-->Expo: y = 755881e-0.335x seperate by fraction of mc 4 and 2 Stroke
 5 0.0003 0.0004 0.0007 0.0010 0.0015 0.0018 0.0021 0.0019 0.0025 0.0098
   0.1657 0.1372 0.1081 0.0822 0.0611 0.0773 0.0561 0.0404 0.0291 0.0209
   0.0699 0.0501 0.0359 0.0257 0.0183
* Tuk Tuk
 6 0.1788 0.0066 0.0031 0.0007 0.0014 0.0037 0.0017 0.0003 0.0000 0.0012
   0.0042 0.0042 0.0042 0.0042 0.0042 0.0049 0.0049 0.0049 0.0049 0.0049
   0.1514 0.1514 0.1514 0.1514 0.1514
```

ภาพที่ 4.34 External data file ที่ป้อนค่าสัดส่วนจำนวนรถยนต์แบ่งตามอายุตั้งแต่ 1-25 ปี ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI

3) PMGZML.CSV, PMGDR1.CSV และ PMGDR2.CSV เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI ซึ่งข้อมูลที่ป้อนให้เท่ากับค่า default ของ MOBILE6 เพราะไม่มีข้อมูลค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน และค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน

4) PMDZML.CSV, PMDDR1.CSV และ PMDDR2.CSV เป็นไฟล์ที่ป้อนค่าปริมาณ PM ของรถยนต์ใหม่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ ค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI

เมื่อนำอินพุตทั้งหมดที่ได้จัดเตรียมไว้ไปรันในแบบจำลอง MOBILE-THAI จะได้เอาท์พุตของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ดังภาพที่ 4.35

	Light duty vehicle			
Vehicle Type:	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS
Fuel:	(Gasoline)	(Gasohol)	(Diesel)	(CNG)
VMT Distribution:	0.4040	0.0128	0.1600	0.0414
Composite Emission Factors (g/km):				
Composite HC :	6.329	1.027	0.105	0.270
Composite CO :	29.038	5.804	1.730	2.981
Composite NOX :	2.334	0.150	0.712	0.146
Composite PM :	0.021	0.032	0.033	0.015

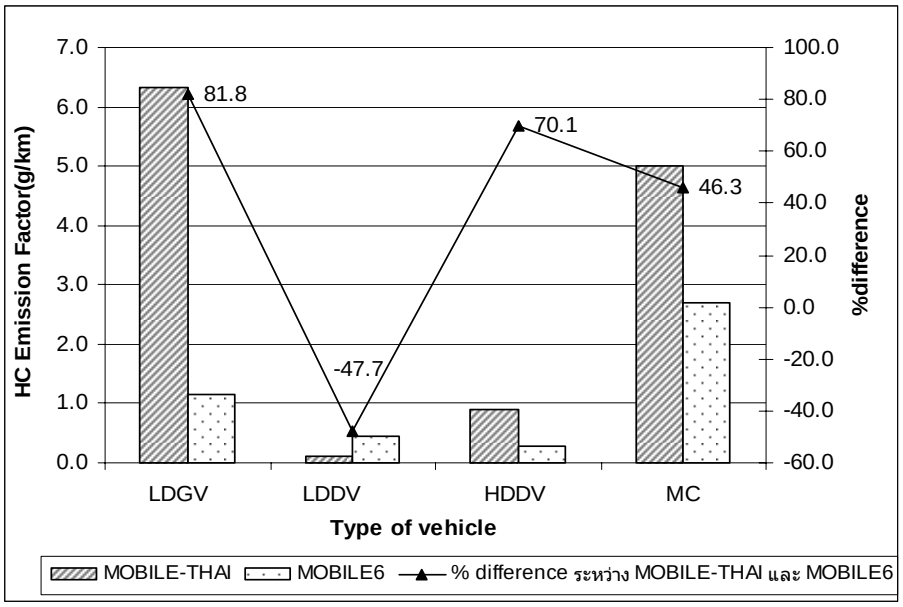
Heavy duty vehicle		Motorcycle			
HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
(Diesel)	(Diesel)	(Gasoline)	(Gasoline)	(CNG)	
0.0362	0.2353	0.1072	0.0014	0.0018	1.0000
0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.787
5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.564
0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051

ภาพที่ 4.35 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ของปี 2007 ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI

เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE6 และ MOBILE-THAI ด้วยอินพุตของประเทศไทย

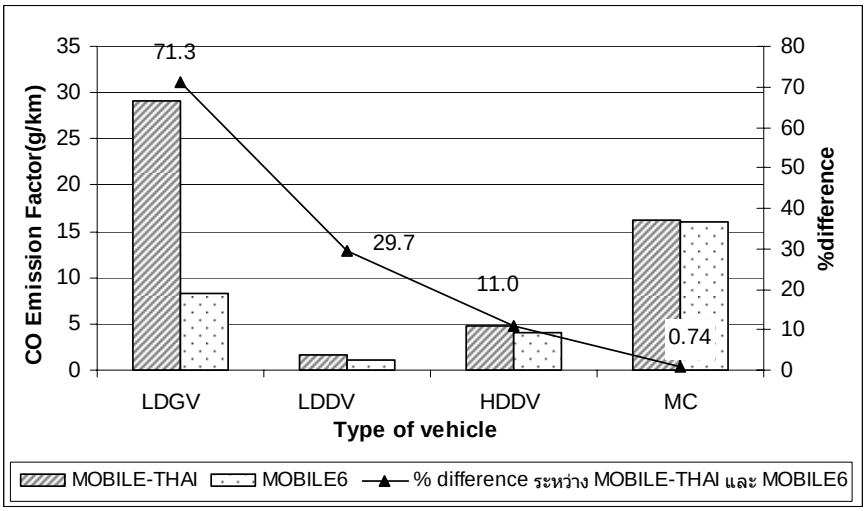
ทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 ซึ่งให้อินพุตของประเทศไทย โดยค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 จะต้องเปลี่ยนหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัมก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบ และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากแบบ MOBILE6 จะไม่แยกเป็น 2 และ 4 จังหวะดังนั้นก่อนนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI มาเปรียบเทียบจะต้องรวมค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะก่อน ผลการเปรียบเทียบเป็นดังภาพที่ 4.36- 4.39 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทุกตัวที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน โดยที่

ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถจักรยานยนต์ และ รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE-THAI จะมากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถจักรยานยนต์ และ รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE6 ซึ่งจะมากกว่าประมาณ 5.17 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 81.8% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน 2.02 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 46.3 % สำหรับรถจักรยานยนต์ และ 0.63 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 70.1 % สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE-THAI จะน้อยกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE6 ประมาณ 0.35 กรัมต่อกิโลเมตร หรือประมาณ 47.7 % ดังภาพที่ 4.36



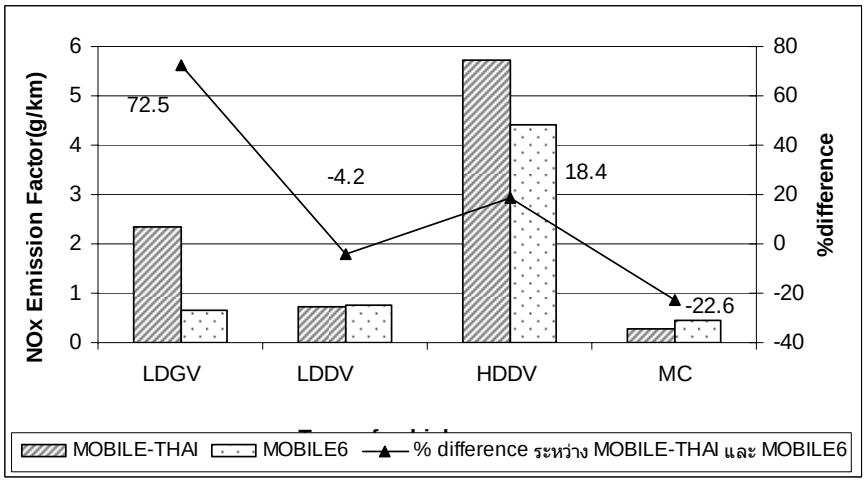
ภาพที่ 4.36 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6

ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ทั้ง 4 ประเภท ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะมากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ทั้ง 4 ประเภท ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 ซึ่งจะมากกว่าประมาณ 20.70 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 71.3% สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน 0.56 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 29.7 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล 0.73 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 11.0 % สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ 0.19 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 0.74 %สำหรับรถจักยานยนต์ ดังภาพที่ 4.37



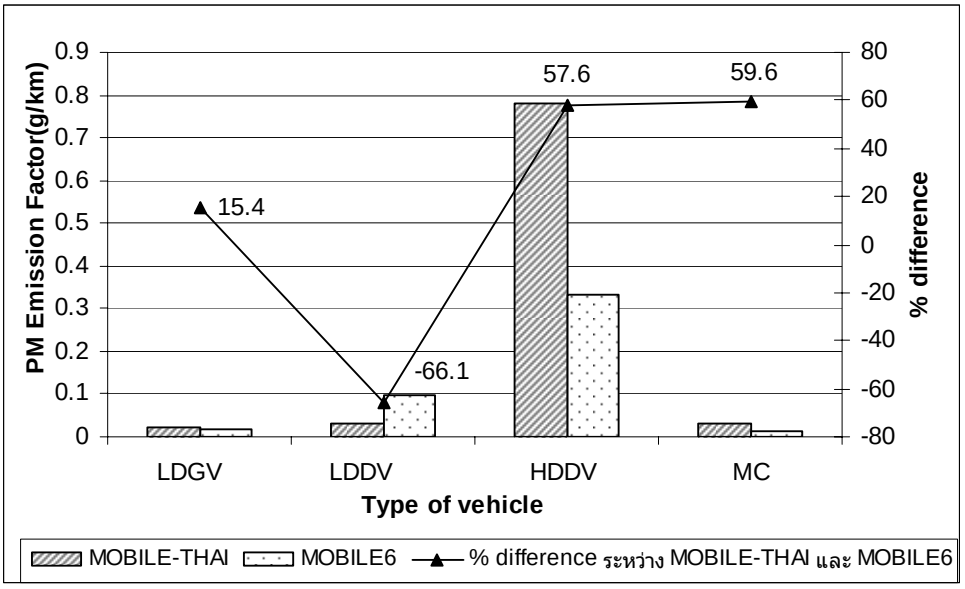
ภาพที่ 4.37 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6

ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน และรถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะมากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน และรถขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 ซึ่งจะมากกว่าประมาณ 1.69 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 72.5 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน 1.31 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 18.4 % สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล และรถจักรยานยนต์ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะน้อยกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล และรถจักรยานยนต์ ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 ซึ่งจะน้อยกว่าประมาณ 0.05 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 4.2 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล 0.17 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 22.6 % สำหรับรถจักรยานยนต์ ดังภาพที่ 4.38



ภาพที่ 4.38 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6

ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และรถจักรยานยนต์ ที่ได้จาก MOBILE-THAI จะมากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และรถจักรยานยนต์ ที่ได้จาก MOBILE6 ซึ่งจะมากกว่าประมาณ 0.003 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 15.4 % สำหรับรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน 0.45 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 57.6% สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล และ 0.018 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 59.6% สำหรับรถจักรยานยนต์ ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE-THAI จะน้อยกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล ที่ได้จาก MOBILE6 ซึ่งจะน้อยกว่าประมาณ 0.064 กรัมต่อกิโลเมตร หรือ 66.1% ดังภาพที่ 4.39



ภาพที่ 4.39 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6

4.5 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากแบบจำลอง MOBILE-THAI แบบจำลอง MOBILE6 และข้อมูลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

1) รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล

ข้อมูลการตรวจวัดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก JARI PROJECT ของกรมควบคุมมลพิษ จะเป็นผลการตรวจวัดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ผลิตในปี 2004 ที่ใช้เงื่อนไขในการตรวจวัด คือ

Test condition	
Temperature (^{0}C)	23.1
Pressure (hPa)	1004.8
Humidity (%)	58.2

และความเร็วที่ทำการตรวจวัด คือ 7.7, 14.6, 23.1, 33.6, 42.7 และ 72.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งผลการตรวจวัดเป็นดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

Average Speed (Km/h)	Emission Factors(g/km)					Fuel Economy (km/L)
	THC	NO_x	CO	CO_2	PM	
7.7	0.091	1.359	0.566	325.492	0.160	8.070
14.6	0.104	1.299	0.403	269.543	0.112	9.740
72.9	0.042	0.750	0.113	210.456	0.184	12.500
23.1	0.027	0.855	0.059	176.907	0.186	14.880
33.6	0.035	1.061	0.070	181.454	0.111	14.510
42.7	0.028	0.383	0.020	157.799	0.054	16.690

ดังนั้นจึงป้อนอินพุตตามเงื่อนไขที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวัดให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 แต่เนื่องจากแบบจำลองทั้ง 2 จะคิดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเฉลี่ยของรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้แบบจำลองทั้ง 2 คำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์เพียงอายุเดียว โดยคิดที่อายุรถยนต์ที่กรมควบคุมมลพิษนำมาตรวจวัด คือ อายุ 4 ปี โดยกำหนดให้สัดส่วนของรถยนต์อายุที่ต้องการ หรือ อายุ 4 ปี เท่ากับ 1 ส่วนสัดส่วนของรถยนต์อายุอื่นๆ กำหนดให้เป็น 0 ซึ่งผลการรันเป็นดังตารางที่ 4.12 จากนั้นนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 3 แหล่งมาเปรียบเทียบกัน โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังภาพที่ 4.40 ถึง 4.42 ซึ่งจะเห็นว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จาก 3 แหล่งมีค่าแตกต่างกัน จะเห็นว่า

1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 จะมากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการตรวจวัดจริง ยกเว้นที่ความเร็ว 7.7 และ 72.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะมีความใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC จากการตรวจวัดจริง ที่ความเร็ว 14.6, 42.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนความเร็วที่เหลือค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 จะมีความใกล้เคียงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC จากการตรวจวัดจริง

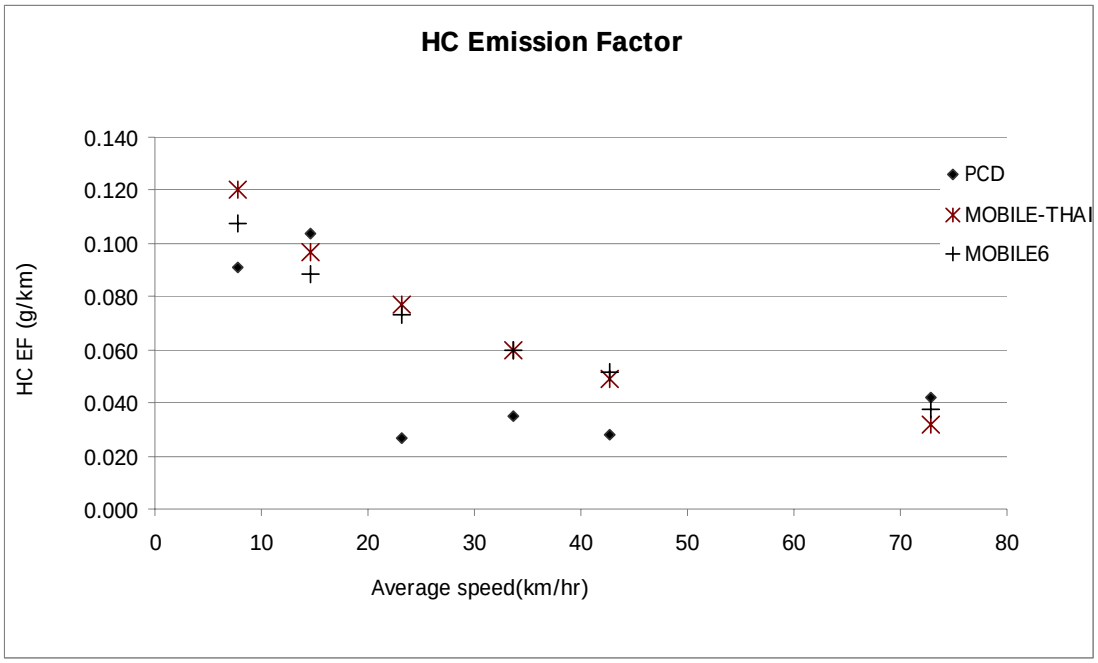
2) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 จะมากกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการตรวจวัดจริงมากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI

3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_xที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 จะให้ค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง ยกเว้นที่ความเร็ว 42.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะมีความใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6

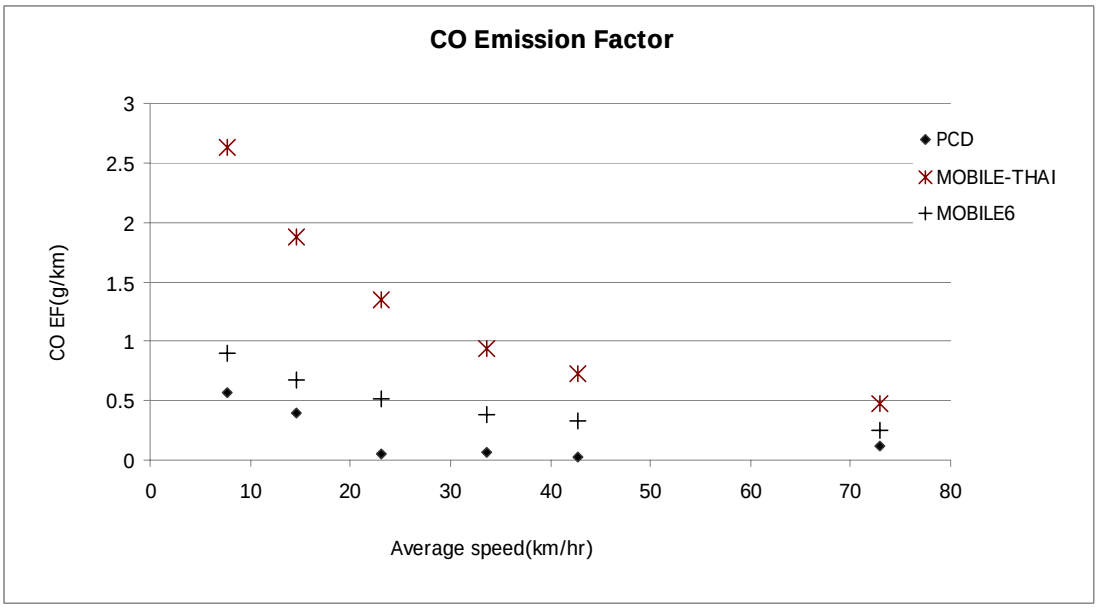
4) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากทั้ง 3 แหล่งจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะลดลง เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI, MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

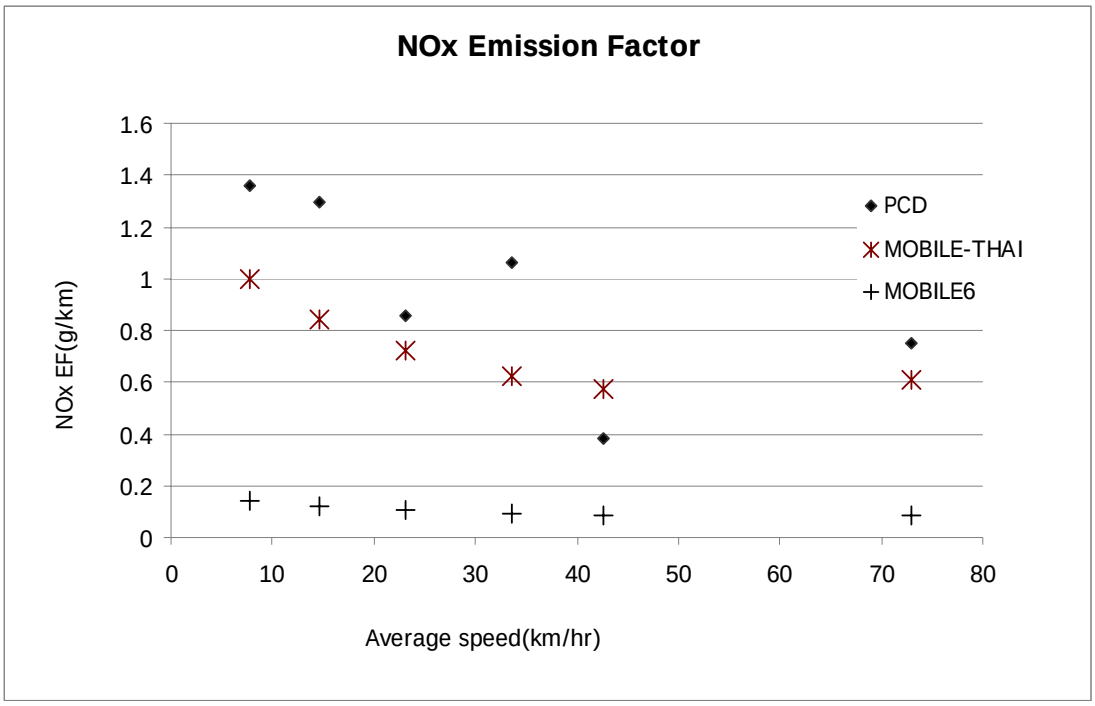
Average Speed (Km/h)	HC(g/km)			CO(g/km)			NO_x(g/km)		
	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6
7.7	0.091	0.120	0.108	0.566	2.633	0.895	1.359	1.000	0.144
14.6	0.104	0.097	0.088	0.403	1.880	0.671	1.299	0.843	0.121
23.1	0.027	0.077	0.073	0.059	1.342	0.510	0.855	0.720	0.104
33.6	0.035	0.060	0.060	0.070	0.936	0.390	1.061	0.622	0.090
42.7	0.028	0.049	0.052	0.020	0.728	0.328	0.383	0.574	0.083
72.9	0.042	0.032	0.037	0.113	0.476	0.252	0.750	0.608	0.088



ภาพที่ 4.40 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.41 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.42 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

2) รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน

ข้อมูลการตรวจวัดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก JARI PROJECT ของกรมควบคุมมลพิษ จะเป็นผลการตรวจวัดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ผลิตในปี 1994 ที่ใช้เงื่อนไขในการตรวจวัด คือ

Test condition	
Temperature (^{0}C)	22.9
Pressure (hPa)	999.5
Humidity (%)	59.4

และความเร็วที่ที่กรมควบคุมทำการตรวจวัด คือ 7.4, 14.6, 23.4, 33.2, 42.9 และ 73.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งผลการตรวจวัดเป็นดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

Average Speed (Km/h)	Emission Factor (g/km)					Fuel Economy (km/L)
	THC	NO_X	CO	CO_2	PM	
7.4	0.027	0.033	0.159	320.413	-	7.380
14.6	0.023	0.081	0.280	232.799	-	10.150
23.4	0.014	0.041	0.221	189.713	-	12.460
33.2	0.015	0.044	0.512	169.984	-	13.860
42.9	0.028	0.066	0.732	166.941	-	14.080
73.9	0.018	0.030	0.174	125.604	-	18.800

ดังนั้นจึงป้อนอินพุตตามเงื่อนไขที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวัดให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 แต่เนื่องจากแบบจำลองทั้ง 2 จะคิดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเฉลี่ยของรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้แบบจำลองทั้ง 2 คำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์เพียงอายุเดียว โดยคิดที่อายุรถยนต์ที่กรมควบคุมมลพิษนำมาตรวจวัด คือ อายุ 3 ปี โดยกำหนดให้สัดส่วนของรถยนต์อายุที่ต้องการ หรือ อายุ 3 ปี เท่ากับ 1 ส่วนสัดส่วนของรถยนต์อายุอื่นๆกำหนดให้เป็น 0 ซึ่งผลการรันเป็นดังตารางที่ 4.14 จากนั้นนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 3 แหล่งมาเปรียบเทียบกัน โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังภาพที่ 4.43 ถึง 4.45 ซึ่งจะเห็นว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จาก 3 แหล่งมีค่าแตกต่างกัน โดยที่

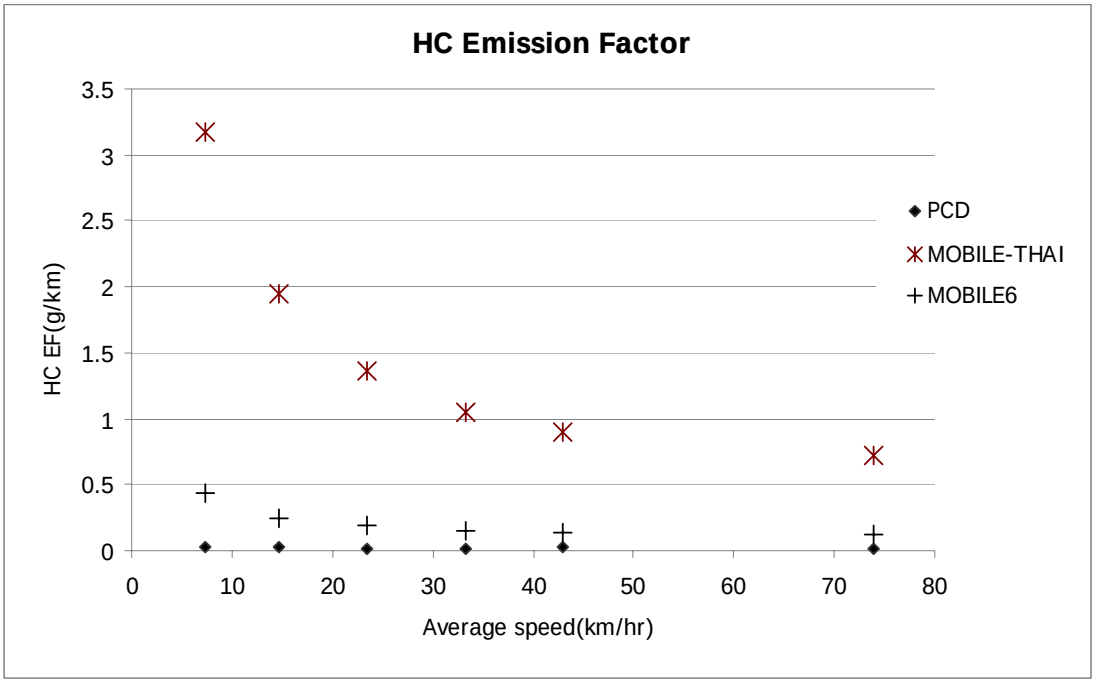
1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 มากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการตรวจวัดจริง

2) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 มีความใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ที่ได้จากการ MOBILE-THAI

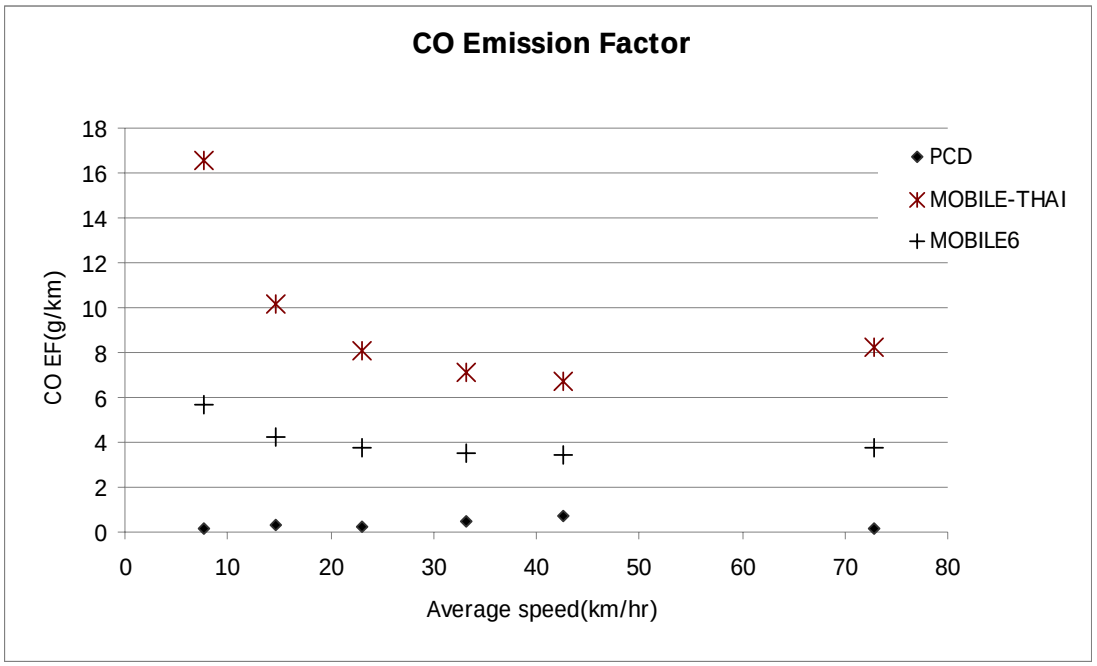
3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากทั้ง 3 แหล่งจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะลดลง เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI, MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

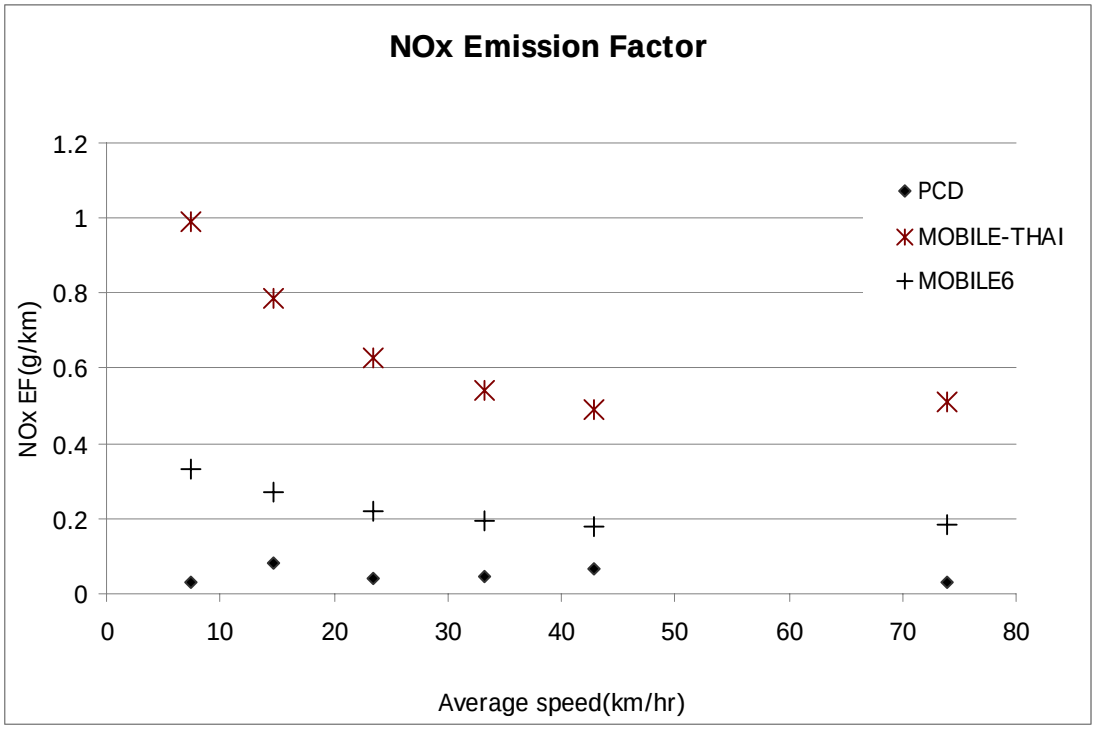
Average Speed (Km/h)	HC(g/km)			CO(g/km)			NO_x(g/km)		
	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE6	MOBILE-THAI
7.7	0.03	3.17	0.43	0.16	16.59	5.71	0.03	0.99	0.33
14.6	0.02	1.95	0.25	0.28	10.18	4.26	0.08	0.79	0.27
23.1	0.01	1.37	0.19	0.22	8.09	3.75	0.04	0.63	0.22
33.2	0.02	1.05	0.15	0.51	7.12	3.51	0.04	0.54	0.20
42.7	0.03	0.91	0.14	0.73	6.73	3.41	0.07	0.49	0.18
72.9	0.02	0.72	0.13	0.17	8.27	3.74	0.03	0.51	0.19



ภาพที่ 4.43 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.44 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.45 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

3) รถจักรยานยนต์

ข้อมูลการตรวจวัดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จาก JARI PROJECT ของกรมควบคุมมลพิษ จะเป็นผลการตรวจวัดรถจักรยานยนต์ที่ผลิตในปี 2005 ซึ่งเป็นรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ที่ใช้เงื่อนไขในการตรวจวัด คือ

Test condition	
Temperature (^{0}C)	23.7
Pressure (hPa)	1035.7
Humidity (%)	63

และความเร็วที่ที่กรมควบคุมทำการตรวจวัด คือ 7.3, 22, 23.3, 26.8, 33.5 และ 44.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการตรวจวัดเป็นดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

Average Speed (km/h)	Emission Factor(g/km)					Fuel Economy (km/L)
	THC	NO_X	CO	CO_2	PM	
7.3	6.490	0.030	12.338	34.110	-	36.550
22	7.190	0.027	10.123	34.144	-	37.160
23.3	9.118	0.076	12.548	37.556	-	31.410
26.8	6.380	0.027	8.309	31.857	-	41.560
33.5	6.704	0.088	9.518	33.514	-	38.820
44.4	6.459	0.119	12.209	33.799	-	36.850

ดังนั้นจึงป้อนอินพุตตามเงื่อนไขที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวัดให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 แต่เนื่องจากแบบจำลองทั้ง 2 จะคิดค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเฉลี่ยของรถยนต์ตั้งแต่อายุ 1-25 ปี ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้แบบจำลองทั้ง 2 คำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์เพียงอายุเดียว โดยคิดที่อายุรถยนต์ที่กรมควบคุมมลพิษนำมาตรวจวัด คือ อายุ 12 ปี โดยกำหนดให้สัดส่วนของรถยนต์อายุที่ต้องการ หรือ อายุ 12 ปี เท่ากับ 1 ส่วน สัดส่วนของรถยนต์อายุอื่นๆกำหนดให้เป็น 0 ซึ่งผลการรันเป็นดังตารางที่ 4.16 จากนั้นนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 3 แหล่งมาเปรียบเทียบกัน โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังภาพที่ 4.46 ถึง 4.49 ซึ่งจะเห็นว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จาก 3 แหล่งมีค่าแตกต่างกัน โดยที่

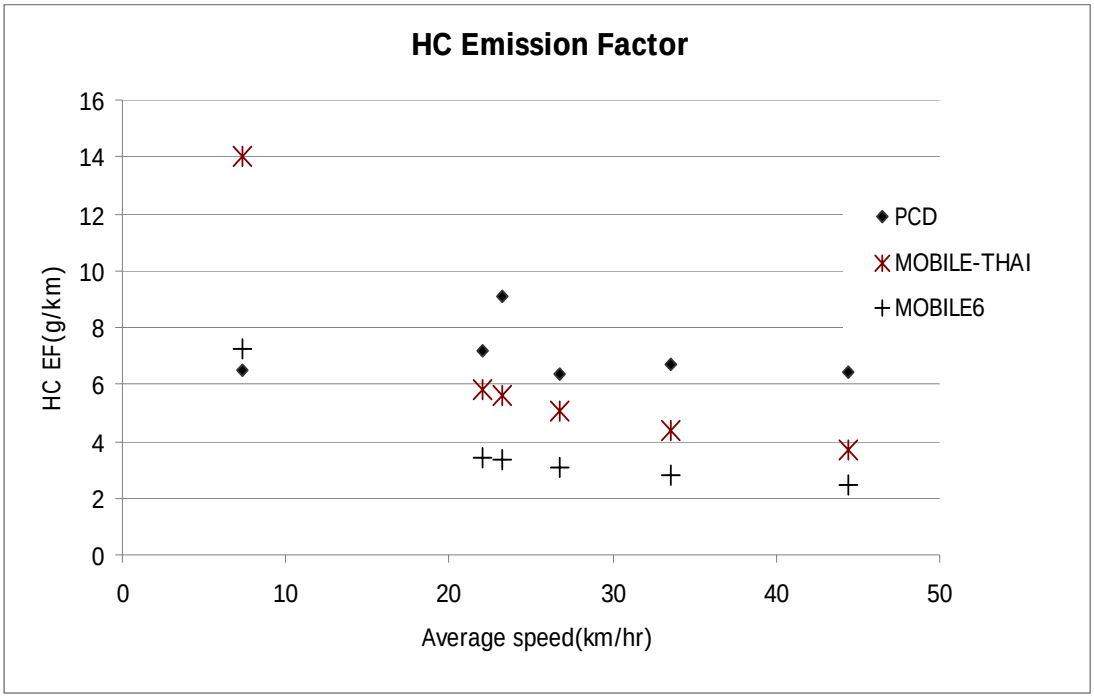
1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 ยกเว้นที่ความเร็ว 7.3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง น้อยกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 ยกเว้นที่ความเร็ว 44.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI จะมีความใกล้เคียงกับ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6 จะมีความใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI

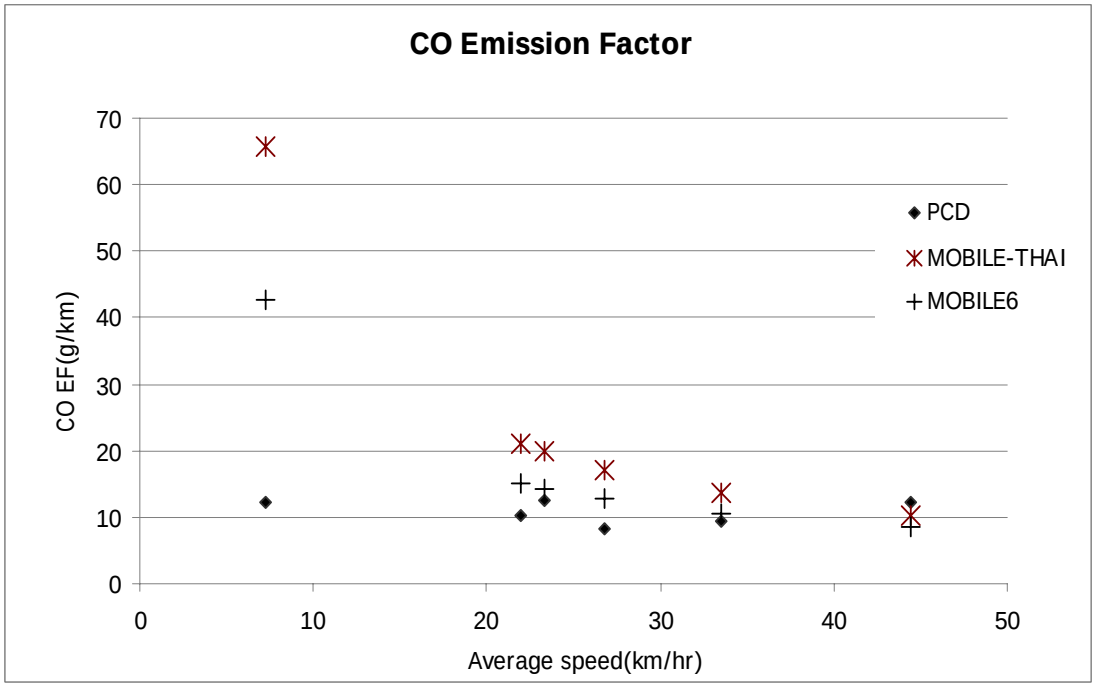
3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x จากทั้ง 3 แหล่งจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะลดลง เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI, MOBILE6 ด้วยอินพุตที่เป็นเงื่อนไขการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ และค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษ

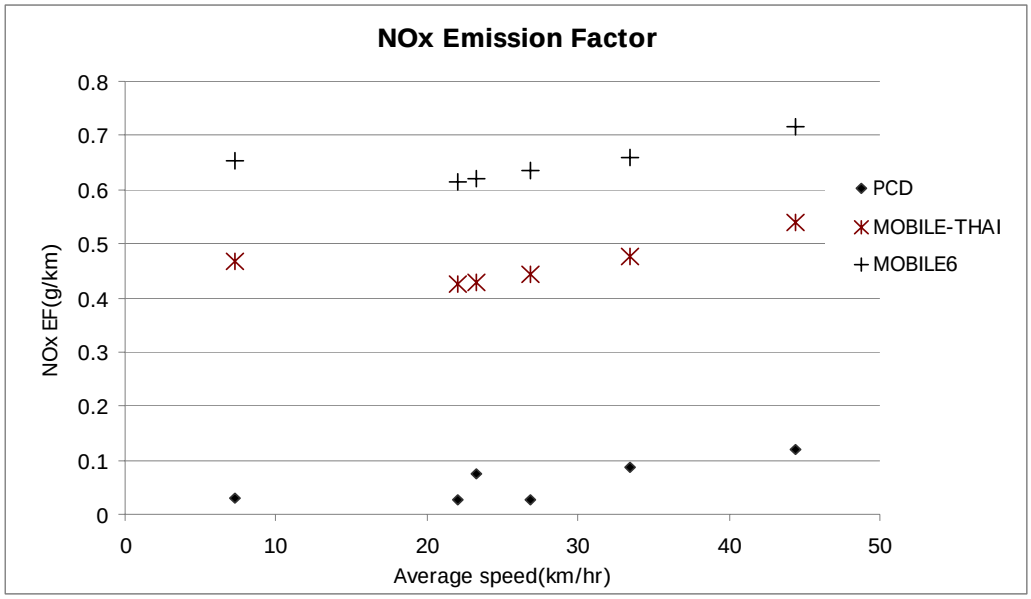
Average Speed (Km/h)	HC(g/km)			CO(g/km)			NO_x(g/km)		
	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE-THAI	MOBILE6	PCD	MOBILE6	MOBILE-THAI
7.3	6.49	14.04	7.27	12.34	65.78	42.70	0.03	0.47	0.65
22	7.19	5.82	3.44	10.12	21.09	15.09	0.03	0.43	0.62
23.3	9.12	5.58	3.33	12.55	19.83	14.31	0.08	0.43	0.62
26.8	6.38	5.07	3.09	8.31	17.21	12.69	0.03	0.44	0.63
33.5	6.70	4.41	2.78	9.52	13.78	10.57	0.09	0.48	0.66
44.4	6.46	3.71	2.46	12.21	10.26	8.40	0.12	0.54	0.72



ภาพที่ 4.46 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.47 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.48 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของจักรยานยนต์ที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

4) รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล

ข้อมูลค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากโครงการดีเซลของกรมควบคุมมลพิษ จะเป็นดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ความเร็วต่างๆ และที่ปีต่างๆ

Pre-1995			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aVb)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	6.60	-0.66	1.46	0.93	0.71	0.59	0.51	0.45	0.45	0.47	0.51
CO	28.78	-0.34	13.12	10.35	9.02	8.17	7.57	7.12	7.12	7.47	7.97
NO_x	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO2	2526.80	-0.34	1164	921	804	729	677	636	636	668	713
PM	6080.50	-0.40	2446	1859	1584	1414	1294	1204	1204	1264	1349
1995-97			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aVb)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	5.09	-0.49	1.65	1.18	0.96	0.84	0.75	0.69	0.69	0.72	0.77
CO	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NO_x	34.83	-0.39	14.24	10.88	9.30	8.31	7.62	7.10	7.10	7.46	7.95
CO2	2227.80	-0.27	1186	981	878	811	763	726	726	762	813
PM	1135.00	-0.08	934	880	851	830	815	802	802	842	898

ตารางที่ 4.17 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ความเร็วต่างๆ และที่ปีต่างๆ (ต่อ)

1998-2000			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aVb)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	7.01	-0.58	1.83	1.22	0.97	0.82	0.72	0.65	0.65	0.68	0.72
CO	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NO_x	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO2	2886.30	-0.31	1401	1127	993	907	846	799	799	839	894
PM	3796.10	-0.47	1283	926	765	668	601	552	552	579	618
2001 & later			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aVb)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	3.29	-0.60	0.83	0.55	0.43	0.36	0.32	0.29	0.29	0.30	0.32
CO	20.58	-0.58	5.40	3.61	2.85	2.41	2.12	1.90	1.90	2.00	2.13
NO_x	58.21	-0.59	15.07	10.03	7.91	6.68	5.86	5.26	5.26	5.53	5.89
CO2	4655.50	-0.51	1438	1010	821	709	633	577	577	606	646
PM	597.53	-0.13	448	410	390	376	366	358	358	375	400

จากข้อมูลที่รวบรวมจากบทที่ 3 เป็นข้อมูลปี 2007 ดังนั้นจึงป้อนอินพุตเป็นข้อมูลปี 2007 ยกเว้นความเร็วจะป้อนตาม Diesel Project ให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6 ซึ่งผลการรันเป็นดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI และ MOBILE6

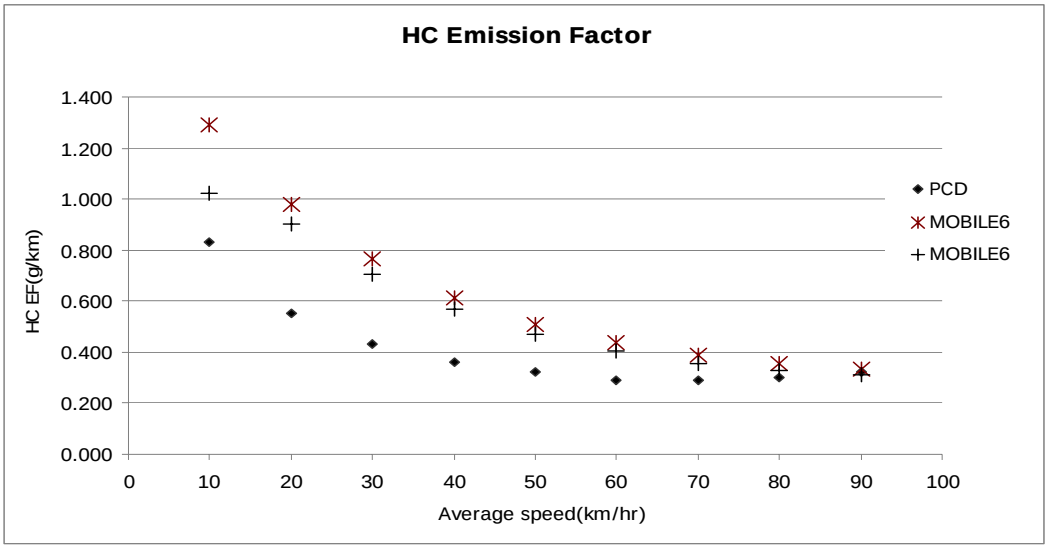
Average Speed (Km/h)	HC(g/km)		CO(g/km)		NO_x(g/km)		PM(g/km)	
	MOBILE-THAI	MOBILE6	MOBILE-THAI	MOBILE6	MOBILE6	MOBILE-THAI	MOBILE6	MOBILE-THAI
10	1.290	1.024	8.316	16.40	7.39	12.63	0.78	0.5108
20	0.978	0.905	5.461	13.73	6.03	11.58	0.78	0.5108
30	0.763	0.706	3.808	9.58	5.17	9.890	0.78	0.5108
40	0.613	0.568	2.828	7.11	4.65	8.887	0.78	0.5108
50	0.508	0.470	2.25	5.66	4.43	8.453	0.78	0.5108
60	0.435	0.403	1.92	4.83	4.46	8.503	0.78	0.5108
70	0.386	0.357	1.755	4.41	4.72	9.023	0.78	0.5108
80	0.353	0.327	1.716	4.31	5.27	10.082	0.78	0.5108
90	0.336	0.311	1.812	4.55	6.27	12.017	0.78	0.5108

จากนั้นนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทั้ง 3 แหล่งมาเปรียบเทียบกัน โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังภาพที่ 4.49 ถึง 4.52 ซึ่งจะเห็นว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จาก 3 แหล่งมีค่าแตกต่างกัน โดยที่

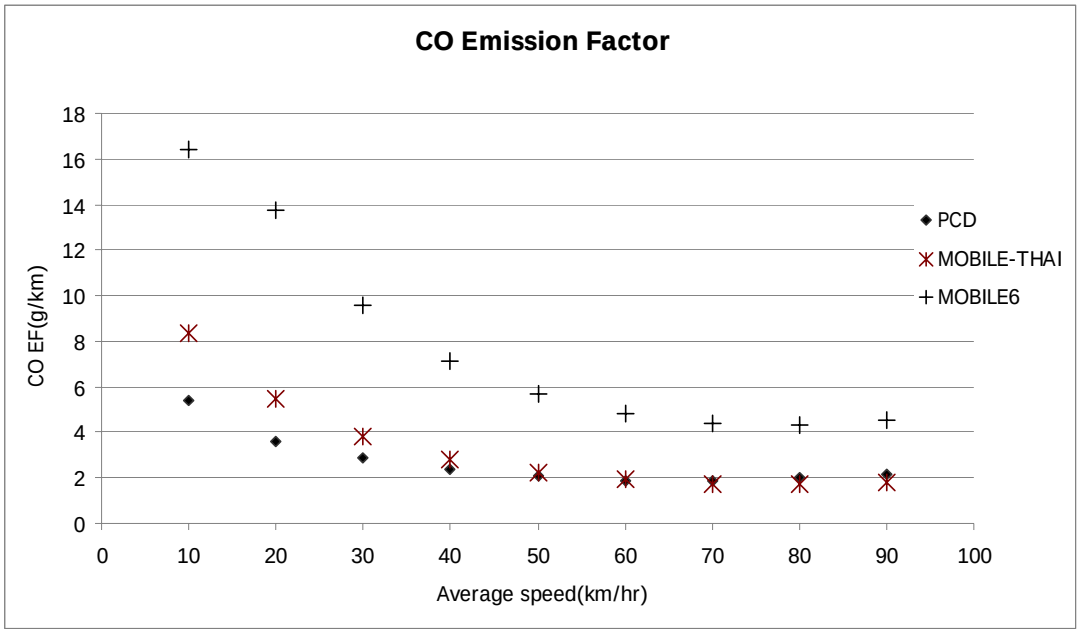
1) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ PM ที่ได้จากการตรวจวัดจริง จะน้อยกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ PM ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง จะมากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI และจะน้อยกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จาก MOBILE6 ยกเว้นที่ความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริงจะมากกว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2

2) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM จากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ PM ที่ได้จาก MOBILE6 จะมีความใกล้เคียงกับ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ PM ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ PM ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ที่ได้จาก MOBILE-THAI จะมีความใกล้เคียงกับ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ที่ได้จากการตรวจวัดจริง มากกว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6

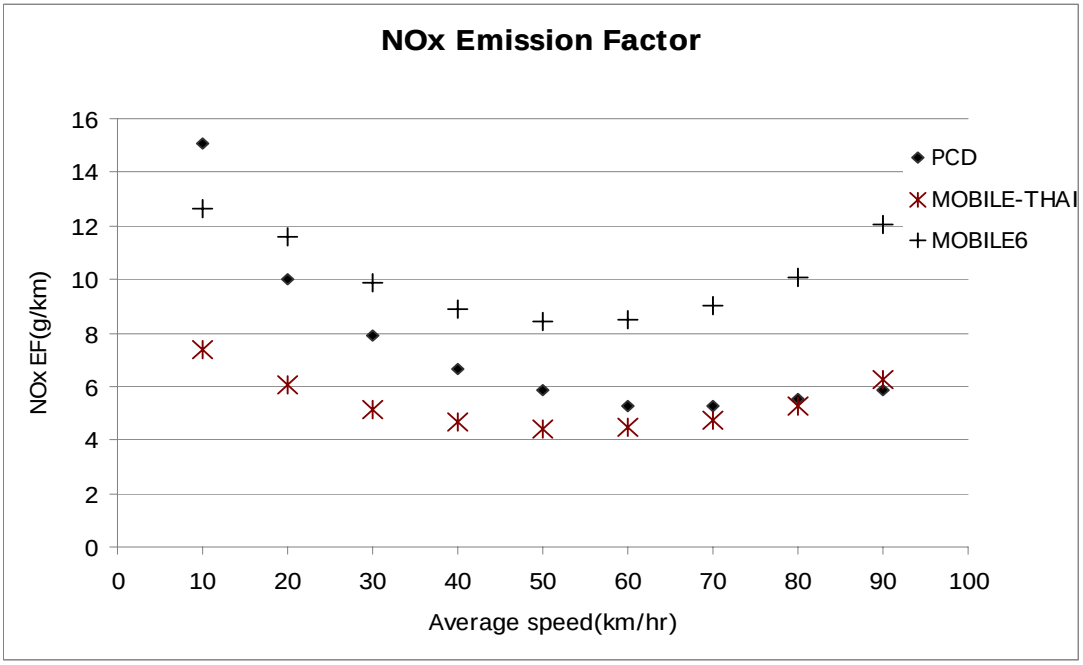
3) ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากทั้ง 3 แหล่งจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษลดลง จนความเร็วเพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะเพิ่มขึ้น



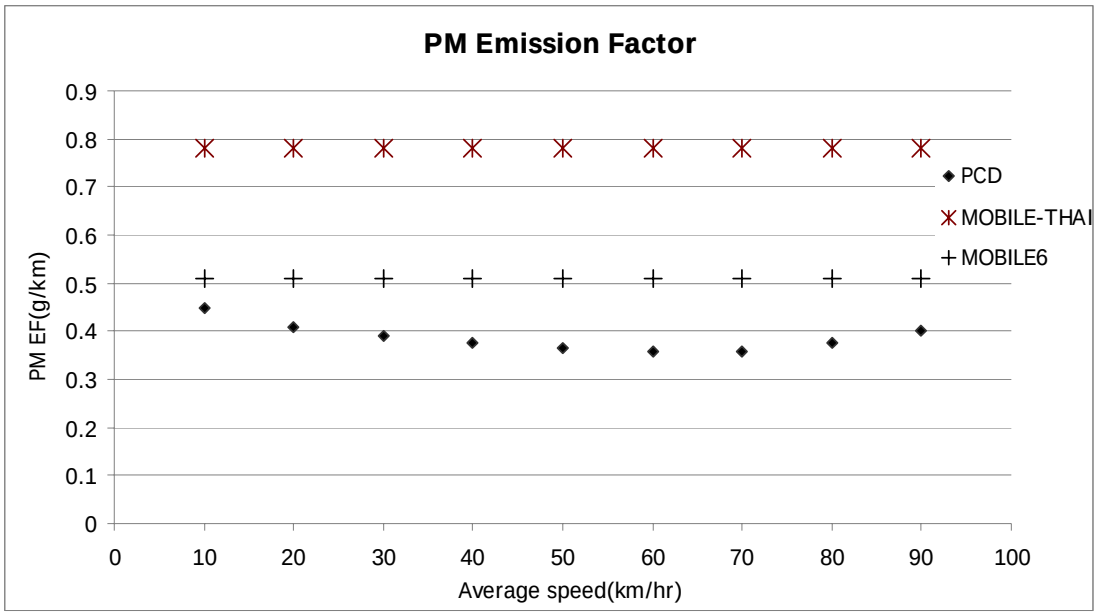
ภาพที่ 4.49 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.50 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.51 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ



ภาพที่ 4.52 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ PM ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI, MOBILE6 และ ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 อินพุตที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้รันในการรันแบบจำลอง

1) เนื่องจากอินพุตอุณหภูมิที่สามารถป้อนให้กับแบบจำลอง MOBILE-THAI มี 2 แบบ คือ อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด และอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง เมื่อทำการรันแบบจำลอง โดยให้อุณหภูมิทั้ง 2 แบบ จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อุณหภูมิทั้ง 2 แบบจะมีความแตกต่างกันประมาณ 1.59-12.75 % ซึ่งถือว่าแตกต่างกันมาก งานวิจัยนี้เลือกใช้ “อุณหภูมิที่เป็นค่าแต่ละชั่วโมง” เนื่องจากเมื่อให้อุณหภูมิที่เป็นข้อมูลแต่ละชั่วโมงแบบจำลองสามารถที่จะนำไปใช้ได้เลย แต่ถ้าให้อุณหภูมิเป็นค่าสูงสุดต่ำสุด แบบจำลองจะต้องนำอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดไปคำนวณเป็นอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงก่อนที่จะนำไปใช้งาน

2) เนื่องจากอินพุตที่เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่รวบรวมได้จะเป็นข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยรายปี และรายเดือน ดังนั้นจึงทำการรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตทั้ง 2 แบบ ซึ่งจะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการให้อินพุตทั้ง 2 แบบ จะมีความแตกต่างกันไม่เกิน 2 % ซึ่งถือได้ว่าแตกต่างกันน้อย จึงสามารถที่จะใช้อินพุตได้ทั้ง 2 แบบ แต่งานวิจัยนี้เลือกใช้อินพุตที่เป็น “ค่าเฉลี่ยรายปี” เนื่องจากง่ายต่อการเตรียมอินพุต และสามารถนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันไปใช้ได้เลย (ในกรณีที่ใช้อินพุตเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนจะต้องเตรียม Input File 12 ไฟล์ และ เมื่อได้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษออกมาก็ต้องนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งจะยุ่งยากกว่า)

3) อินพุตที่จะนำไปใช้รันในแบบจำลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- อินพุตที่เป็น External data file จะคำนวณได้จากสมการในตารางที่ 5.1
- อินพุตที่จัดเป็น Input File ซึ่งรายละเอียดของอินพุตที่จะจัดเป็น Input File เป็นดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 สรุปสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอินพุตที่เป็น External data file

ข้อมูลรถยนต์			
จำนวนรถยนต์แต่ละประเภทแบ่งตามอายุ	Motorcycle	$755881e^{-0.335x}$	x is the used year
	Light Duty Vehicle	$654291e^{-0.266x}$	
	Heavy Duty Vehicle	$17313e^{-0.231x}$	
	Bus	$5022e^{-0.16x}$	
	Motorcycle	$755881e^{-0.335x}$	

ตารางที่ 5.1 สรุปสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอินพุตที่เป็น External data file (ต่อ)

ข้อมูลรถยนต์			
ระยะทางสะสมของรถยนต์แต่ละประเภทตามอายุรถยนต์	Light Duty Gasoline Vehicle	$24512x^{-0.244}$	x is the used year
	Light Duty Diesel Vehicle	$22095x^{-0.098}$	x is the used year
	Light Duty Gasohol Vehicle	$11847x^{-0.025}$	x is the used year
	Light Duty LPG+CNG Vehicle	$124739x^{-0.417}$	x is the used year
	Heavy Bus	$1469.3x^{0.7858}$	x is the calendar year
	Heavy Duty Diesel Vehicle	29,307	
	Motorcycle	5,627	
	Tuk Tuk	33,012	

ตารางที่ 5.2 สรุปรายละเอียดของข้อมูลอินพุตที่เป็น Input File

อินพุต	รายละเอียด	หน่วย	แหล่งที่มา
ข้อมูล External/Ambient Condition			
อุณหภูมิ	เป็นอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี	°C	กรมอุตุนิยมวิทยา
ค่าความชื้นสัมพัทธ์	เป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์แต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี	%	
ค่าความดันบรรยากาศ	เป็นข้อมูลเฉลี่ยรายปี	hPa	
ปริมาณเมฆปกคลุม	เป็นข้อมูลเฉลี่ยรายปี	0-1	
ความสูงของพื้นที่	เป็นข้อมูลความสูงของพื้นที่ที่ต้องการประเมิน ถ้าพื้นที่ต่ำกว่า 500 ฟุต ให้อินพุตเป็น low หรือ =1 และ ถ้าพื้นที่สูงกว่า 500 ฟุต ให้อินพุตเป็น high หรือ =2	m	
ข้อมูลรถยนต์			
ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์	เป็นข้อมูลความเร็วเฉลี่ยบนถนน	km/hr	สำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
ข้อมูลเชื้อเพลิง			
น้ำมันเบนซิน			กรมธุรกิจพลังงาน
ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง (RVP)	เป็นข้อมูลตามมาตราฐาน	kPa	
ปริมาณซัลเฟอร์	เป็นข้อมูลสูงสุดและค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์ ก่อนปี 2000 และ ปี 2000-2015	ppm	
ปริมาณออกซิเจนเนต	เป็นข้อมูลมาตราฐาน		
	สัดส่วนการใช้ MTBE กับ Ethanol	-	
	ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ใน MTBE และ Ethanol	%wt	
น้ำมันดีเซล			
ปริมาณซัลเฟอร์	เป็นข้อมูลตามมาตราฐาน	ppm	

แนวโน้มของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ เมื่อให้อินพุตที่แตกต่างกัน เป็นดังนี้

- ปีที่ต้องการประเมิน จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ประเภทของรถยนต์ทุกประเภท โดยเมื่อปีที่ประเมินเป็นอนาคตขึ้น จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษลดลง

- ความเร็ว จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ทุกประเภท โดยเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ทุกประเภทลดลง แต่เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งก็จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของ CO และ NO_x เพิ่มขึ้น

- อุณหภูมิ จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ จักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ NO_x จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO จะลดลง

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC CO เพิ่มขึ้น และ NO_x ลดลง

- ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ และ HC ของจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ เมื่อค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x เพิ่มขึ้นด้วย

-ปริมาณเมฆปกคลุม จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน เมื่อปริมาณเมฆปกคลุมเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO และ NO_x ลดลง

- ค่าความดันบรรยากาศ จะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน แก๊สโซฮอล์ รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ เมื่อค่าความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_xเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาพบว่าอินพุตแต่ละตัวจะส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษแตกต่างกัน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษมาก และ อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษน้อย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 **อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษมากและ น้อย**

อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษมาก		
HC	CO	NO_x
ปีที่ประเมิน ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิ ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง	ปีที่ประเมิน ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิ ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง	ปีที่ประเมิน ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ อุณหภูมิ
อินพุตที่ส่งผลกระทบต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษน้อย		
HC	CO	NO_x
ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆปกคลุม	ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆปกคลุม	ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆปกคลุม ค่าความดันไอระเหยของเชื้อเพลิง

5.1.2 **ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง** MOBILE-THAI

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI แบบจำลอง MOBILE6 และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการตรวจวัดจริง จะได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากทั้ง 3 แหล่งมีความแตกต่างกัน แต่แนวโน้มของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจะไปในทิศทางเดียวกัน คือ จะลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากแบบจำลองทั้ง 2 ด้วยค่าตรวจวัดจริง จะพบว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC และ NO_x ของรถจักรยานยนต์ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO และ NO_x ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จาก MOBILE-THAI จะใกล้เคียงกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการตรวจวัดจริงมากกว่า ค่าที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE6

เนื่องจากค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษ เป็นการตรวจวัดจากรถยนต์เพียงคันเดียวเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง MOBILE-THAI ถูกต้องมากเพียงใด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1) เนื่องจากสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษในแบบจำลอง เช่น ส่วนของการคำนวณค่า Speed Adjustment หรือ Temperature Adjustment เป็นต้น เป็นสมการที่ได้จากการทดลองของสหรัฐอเมริกา ดังนั้นควรศึกษาหาสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของประเทศไทย

5.2.2) เนื่องจากอินพุตบางตัวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เช่น อินพุตในส่วนของมาตรการปรับแต่งเครื่องยนต์ (Anti-tampering Inspection Program) มาตรการตรวจสภาพและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ (Inspection and maintenance Program) เป็นต้น เป็นค่า default ของแบบจำลอง MOBILE6 ดังนั้นควรทำการเปลี่ยนอินพุตเหล่านั้นเป็นค่าของประเทศไทย แล้วศึกษาดูว่าอินพุตเหล่านั้นมีผลต่อค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษมากน้อยเพียงใด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การขนส่งทางบก,กรม. 2550ก. จำนวนรถจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง [Online].กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/fuel.html [9 มกราคม 2551]

การขนส่งทางบก,กรม. 2550ข. จำนวนรถจำแนกตามอายุรถ [Online].กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/agecar.html [9 มกราคม 2551]

การขนส่งทางบก,กรม. 2550ค. สถิติการดำเนินการเกี่ยวกับทะเบียนและภาษีรถ รวมส่วนกลาง (กรุงเทพมหานคร) [Online].กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/tax_3_8.html [9 มกราคม 2551]

การขนส่งทางบก,กรม. 2550ง. คำนิยามของรถประเภทต่าง [Online].กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html [9 มกราคม 2551]

การจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร, สำนัก. 2550. สถิติการจราจร ปี 2550 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: สำนักการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร. แหล่งที่มา: http://203.155.220.217/dotat/StatBook/2550.pdf[9 มกราคม 2551]

ขนส่งมวลชนกรุงเทพ. องค์การ. 2550. สถิติระยะทางใช้งานของบัส[Computer file]. กรุงเทพมหานคร: องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2551. การพัฒนายุทธศาสตร์การลดมลพิษจากดีเซลสำหรับเมืองใหญ่สำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล.กรุงเทพมหานคร:กรมควบคุมมลพิษ

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2547.มาตรฐานจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่จากยานพาหนะ [Online].กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd02.html [17 ตุลาคม 2550]

ธุรกิจพลังงาน,กรม. 2547. กำหนดลักษณะและคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวพ.ศ. 2547 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมธุรกิจพลังงาน. แหล่งที่มา: http://www.doeb.go.th/download/report/lpg2547.doc [22 มกราคม 2550]

ธุรกิจพลังงาน,กรม. 2548ก. กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 3) [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมธุรกิจพลังงาน. แหล่งที่มา: http://www.doeb.go.th/download/report/Diesel48_3.pdf [24 สิงหาคม 2550]

ธุรกิจพลังงาน,กรม. 2548ข. กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินพื้นฐาน พ.ศ. 2548 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมธุรกิจพลังงาน. แหล่งที่มา: http://www.doeb.go.th/download/report/benzine48.pdf [24 สิงหาคม 2550]

ธุรกิจพลังงาน,กรม. 2548ค. กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ฉบับที่ 4) พ.ศ.2548 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมธุรกิจพลังงาน. แหล่งที่มา: http://www.doeb.go.th/download/report/Gasohol48_4.pdf [24 สิงหาคม 2548]

นโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, สำนักงาน. 2551. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์: โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒาที่สะอาด(Clean Development Mechanism) ในภาคคมนาคมและขนส่ง. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงคมนาคม.

พฤกษ์ พงศ์พฤกษา. 2544. ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดสารไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์ของกรุงเทพฯ และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,กรม. 2550. การใช้พลังงานในสาขาการขนส่ง [Computer file]. กรุงเทพมหานคร:กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2535ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถจักรยานยนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 1 มอก. 1105-2535. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2535ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ มอก. 1085-2535. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2535ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 2 มอก. 1120-2535. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2536ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถจักรยานยนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 2 มอก. 1185-2536. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2536ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 1 มอก. 1140-2536. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2536ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 1 มอก. 1180-2536. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2538ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 2 มอก. 1285-2538. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2538ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 2 มอก. 1290-2538. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2538ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 3 มอก. 1295-2538. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2538ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 3 มอก. 1280-2538. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2539ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถจักรยานยนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 3 มอก. 1360-2539. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2539ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 3 มอก. 1370-2539. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2539ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 4 มอก. 1365-2539. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2540ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 4 มอก. 1435-2540. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2540ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 5 มอก. 1440-2540. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน .2541. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รถจักรยานยนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 4 มอก. 1650-2541. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์,นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต 2543. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้ง 6. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุตุนิยมวิทยา,กรม. 2550ก. ความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงและอุณหภูมิตุ้มแห้งรายชั่วโมง-455201-2004-8 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา.

อุตุนิยมวิทยา,กรม. 2550ข. CLIMATOLOGICAL DATA FOR PERIOD 2007 - 2007 [Computer file]. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา.

ภาษาอังกฤษ

California Air Resources Board. 2007. EMFAC2007 version 2.30 Calculating emission inventory for vehicles in California User's Guid[Online]. Available from: http://www.arb.ca.gov /msei/onroad/downloads/docs/user_guide_emfac2007.pdf[2007, April 24].

Cooper, D.C.; and Arbrandt, M. 2004. Mobile Source Emission Inventories—Monthly or Annual Average Inputs to MOBILE6?. Air&Waste Management Association 54: 1006-1010.

ERM-Siam,Co Ltd. 2002. Final Report A Study on Changes in Specifications For Gasoline and Diesel Fuels in Thailand.

European Environment Agency. 1997. COPERT II Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport Methodology and Emission Factors[Online]. Available from: http://reports.eea.europa.eu/TEC06/en/tech06.pdf[2007, November]

Giannelli, R.A.; Gilmore, J.H.; Landman, L.; Srivastava, S.; Beardsley, M.; Brzezinski, D.; Dolce, G.; Koupal, J.; Pedelty, J.; and Shyu, G. 2002. Sensitivity Analysis of MOBILE6.0 [Online]. Available from: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/r02035.pdf[2007, December]

Infrastructure and Transport Japan Transport Cooperation Association. 2004. Summary of the CDM study report on F.Y. 2003. Thailand

Land Transport Environment Committee. 2004. Regulation Impact Statement For Vehicle Emissions and Fuel Quality Standards for the Post 2006 Period[Online]. Available from: www.ephc.gov.au/ltec/pdfs/FinalRISVEFSReviewDec2004.pdf [2007, December]

Radian International. 1998. PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolitan Area.Texas.

Robinson, N. F.; Pierson, W. R.; Gertler, A.W.; and Sagebiel, J. C. 1996. Comparion of MOBILE4.1 and MOBILE5 predictions with measurements of vehicle emission factors in FORT McHENRY and TUSCARORA mountain tunnels. Atmospheric Environment 30: 2257-2267

U.S.EPA. 2001. MOBILE6 EPA's Highway vehicle Emission model [Online]. Available from: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/namfin.pdf[2007, April 4]

U.S.EPA. 2007. MOVES-HVI Demonstration Version User Guide [Online]. Available from: http://www.epa.gov/otaq/models/ngm/movesdemo/420p07002.pdf [2007, February]

U.S.EPA. 2003. User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2 Mobile Source Emission Factor Model[Online]. Available from: http://www.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf[2007, August]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ข้อมูลเชื้อเพลิง

ตารางที่ ก.1 มาตรฐานคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว ปี พ.ศ. 2547 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2547)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ
1	ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °ซ. กิโลปาสคาล (Vapour Pressure @ 37.8 °C, kPa)	ไม่สูงกว่า	1,380	ASTM D 1267
2	การกลั่น °ซ (Distillation, °C) อุณหภูมิของจุดเดือด เมื่อก๊าซปิโตรเลียมเหลวระเหย ไปในอัตราส่วนร้อยละ 95 โดยปริมาตร (95% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	2.2	ASTM D 1837
3	ปริมาณเพนเทนและสารอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า เพนเทนต่อก๊าซปิโตรเลียมเหลวโดยปริมาตร ร้อยละโดยปริมาตร (Pentane and Composition Content, % vol.)	ไม่สูงกว่า	2.0	ASTM D 2163
4	***การกัดกร่อน*** (Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	ASTM D 1838
5	ปริมาณกำมะถัน ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก (Sulphur Content, ppm by wt.)	ไม่สูงกว่า	140	ASTM D 2784
6	ปริมาณกากหลังการระเหยของก๊าซปิโตรเลียมเหลว 100 มล. มิลลิลิตร (Residue, ml)	ไม่สูงกว่า	0.05	ASTM D 2158
7	ปริมาณน้ำ		ไม่มี	ตรวจพินิจด้วยสายตา
8	ต้องมีสารที่ให้กลิ่นซึ่งไวต่อความรู้สึก (Odorant)		มี	ตรวจด้วยวิธีดมกลิ่น

<u>หมายเหตุ</u> วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

ตารางที่ ก.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ปี พ.ศ. 2548 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ข)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ออกเทน 91	ออกเทน 95	วิธีทดสอบ [1/]
1	ค่าออกเทน (Octane Number)				
	1.1 โดยวิธีวิจัย (Research Octane Number ; RON)				ASTM D 2699
	(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	91.0	95.0	
	(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	90.6	94.6	
	1.2 โดยวิธีมอเตอร์ (Motor Octane Number ; MON)				ASTM D 2700
	(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	80.0	84.0	
	(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	79.6	83.6	
2	ตะกั่ว กรัม/ลิตร (Lead, g/L	ไม่สูงกว่า	0.013	0.013	ASTM D 5059
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	0.005	
3	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	ASTM D 4294
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	0.005	
4	ฟอสฟอรัส กรัม/ลิตร (Phosphorus, g/L)	ไม่สูงกว่า	0.0013	0.0013	ASTM D 3231 [2/]
5	การกัดกร่อนแผ่นเงิน (Silver Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	ASTM D 4814 (ANNEX A)
6	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชัน นาที (Oxidation Stability, minutes)	ไม่ต่ำกว่า	360	360	ASTM D 525
7	ยางเหนียว มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (Solvent Washed Gum, mg/100 mL)	ไม่สูงกว่า	4	4	ASTM D 381
8	การกลั่น องศาเซลเซียส (Distillation, °C)				ASTM D 86
	8.1 อุณหภูมิ				
	(1) การระเหยในอัตราร้อยละ 10 โดยปริมาตร (10% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	70	70	
	(2) การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดยปริมาตร (50% Evaporated)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	70 110	70 110	

ตารางที่ ก.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ปี พ.ศ. 2548(ต่อ) (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ข)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ออกเทน 91	ออกเทน 95	วิธีทดสอบ [1/]
	(2) การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดยปริมาตร (50% Evaporated)	ไม่ต่ำกว่า	70	70	
		และ ไม่สูงกว่า	110	110	
	(3) การระเหยในอัตราร้อยละ 90 โดยปริมาตร (90% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	170	170	
	(4) จุดเดือดสุดท้าย (End Point)	ไม่สูงกว่า	200	200	
	8.2 กากน้ำมัน ร้อยละโดยปริมาตร (Residue, %vol.)	ไม่สูงกว่า	2.0	2.0	
9	ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °ซ. กิโลปาสคาล (Vapour Pressure @ 37.8 °C, kPa)	ไม่สูงกว่า	62	62	ASTM D 4953
10	เบนซีน ร้อยละโดยปริมาตร (Benzene, %vol.)	ไม่สูงกว่า	3.5	3.5	ASTM D 5580
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	1.0	1.0	
11	อะโรมาติก ร้อยละโดยปริมาตร (Aromatics, %vol.)	ไม่สูงกว่า	35	35	ASTM D 5580
12	โอเลฟิน ร้อยละโดยปริมาตร (Olefins, %vol.)	-	-	-	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	18	18	ASTM D 1319
13	สี (Colour)				(1) เปรียบเทียบสี และปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนด แล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ (2) ASTM D 2392 หรือ (3) ASTM D 1500
	13.1 ชนิดของสี (Hue)		แดง [3/]	เหลืองอ่อน [4/]	
	13.2 เนื้อสี มิลลิกรัม/ลิตร (Dye, mg/L)	ไม่ต่ำกว่า	7.0	-	
	13.3 ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่ต่ำกว่า และ	-	0.5	
		ไม่สูงกว่า	-	1.5	

ตารางที่ ก.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ปี พ.ศ.2548 (ต่อ) (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ข)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ออกเทน 91	ออกเทน 95	วิธีทดสอบ 1/
14	น้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก (กรณีที่มีสารออกซิเจนเนตเป็นส่วนผสม) (Water, (Oxygenate Blended) %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.7	0.7	ASTM E 203
15	ออกซิเจนเนต ร้อยละโดยปริมาตร (Oxygenate, %vol.)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	- 11.0 5/	5.5 5/ 11.0 5/	ASTM D 4815
16	ลักษณะทั่วไปที่ปรากฏ (Appearance)	เป็นของเหลวใส ไม่ขุ่น ไม่แยกชั้น และไม่มีสารแขวนลอย			ตรวจพินิจด้วยสายตา
17	มีสารเติมแต่ง ที่มีคุณสมบัติชะล้างทำความสะอาด (Detergent Additive)				
	17.1 หัวฉีด (Port Fuel Injector)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน			
	17.2 ลิ้นไอดี (Intake Valve)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน			
18	สารเติมแต่งอื่น (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน			

หมายเหตุ 1/ วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดใน รายละเอียด แนบท้ายนี้

2/ ทดสอบเฉพาะกรณีที่เติมสารเติมแต่ง (Additive) ที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

3/ ใช้น้ำมันเบนซินที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D 1500 ไม่สูงกว่า 0.5 ผสมกับใช้

สารประกอบประเภท 2- naphthalenol [(phenylazo) phenyl] azo alkyl derivatives และ 1,3- benzenediol ,2,4-bis [(alkyl phenyl) azo-] ในอัตราส่วน 57 : 8 โดยน้ำหนัก หรือใช้อัตราส่วนแตกต่างจากสีที่กำหนดก็ได้ แต่ต้องมีความเข้มของสีเทียบเท่าสีแดงมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น และใช้วิธีทดสอบตาม (1) หรือ (2)

4/ ใช้วิธีทดสอบตาม (3)

5/ ถ้าผสมด้วยเมทานอล (Methanol Blended) ต้องมีปริมาณไม่สูงกว่าร้อยละ 3.0 โดยปริมาตร

ตารางที่ ก.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันดีเซล ปี พ.ศ. 2548 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ก)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	น้ำมันดีเซล			วิธีทดสอบ[1/]
			หมุนเร็ว		หมุนช้า	
			ธรรมดา	บี5		
1	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส (Specific Gravity at 15.6/15.6 °C)	ไม่ต่ำกว่า	0.81	0.81	-	ASTM D 1298
		และ ไม่สูงกว่า	0.87	0.87	0.920	
2	จำนวนซีเทน (Cetane Number) หรือ	ไม่ต่ำกว่า	47	47	45	ASTM D 613
	ดัชนีซีเทน (Calculated Cetane Index)					ASTM D 976
3	ความหนืด เซนติสโตกส์ (Viscosity, cSt)					ASTM D 445
	3.1 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (at 40 °C)	ไม่ต่ำกว่า	1.8	1.8	-	
		และ ไม่สูงกว่า	4.1	4.1	8.0	
	หรือ					
	3.2 ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (at 50 °C)	ไม่สูงกว่า	-	-	6.0	
4	จุดไหลเท องศาเซลเซียส (Pour Point, °C)	ไม่สูงกว่า	10	10	16	ASTM D 97
5	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.035	0.035	1.5	ASTM D 4294
6	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	-	ASTM D 130
7	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยา กรัม/ลูกบาศก์เมตร (Oxidation Stability, g/m^3)	ไม่สูงกว่า	-	25	-	ASTM D 2274
8	กากถ่าน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Carbon Residue, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	-	ASTM D 189

ตารางที่ ก.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันดีเซล ปี พ.ศ. 2548 (ต่อ) (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ก)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	น้ำมันดีเซล			วิธีทดสอบ[1/]
			หมุนเร็ว		หมุนช้า	
			ธรรมดา	บี5		
9	น้ำและตะกอน ร้อยละโดยปริมาตร (Water and Sediment, %vol.)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	0.3	ASTM D 2709
10	เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก (Ash, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.01	0.01	0.02	ASTM D 482
11	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส (Flash Point, °C)	ไม่ต่ำกว่า	52	52	52	ASTM D 93
12	การกลั่น องศาเซลเซียส (Distillation, °C)					
	อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละเก้าสิบ (90% recovered)	ไม่สูงกว่า	357	357		ASTM D 86
13	สี (Colour)					(1) เปรียบเทียบสี และปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนด แล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ
	13.1 ชนิดของสี (Hue)			น้ำเงิน[2/]		
	13.2 เนื้อสี มิลลิกรัม/ลิตร (Dye , mg/L)	ไม่ต่ำกว่า		7.0		
						(2) ASTM D 2392

ตารางที่ ก.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันดีเซล ปี พ.ศ.2548 (ต่อ) (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ก)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	น้ำมันดีเซล			วิธีทดสอบ[1/]
			หมุนเร็ว		หมุนช้า	
			ธรรมดา	บี5		
	13.3 ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	4.0		4.5 7.5	ASTM D 1500
14	ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ร้อยละโดยปริมาตร (Methyl Ester of Fatty Acid, %vol.)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า		4 5		EN 14078
15	คุณสมบัติการหล่อลื่น ไมโครเมตร (Lubricity, µm)	ไม่สูงกว่า	460	460		CEC F-06-A-96
16	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน				

หมายเหตุ 1/ วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

2/ ใช้สารประกอบประเภท 1, 4 - dialkylamino anthraquinone และใช้วิธีทดสอบตาม (1) และ (2)

ตารางที่ ก.4 มาตรฐานคุณภาพแก๊สโซฮอล์ ปี พ.ศ. 2548 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ค)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง ต่ำ	น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10		วิธีทดสอบ[1/]
			ออกเทน 91	ออกเทน 95	
1	ค่าออกเทน				
	1.1 โดยวิธีวิจัย (Research Octane Number ; RON)				ASTM D 2699
	(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	91.0	95.0	
	(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	90.6	94.6	
	1.2 โดยวิธีมอเตอร์ (Motor Octane Number ; MON)				ASTM D 2700
	(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	80.0	84.0	
	(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	79.6	83.6	
2	ตะกั่ว *กรัม/ลิตร* (Lead, *g/L*)	ไม่สูงกว่า	0.013	0.013	ASTM D 5059
3	กำมะถัน *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Sulphur, *%wt.*)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	ASTM D 4294
4	ฟอสฟอรัส *กรัม/ลิตร* (Phosphorus, *g/L*)	ไม่สูงกว่า	0.0013	0.0013	ASTM D 3231[2/]
5	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Cupper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	ASTM D 130
6	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน *นาที* (Oxidation Stability, *minutes*)	ไม่ต่ำกว่า	360	360	ASTM D 525
7	ยางเหนียว *มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร* (Sovent Washed Gum, *mg/100mL)*	ไม่สูงกว่า	4	4	ASTM D 381
8	การกลั่น *องศาเซลเซียส* (Distillation, *°C*)				ASTM D 86
	8.1 อุณหภูมิ				
	(1) การระเหยในอัตราร้อยละ 10 โดยปริมาตร (10% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	70	70	
	(2) การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดยปริมาตร (50% Evaporated)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	70 110	70 110	
	(3) การระเหยในอัตราร้อยละ 90 โดยปริมาตร (90% Evaporated)	ไม่สูงกว่า	170	170	
	(4) จุดเดือดสุดท้าย (End Point)	ไม่สูงกว่า	200	200	
	8.2 กากน้ำมัน *ร้อยละโดยปริมาตร* (Residue, *%vol.*)	ไม่สูงกว่า	2.0	2.0	

ตารางที่ ก.4 มาตรฐานคุณภาพแก๊สโซฮอล์ ปี พ.ศ. 2548(ต่อ) (กรมธุรกิจพลังงาน, 2548ค)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง ต่ำ	น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี10		วิธีทดสอบ[1/]
			ออกเทน 91	ออกเทน 95	
9	ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 °ซ.*กิโลปาสคาล* (Vapour Pressure @ 37.8 °C , *kPa*)	ไม่สูงกว่า	62	62	ASTM D 4953
10	เบนซีน *ร้อยละโดยปริมาตร* (Benzene, *%vol.*)	ไม่สูงกว่า	3.5	3.5	ASTM D 5580
11	สารอะโรมาติก *ร้อยละโดยปริมาตร* (Aromatic, *%vol.*)	ไม่สูงกว่า	35	42	ASTM D 5580
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	35	35	
12	สี (Colour)				(1) เปรียบเทียบสีและปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐาน ที่เตรียมขึ้นใหม่ โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนด แล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ (2) ASTM D 2392
	12.1 ชนิดของสี (Hue)		เขียว[3/]	ส้ม[4/]	
	12.2 เนื้อสี *มิลลิกรัม/ลิตร* (Dye, *mg/L*)	ไม่ต่ำกว่า	4.0	10.0	
13	น้ำ *ร้อยละโดยน้ำหนัก* (Water, *%wt.*)	ไม่สูงกว่า	0.7	0.7	ASTM E 203
14	เอทานอลแปลงสภาพ *ร้อยละโดยปริมาตร* (Denatured Ethanol, *%vol.*)	ไม่ต่ำกว่า	9	9	ASTM D 4815
		และ ไม่สูงกว่า	10	10	
15	ลักษณะทั่วไปที่ปรากฏ (Appearance)		เป็นของเหลวใส ไม่ขุ่น ไม่แยกชั้น และไม่มีสารแขวนลอย		ตรวจพินิจด้วยสายตา
16	มีสารเติมแต่ง ที่มีคุณสมบัติชะล้างทำความสะอาด (Detergent Additive)				
	16.1 หัวฉีด (Port Fuel Injector)		ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		
	16.2 ลิ้นไอดี (Intake Valve)		ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		
17	สารเติมแต่งอื่น (ถ้ามี) (Additive)		ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		

หมายเหตุ 1/ วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

2/ ทดสอบเฉพาะกรณีที่เติมสารเติมแต่ง (Additive) ที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

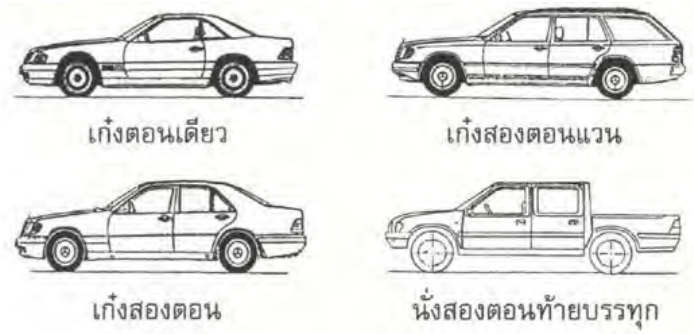
3/ ใช้น้ำมันเบนซินที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D 1500 ไม่สูงกว่า 0.5 ผสมกับสารประกอบประเภท 1,4-dialkylamino anthraquinone และ 1,3-benzenediol,2,4-bis[alkyl phenyl) azo-] ในอัตราส่วน 9 : 4 โดยน้ำหนัก หรือใช้อัตราส่วนแตกต่างจากสีที่กำหนดก็ได้ แต่ต้องมีความเข้มของสีเทียบเท่าสีเขียวมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น และใช้วิธี ทดสอบตาม (1) หรือ (2)

4/ ใช้น้ำมันเบนซินที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D 1500 ไม่สูงกว่า 0.5 ผสมกับสารประกอบประเภท 2- naphthalenol [(phenylazo) phenyl] azo alkyl Derivatives และ 1, 3-benzenediol, 2, 4-bis [(alkylphenyl) azo-] ในอัตราส่วน 1: 3 โดยน้ำหนัก หรือใช้อัตราส่วนแตกต่างจากสีที่กำหนดก็ได้ แต่ต้องมีความเข้มของสีเทียบเท่าสีส้มมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น และใช้วิธีทดสอบตาม (1) หรือ (2)

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลรถยนต์ทั้งหมด

ลักษณะของรถยนต์ตามกรมขนส่งทางบกกระทรวงคมนาคม

รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน เป็นรถที่ต้องมีขนาดไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร



ภาพที่ ข.1 รถ รย.1 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

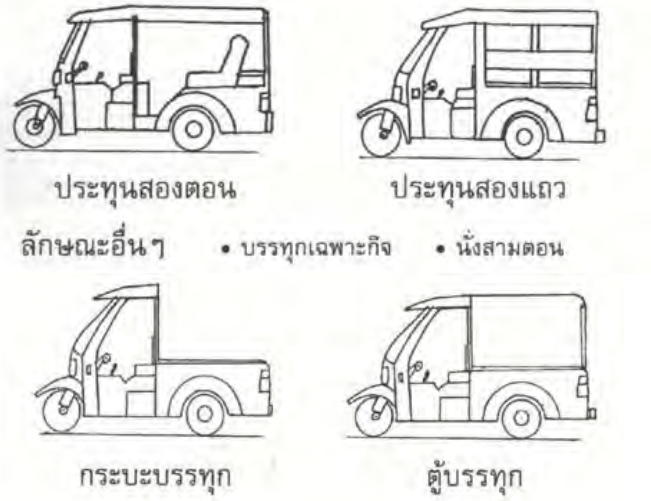
รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร และความยาวของตัวถังวัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลังถึงท้ายรถ ต้องไม่เกิน 2 ใน 3 ของความยาววัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลัง

ภาพที่ ข.2 รถ รย.2 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล เป็นรถซึ่งมิได้ใช้ประกอบการขนส่งส่วนบุคคล ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร และความยาวของตัวถังวัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหลังถึงท้ายรถไม่เกิน 3 ใน 5 ของความยาววัดจากศูนย์กลางเพลาล้อหน้าถึงศูนย์กลางเพลาล้อหลัง

ภาพที่ ข.3 รถ รย.3 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล เป็นรถที่ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 1.5 เมตร ยาวไม่เกิน 4 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 550 ลูกบาศก์เซนติเมตร

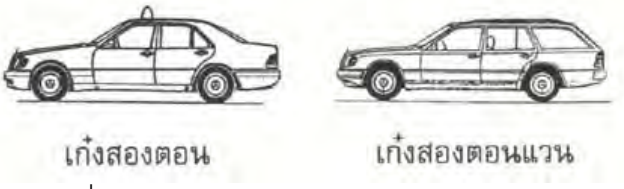


ภาพที่ ข.4 รถ รย.4 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่า 4 ประตู น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ ข.5 รถ รย.5 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่า 4 ประตู ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

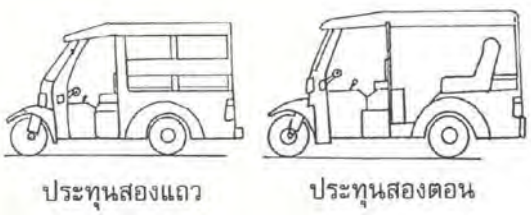


ภาพที่ ข.6 รถ รย.6 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง ต้องเป็นรถสองตอน มีประตูไม่ต่ำกว่า 2 ประตู ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ ข.7 รถ รย.7 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.8 รถยนต์สามล้อเล็กรับจ้าง รถต้องมีลักษณะประทุนโดยมีที่นั่ง 2 ตอน หรือ 2 แถว ขนาดกว้างไม่เกิน 1.50 เมตร ยาวไม่เกิน 4 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 550 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ข.8 รถ รย.8 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.9 รถยนต์บริการธุรกิจ ซึ่งได้แก่รถยนต์ที่ใช้บรรทุกคนโดยสารระหว่างท่าอากาศยาน ที่เรือเดินทะเล สถานีขนส่ง หรือสถานีรถไฟกับโรงแรม ที่พักอาศัยที่ทำการของผู้โดยสาร หรือที่ทำการของผู้บริการธุรกิจนั้น ต้องเป็นรถเก๋งสองตอน ไม่ต่ำกว่า 4 ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ ข.9 รถ รย.9 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร ซึ่งได้แก่รถยนต์ที่ผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับการท่องเที่ยว ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่า 4 ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ ข.10 รถ รย.10 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

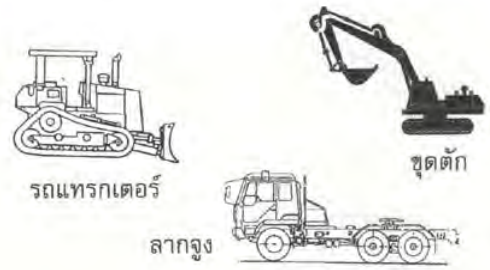
รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า ซึ่งได้แก่รถยนต์ที่จัดไว้ให้เช่าซึ่งมิใช่เป็นการเช่า เพื่อนำไปรับจ้างบรรทุกคนโดยสารหรือสิ่งของ ต้องเป็นรถเก๋งสองตอนไม่ต่ำกว่า 4 ประตู น้ำหนักรถไม่ต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม ขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ ข.11 รถ รย.11 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.12 รถจักรยานยนต์ เป็นรถที่เดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ หรือกำลังไฟฟ้า และมีล้อไม่เกิน 2 ล้อ ถ้ามีพ่วงข้างมีล้อเพิ่มอีกไม่เกินหนึ่งล้อ และให้หมายความรวมถึงรถจักรยานที่ติดเครื่องยนต์ด้วย รถจักรยานยนต์ ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 1.10 เมตร ยาวไม่เกิน 2.25 เมตร ถ้ามีพ่วงข้าง รถพ่วงของรถจักรยานยนต์ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 1.10 เมตร ยาวไม่เกิน 1.75 เมตร และเมื่อนำมาพ่วงกับรถจักรยานยนต์แล้ว ต้องมีขนาดกว้างวัดจากล้อหลังของรถจักรยานยนต์ ถึงล้อรถพ่วงของรถจักรยานยนต์ไม่เกิน 1.50 เมตร

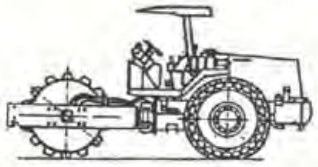
ภาพที่ ข.12 รถ รย.12 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.13 รถแทรกเตอร์ เป็นรถที่มีล้อหรือสายพาน และมีเครื่องยนต์ขับเคลื่อนในตัวเอง เป็นเครื่องจักรกลขั้นพื้นฐานในงานที่เกี่ยวกับการขุด ตัก ดัน หรือฉุดลากเป็นต้น หรือเป็นรถยนต์สำหรับลากจูงซึ่งมิได้ใช้ประกอบการขนส่งส่วนบุคคลตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ซึ่งต้องมีขนาดกว้าง ไม่เกิน 3 เมตร ยาวไม่เกิน 12 เมตร



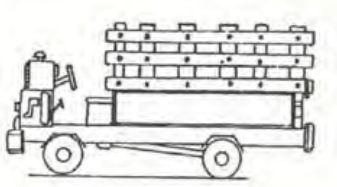
ภาพที่ ข.13 รถ รย.13 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.14 รถบดถนน เป็นรถที่ใช้ในการบดอัดวัสดุบนพื้นให้แน่น และมีเครื่องยนต์ขับเคลื่อนในตัวเอง ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 3 เมตร ยาวไม่เกิน 8 เมตร



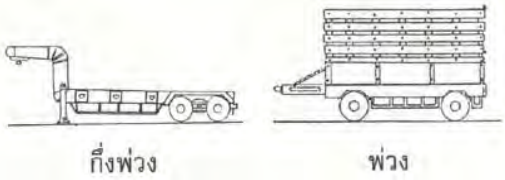
ภาพที่ ข.14 รถ รย.14 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.15 รถใช้งานเกษตรกรรม เป็นรถที่ผลิตหรือประกอบขึ้น เพื่อใช้งานเกษตรกรรมโดยใช้เครื่องยนต์ซึ่งมิได้ใช้สำหรับรถยนต์โดยเฉพาะมาติดตั้ง ต้องเป็นรถที่มีสามล้อ หรือสี่ล้อ น้ำหนักรถไม่เกิน 1,600 กิโลกรัม มีขนาดกว้างไม่เกิน 2 เมตร ยาวไม่เกิน 6 เมตร เครื่องยนต์ต้องมีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ ข.15 รถ รย.15 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

รย.16 รถพ่วง เป็นรถที่เคลื่อนที่ไปโดยการใช้รถอื่นลากจูง ต้องมีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร ยาวไม่เกิน 8 เมตร



ภาพที่ ข.16 รถ รย.16 (กรมการขนส่งทางบก, 2550ง)

ตารางที่ ข.1 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด < 1.4 ลิตร, กิโลเมตร

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
TOYOTA					
COROLLA 1.3 XL MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	77,000	90,000	103,000
COROLLA 1.3 GL MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	66,000	77,000	87,000
COROLLA 1.3 DXI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	56,000	69,000	94,000
COROLLA 1.3 GLI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	56,000	82,000	103,000
COROLLA 1.3 GLI AUTO	(N.A.)	(N.A.)	63,000	72,000	94,000
MITSUBISHI					
CHAMP 1.3 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	79,000
MAZDA					
121 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	81,000	120,000
121 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	80,000	103,000
323 1.3 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	83,000	99,000
SUZUKI					
CARIBIAN 1.3	(N.A.)	40,000	63,000	81,000	109,000
CARIBIAN SPORTY	20,000	37,000	57,000	83,000	110,000
DAIHATSU					
MIRA PLUS	20,000	41,000	49,000	80,000	93,000
MIRA MINT A	21,000	33,000	53,000	80,000	99,000
MIRA MINT M	20,000	48,000	64,000	74,000	90,000
OPEL					
CORSA/3 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	93,000	108,000
CORSA/3 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	92,000	113,000
CORSA/5 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	83,000	106,000
CORSA/5 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000	118,000
CORSA 1.4/3 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000	107,000
CORSA 1.4/3 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	87,000	112,000
CORSA 1.4/5 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	88,000	108,000
CORSA 1.4/5 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000	112,000
FORD					
ASPIRE XL 3 DOORS 1.3 MANUAL	(N.A.)	60,000	80,000	100,000	110,000
ASPIRE GL 5 DOORS 1.3 MANUAL	(N.A.)	61,000	83,000	106,000	120,000
ASPIRE GL 5 DOORS 1.3 AUTO	(N.A.)	52,000	74,000	92,000	120,000
AVERAGE, kilometer	20,250	46,500	64,692	85,125	104,680
Average VKT, kilometer/year	20,250	26,250	18,192	20,433	19,555

ที่มา : อรนุช เลิศจรรยารักษ์ และอลงกต วรที, 2544 อ้างถึงใน พฤกษ์ พงศ์พฤกษา, 2544

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
TOYOTA					
COROLLA 1.6 GLI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	52,000	67,000	90,000
COROLLA 1.6 GLI AUTO	(N.A.)	(N.A.)	61,000	77,000	97,000
COROLLA 1.5 GXI MANUAL	(N.A.)	36,000	60,000	83,000	105,000
COROLLA 1.5 DXI MANUAL	(N.A.)	37,000	48,000	71,000	104,000
COROLLA 1.5 GXI AUTO	(N.A.)	31,000	55,000	72,000	97,000
COROLLA 1.6 GXI MANUAL	18,000	41,000	63,000	73,000	97,000
COROLLA 1.6 SEG AUTO	23,000	43,000	63,000	82,000	88,000
COROLLA 1.6 GXIS MANUAL	20,000	38,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
COROLLA 1.6 GXIS AUTO	21,000	40,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
COROLLA 1.8 SEG MANUAL	20,000	42,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
COROLLA 1.8 SEG AUTO	23,000	41,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
CORONA 1.6 XLI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	58,000	79,000	100,000
CORONA 1.6 GLI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	69,000	84,000	111,000
CORONA 2.0 GLI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	76,000	93,000	103,000
CORONA 2.0 GLI AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	81,000	89,000
CORONA 1.6 GLI AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	82,000	106,000
CORONA EXSIOR 1.6 GXI MANUAL	(N.A.)	35,000	43,00	68,000	103,00
CORONA EXSIOR 1.6 GXI AUTO	23,00	39,00	51,00	67,000	93,000
CORONA EXSIOR 2.0 SEG MANUAL	34,00	47,00	53,00	72,000	90,000
CORONA EXSIOR 2.0 SEG AUTO	24,00	43,00	65,00	70,000	99,000
CORONA EXSIOR 2.0 GLI MANUAL ABS	(N.A.)	(N.A.)	70,000	89,000	105,000
CORONA EXSIOR 2.0 GLI AUTO ABS	(N.A.)	42,000	67,000	81,000	116,000
SOLUNA 1.5 XLI AUTO	(N.A.)	33,000	45,000	60,000	(N.A.)
SOLUNA 1.5 XLI-S AUTO	(N.A.)	39,000	51,000	67,000	(N.A.)
SOLUNA 1.5 GLI MANUAL	19,000	37,000	58,000	69,000	87,000
SOLUNA 1.5 GLI AUTO	24,000	40,000	57,000	81,000	101,000
SOLUNA 1.5 XLI-S MANUAL	(N.A.)	41,000	59,000	(N.A.)	(N.A.)
HONDA					
CEVIC LX 3 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	63,000	81,000	101,000
CEVIC LX 3 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	58,000	71,000	90,000
CEVIC LX 1.5 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	80,000	100,000
CEVIC EX 1.5 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	59,000	80,000	100,000
CEVIC LXI 1.6 MANUAL	(N.A.)	41,000	59,000	79,000	99,000
CEVIC LXI 1.6 AUTO	(N.A.)	40,000	58,000	80,000	112,000
CEVIC 1.6 LX VTEC MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	60,000	81,000	110,000
CEVIC 1.6 EX VTEC AUTO	(N.A.)	(N.A.)	59,000	79,000	105,000
CEVIC LXI MANUAL	(N.A.)	37,000	51,000	71,000	87,000
CEVIC EXI AUTO	20,000	40,000	52,000	77,000	93,000
CEVIC VTIL MANUAL	18,000	36,000	55,000	66,000	87,000
CEVIC VTIE AUTO	19,000	41,000	58,000	79,000	101,000
ACCORD LX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000	100,000
ACCORD EX AUTO	(N.A.)	(N.A.)	60,000	80,000	102,000
ACCORD LXI MANUAL	(N.A.)	39,000	53,000	72,000	98,000
ACCORD EXI AUTO	(N.A.)	39,000	56,000	85,000	103,000
CITY LI MANUAL	(N.A.)	50,000	62,000	77,000	98,000
CITY LXI MANUAL	(N.A.)	31,000	54,000	67,000	77,000
CITY EXI AUTO	(N.A.)	31,000	50,000	72,000	(N.A.)
CR-V EXI AUTO	(N.A.)	29,000	51,000	67,000	(N.A.)
NISSAN					
SUNNY 1.5 EX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	50,000	67,000	86,000
SUNNY 1.5 EX AUTO	(N.A.)	(N.A.)	44,000	59,000	75,000
SUNNY 1.6 SUPER MANUAL	19,000	38,000	57,000	72,000	98,000
SUNNY 1.6 SUPER AUTO	20,000	34,000	54,000	67,000	92,000
SENTRA 1.6 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	68,000	80,000
SENTRA 1.6 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	79,000
SENTRA 1.5 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	62,000	85,000
SENTRA 1.5 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	86,000

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
SENTRA 1.6 EGI MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	86,000
SENTRA 1.6 EGI AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	84,000
CEFIRO 12 V MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	84,000
CEFIRO 12 V AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	87,000
CEFIRO 24 V AUTO	(N.A.)	(N.A.)	57,000	77,000	84,000
CEFIRO 2.0 AUTO	19,000	40,000	62,000	71,000	(N.A.)
200 SX MANUAL	(N.A.)	39,000	65,000	80,000	99,000
200 SX AUTO	(N.A.)	32,000	53,000	80,000	85,000
PRIMERA AUTO	(N.A.)	40,000	43,000	71,000	99,000
NV-A 1.6 SLX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	58,000	70,000	88,000
NV-A 1.6 SGX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	50,000	72,000	86,000
NV-B LX MANUAL	(N.A.)	30,000	51,000	70,000	90,000
NV-B SLX MANUAL	(N.A.)	29,000	47,000	78,000	98,000
NV-A SLX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	51,000	(N.A.)	(N.A.)
NV-A SGX MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	49,000	(N.A.)	(N.A.)
MITSUBISHI					
CHAMP 1.5 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	82,000
CHAMP 1.5 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	92,000
LANCER 1.5 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	60,000	80,000	97,000
LANCER 1.5 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	64,000	86,000	97,000
LANCER 1.6 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	82,000	103,000
LANCER 1.6 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	80,000	99,000
LANCER 1.8 MANUAL	(N.A.)	36,000	56,000	77,000	96,000
LANCER 1.5 GLXI MANUAL	(N.A.)	40,000	55,000	69,000	101,000
LANCER 1.5 GLXI AUTO	(N.A.)	40,000	53,000	79,000	90,000
LANCER 1.8 SEI MANUAL	(N.A.)	43,000	61,000	78,000	(N.A.)
LANCER 1.8 SEI AUTO	20,000	40,000	61,000	83,000	89,000
GALANT ULTIMA 16 V MANUAL	(N.A.)	38,000	54,000	77,000	93,000
GALANT ULTIMA 16 V AUTO	(N.A.)	22,000	50,000	69,000	91,000
GALANT ULTIMA 24 V MANUAL	(N.A.)	40,000	60,000	72,000	90,000
GALANT ULTIMA 24 V AUTO	(N.A.)	33,000	49,000	70,000	92,000
GALANT ULTIMA GLSI 2.0 MANUAL	(N.A.)	50,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
GALANT ULTIMA GLSI 2.0 AUTO	(N.A.)	41,000	61,000	74,000	79,000
GALANT ULTIMA V 6 2.0 AUTO	17,000	33,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
MAZDA					
323 1.6 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	80,000	104,000
323 MANUAL	20,000	44,000	58,000	67,000	(N.A.)
323 AUTO	19,000	37,000	59,000	73,000	(N.A.)
LANTIS 1.8 MANUAL	22,000	40,000	63,000	80,000	88,000
LANTIS 1.8 AUTO	17,000	35,000	49,000	76,000	82,000
LANTIS 2.0 MANUAL	(N.A.)	40,000	59,000	79,000	88,000
LANTIS 2.0 AUTO	(N.A.)	38,000	60,000	80,000	91,000
SUBARU					
LEGACY SEDAN 4WD MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	102,000
LEGACY SEDAN 4WD AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	96,000
LEGACY 2.0 SEDAN FWD MANUAL	(N.A.)	40,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)
LEGACY 2.0 FWD SEDAN MANUAL	(N.A.)	39,000	59,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.6 FWD SEDAN AUTO	(N.A.)	39,000	67,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.8 4WD SEDAN AUTO	(N.A.)	43,000	63,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.8 4WD WAGON AUTO	(N.A.)	46,000	65,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 2.0 4WD TURBO MANUAL	(N.A.)	39,000	56,000	75,000	(N.A.)
IMPREZA 2.0 AUTO	(N.A.)	47,000	62,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 2.0 TURBO MANUAL	(N.A.)	44,000	68,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 2.0 TURBO PLUS MANUAL	(N.A.)	42,000	73,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.6 FWD MANUAL	(N.A.)	39,000	72,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.6 FWD AUTO	(N.A.)	40,000	63,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.8 4WD SEDAN AUTO	(N.A.)	42,000	58,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.8 4WD WAGON AUTO	(N.A.)	38,000	63,000	(N.A.)	(N.A.)

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
IMPREZA 2.0 4WD SEDAN AUTO	(N.A.)	40,000	64,000	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.6 FWD SEDAN MANUAL	(N.A.)	43,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
IMPREZA 1.6 FWD SEDAN AUTO	(N.A.)	42,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
SUZUKI					
SWIFT	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	73,000
VITARA 1.6 MANUAL	(N.A.)	33,000	53,000	64,000	75,000
VITARA 1.6 AUTO	(N.A.)	41,000	60,000	80,000	98,000
VITARA 1.6 5 DOORS MANUAL	20,000	42,000	58,000	83,000	102,000
VITARA 1.6 5 DOORS AUTO	22,000	35,000	59,000	74,000	90,000
ESTEEM 1.6 MANUAL	20,000	44,000	63,000	80,000	88,000
ESTEEM 1.6 AUTO	17,000	39,000	58,000	74,000	85,000
DAEWOO					
NEXIA 1.5 GL 3 DOORS MANUAL	19,000	40,000	60,000	70,000	88,000
NEXIA 1.5 GL 3 DOORS AUTO	20,000	43,000	52,000	83,000	113,000
NEXIA 1.5 GL 5 DOORS MANUAL	19,000	41,000	62,000	80,000	102,000
NEXIA 1.5 GL 5 DOORS AUTO	19,000	43,000	60,000	80,000	91,000
CLELO 1.5 GLX 4 DOORS MANUAL	20,000	36,000	56,000	79,000	99,000
CLELO 1.5 GLX 4 DOORS AUTO	20,000	33,000	50,000	80,000	98,000
LANOS 1.6 SX 4 DOORS MANUAL	20,000	33,000	51,000	72,000	(N.A.)
LANOS 1.6 SX 4 DOORS AUTO	20,000	43,000	55,000	75,000	(N.A.)
LANOS 1.6 SX 4 DOORS MANUAL ABS AIRBAG	18,000	40,000	60,000	72,000	(N.A.)
LANOS 1.6 SX 4 DOORS AUTO ABS AIRBAG	16,000	32,000	46,000	72,000	90,000
EXPERO 1.8 CD 4 DOORS MANUAL	20,000	39,000	56,000	79,000	98,000
EXPERO 1.8 CD 4 DOORS AUTO	21,000	43,000	58,000	77,000	85,000
EXPERO 2.0 DLX 4 DOORS MANUAL	17,000	33,000	59,000	74,000	92,000
EXPERO 2.0 DLX 4 DOORS AUTO	20,000	36,000	60,000	80,000	97,000
EXPERO 2.0 CD 4 DOORS MANUAL	17,000	35,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
EXPERO 2.0 CD 4 DOORS AUTO	18,000	37,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
EXPERO 2.0 CD 4 DOORS AUTO ABS AIRBAG	19,000	35,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
HYUNDAI					
ACCENT SPRINT 1.5 I 3 DOORS MANUAL	19,000	46,000	62,000	73,000	(N.A.)
ACCENT SPRINT 1.5 LI 3 DOORS MANUAL	27,000	41,000	60,000	75,000	(N.A.)
ACCENT SPRINT 1.5 S 3 DOORS MANUAL	21,000	40,000	56,000	82,000	95,000
ACCENT 1.5 XLI 4 DOORS MANUAL	22,000	49,000	70,000	80,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 XLI 4 DOORS AUTO	21,000	40,000	64,000	80,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLI 4 DOORS MANUAL	(N.A.)	41,000	59,000	81,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLI 4 DOORS AUTO	(N.A.)	42,000	61,000	79,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLS 4 DOORS MANUAL	21,000	41,000	61,000	75,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLS 4 DOORS AUTO	19,000	36,000	61,000	81,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 XLI 5 DOORS MANUAL	18,000	39,000	60,000	74,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 XLI 5 DOORS AUTO	19,000	38,000	58,000	80,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLI 5 DOORS MANUAL	20,000	40,000	60,000	71,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLI 5 DOORS AUTO	16,000	38,000	54,000	72,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLS 5 DOORS MANUAL	20,000	40,000	58,000	87,000	(N.A.)
ACCENT 1.5 GLS 5 DOORS AUTO	20,000	39,000	58,000	86,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SEDAN 1.6 GLS MANUAL	21,000	46,000	66,000	80,000	90,000
ELANTRA AVANTE SEDAN 1.6 GLS AUTO	21,000	38,000	53,000	70,000	90,000
ELANTRA AVANTE SEDAN 1.8 GLS MANUAL	20,000	41,000	60,000	81,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SEDAN 1.8 GLS AUTO	(N.A.)	42,000	64,000	76,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SPORTY TOURING 1.6 MANUAL	(N.A.)	42,000	56,000	79,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SPORTY TOURING 1.6 AUTO	(N.A.)	41,000	63,000	80,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SPORTY TOURING 1.8 MANUAL	(N.A.)	42,000	57,000	80,000	(N.A.)
ELANTRA AVANTE SPORTY TOURING 1.8 AUTO	(N.A.)	45,000	58,000	80,000	(N.A.)
TIBURON 2.0 BASE MANUAL	19,000	38,000	59,000	79,000	(N.A.)
TIBURON 2.0 BASE AUTO	18,000	36,000	63,000	89,000	(N.A.)
TIBURON 2.0 FX/ABS MANUAL	19,000	33,000	51,000	79,000	(N.A.)
TIBURON 2.0 FX/ABS/AIRBAG AUTO	20,000	43,000	60,000	79,000	(N.A.)
TIBURON 2.0 TGX MANUAL	18,000	41,000	59,000	80,000	(N.A.)

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
TIBURON 2.0 TGX AUTO	20,000	44,000	60,000	83,000	(N.A.)
NEW SONATA 2.0 GL STANDARD MANUAL	20,000	33,000	52,000	75,000	(N.A.)
NEW SONATA 2.0 GL MANUAL	21,000	40,000	53,000	80,000	(N.A.)
NEW SONATA 2.0 GL AUTO	21,000	42,000	62,000	81,000	(N.A.)
NEW SONATA 2.0 GLS MANUAL	17,000	41,000	56,000	82,000	(N.A.)
NEW SONATA 2.0 GLS AUTO	16,000	32,000	55,000	73,000	99,000
NEW SONATA 2.0 GLS/ABS/AIRBAG AUTO	17,000	36,000	50,000	(N.A.)	(N.A.)
AUDI					
80 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	106,000
80 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	107,000
100 2.0 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	100,000
A3 1.8 AUTO	30,000	49,000	74,000	(N.A.)	(N.A.)
A4 1.8 AUTO	25,000	40,000	50,000	74,000	98,000
MERCEDES-BENZ					
C 180 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	82,000	88,000	119,000
C 180 AUTO	33,000	50,000	64,000	80,000	105,000
C 180	19,000	37,000	60,000	74,000	99,000
C 180 CKD W202	(N.A.)	50,000	64,000	77,000	100,000
SLK 200	40,000	56,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
OPEL					
ASTRA/5 DOORS 8 V AUTO	34,000	58,000	70,000	90,000	110,000
ASTRA/5 DOORS 16 V MANUAL	(N.A.)	52,000	76,000	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/5 DOORS 16 V AUTO	(N.A.)	46,000	65,000	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA CARAVAN 16 V MANUAL	35,000	60,000	75,000	88,000	(N.A.)
ASTRA CARAVAN 16 V AUTO	36,000	48,000	70,000	87,000	(N.A.)
ASTRA/4 DOORS 1.8 16 V MANUAL	(N.A.)	68,000	80,000	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/4 DOORS 1.6 MANUAL	30,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/4 DOORS 1.6 AUTO	32,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/5 DOORS 1.6 MANUAL	(N.A.)	58,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/5 DOORS 1.6 AUTO	(N.A.)	53,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA/5 DOORS 1.8 MANUAL	38,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA HATCH BACK MANUAL	(N.A.)	55,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA HATCH BACK AUTO	(N.A.)	58,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA HATCH BACK 1.8 16 V MANUAL	(N.A.)	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA SEDAN MANUAL	(N.A.)	70,000	86,000	90,000	113,000
ASTRA/5 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	86,000	(N.A.)
ASTRA/5 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	99,000	(N.A.)
ASTRA HATCH BACK 16 V MANUAL	38,000	60,000	68,000	(N.A.)	(N.A.)
ASTRA HATCH BACK 16 V AUTO	36,000	56,000	70,000	(N.A.)	(N.A.)
VECTRA GL 2.0 SEDAN	36,000	56,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VECTRA GL 2.0 CARAVAN	(N.A.)	55,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VECTRA HATCH BACK AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	86,000	98,000
VECTRA/4 DOORS MANUAL	40,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VECTRA/4 DOORS AUTO	48,000	65,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VECTRA/5 DOORS MANUAL	(N.A.)	48,000	79,000	86,000	107,000
VECTRA/5 DOORS AUTO	(N.A.)	56,000	82,000	92,000	110,000
CORSA 1.5/5 DOORS	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	106,000
CALIBRA AUTO	(N.A.)	50,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
CALIBRA 16 V	(N.A.)	50,000	69,000	86,000	117,000
OMEGA 2.0 16 V AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	96,000	108,000
OMEGA CARAVAN 2.0 AUTO	(N.A.)	64,000	70,000	(N.A.)	(N.A.)
OMEGA 2.0 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	84,000
OMEGA 2.0 CARAVAN	(N.A.)	63,000	80,000	(N.A.)	(N.A.)
OMEGA SEDAN 2.0 MANUAL	(N.A.)	48,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
OMEGA SEDAN MV6	(N.A.)	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
BMW					
318 I AUTO	30,00	46,00	76,00	100,00	120,00
318 IS/2 DOORS MANUAL	38,00	62,00	83,00	96,000	108,00
318 IS/2 DOORS AUTO	40,000	60,000	80,000	100,000	116,000
318 I MANUAL	29,000	58,000	72,000	97,000	102,000
316 I COMPACT MANUAL	38,000	60,000	85,000	95,000	(N.A.)
316 I COMPACT AUTO	38,000	60,000	81,000	90,000	(N.A.)
320 I/2 DOORS AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	95,000	110,000
320 I/CABRIOLET AUTO	(N.A.)	55,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
325 I MANUAL	(N.A.)	54,000	70,000	82,000	100,000
325 I AUTO	(N.A.)	66,000	82,000	100,000	110,000
323 I MANUAL	36,000	50,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
323 I AUTO	25,000	42,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VOLKSWAGEN					
GOLF 1.6 3 DOORS	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	100,000
GOLF 1.6 5 DOORS	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	96,000	117,000
GOLF 1.8 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	120,000
GOLF 1.8 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	116,000
GOFT/3 DOORS MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	95,000	(N.A.)
GOFT/3 DOORS AUTO	(N.A.)	58,000	70,000	88,000	100,000
GOFT/5 DOORS MANUAL	(N.A.)	50,000	86,000	110,000	122,000
GOFT/5 DOORS AUTO	(N.A.)	62,000	84,000	89,000	(N.A.)
GOLF VARIANT	(N.A.)	60,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
CHRYSLER					
CHRYSLER NEON CALIFORNIA M	28,000	45,000	88,000	95,000	(N.A.)
CHRYSLER NEON CALIFORNIA A	40,000	59,000	84,000	94,000	(N.A.)
VOLVO					
S 40 AUTO	38,000	59,000	75,000	89,000	(N.A.)
CITROEN					
205 GRI	(N.A.)	61,000	78,000	86,000	106,000
205 GTI	31,000	60,000	70,000	92,000	104,000
ZX 1.8 MANUAL	38,000	58,000	72,000	95,000	(N.A.)
ZX 22 1.8 AUTO 3 DOORS	22,000	43,000	73,000	(N.A.)	(N.A.)
ZX 1.8 MANUAL 5 DOORS	40,000	67,000	76,000	(N.A.)	(N.A.)
ZX 1.8 AUTO 5 DOORS	40,000	53,000	73,000	(N.A.)	(N.A.)
ZX 2.0 AUTO 2 DOORS	24,000	50,000	76,000	(N.A.)	(N.A.)
XANTIA 2.0 2 I AUTO	36,000	60,000	84,000	100,000	118,000
XANTIA 2.0 I EXCLUSIVE AUTO	32,000	48,000	60,000	93,000	100,000
XANTIA 2.0 I 16 V MANUAL	39,000	60,000	75,000	(N.A.)	(N.A.)
XANTIA 2.0 I 16 V AUTO	32,000	51,000	73,000	(N.A.)	(N.A.)
XM 2.0 I 16 V WAGON AUTO	30,000	53,000	75,000	(N.A.)	(N.A.)
FORD					
MONDEO 4 DOORS MANUAL	(N.A.)	60,000	80,000	102,000	119,000
MONDEO 4 DOORS AUTO	(N.A.)	60,000	80,000	90,000	105,000
MONDEO 2.0 5 DOORS MANUAL	(N.A.)	55,000	84,000	91,000	114,000
MONDEO 2.0 5 DOORS AUTO	(N.A.)	57,000	80,000	100,000	122,000
MONDEO 2.0 5 DOORS MANUAL WAGON	(N.A.)	51,000	74,000	(N.A.)	(N.A.)
MONDEO 2.0 5 DOORS WAGON	(N.A.)	62,000	78,000	(N.A.)	(N.A.)
PEUGEOT					
306 XR MANUAL	(N.A.)	60,000	77,000	90,000	(N.A.)
306 XR AUTO	(N.A.)	55,000	78,000	89,000	(N.A.)
306 SR MANUAL	33,000	50,000	80,000	82,000	(N.A.)
306 SR AUTO	30,000	50,000	75,000	90,000	118,000
306 SR CKD AUTO	(N.A.)	58,000	72,000	100,000	(N.A.)
306 CABRIOLET 2.0 AUTO	(N.A.)	57,000	70,000	(N.A.)	(N.A.)
306 S16 MANUAL	34,000	40,000	70,000	(N.A.)	(N.A.)
306 XSI AUTO	30,000	58,000	77,000	(N.A.)	(N.A.)
405 GRI	32,000	64,000	80,000	102,000	120,000

ตารางที่ ข.2 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 1.4 – 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
405 SRI 2.0 AUTO CKD	30,00	53,00	86,00	92,000	119,00
406 CKD AUTO	38,00	57,00	74,00	(N.A.)	(N.A.)
406 CKD MANUAL	(N.A.)	60,00	78,00	(N.A.)	(N.A.)
AVERAGE, kilometer	25,239	45,507	63,322	80,473	98,238
Average VKT, kilometer/year	25,239	20,268	17,815	17,151	17,765

ที่มา : อรนุช เลิศจรรยารักษ์ และอลงกต วรที, 2544 อ้างถึงใน พฤกษ์ พงศ์พฤกษา, 2544

ตารางที่ ข.3 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน > 2.0 ลิตร, กิโลเมตร

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
TOYOTA					
CELICA 2.2 MANUAL	(N.A.)	39,000	53,000	70,000	92,000
CELICA 2.2 AUTO	(N.A.)	39,000	48,000	77,000	90,000
CELICA GT - 4 MANUAL	(N.A.)	41,000	53,000	73,000	87,000
CAMRY 2.2 MANUAL	23,000	40,000	51,000	74,000	100,000
CAMRY 2.2 AUTO	25,000	43,000	67,000	80,000	103,000
CAMRY 3.0 AUTO	(N.A.)	40,000	53,000	80,000	102,000
HONDA					
ACCORD LXI 2.2 MANUAL	(N.A.)	39,000	57,000	73,000	92,000
ACCORD LXI 2.2 AUTO	(N.A.)	38,000	54,000	75,000	90,000
ACCORD VTIL MANUAL	(N.A.)	35,000	53,000	79,000	99,000
ACCORD VTIE AUTO	(N.A.)	38,000	52,000	74,000	101,000
ACCORD VTIS AUTO	(N.A.)	32,000	51,000	73,000	90,000
ACCORD LXI MANUAL	(N.A.)	38,000	69,000	81,000	100,000
ACCORD EXI AUTO 2.2	(N.A.)	42,000	68,000	79,000	114,000
PRELUDE EX 2.2 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000
PRELUDE LX 2.3 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	93,000
PRELUDE EX 2.3 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	78,000	111,000
PRELUDE LX I MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	64,000	88,000	96,000
PRELUDE EX I AUTO	(N.A.)	(N.A.)	67,000	80,000	95,000
PRELUDE VTEC MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	68,000	85,000
NISSAN					
CEFIRO 3.0 AUTO	14,000	42,000	60,000	78,000	(N.A.)
PAJERO 2500 DIESEL MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	83,000
PAJERO 3500 V 6 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	69,000	83,000	103,000
PAJERO 3000 V 6 AUTO	(N.A.)	43,000	60,000	78,000	(N.A.)
SUBARU					
LEGACY 2.2 4WD SEDAN AUTO	(N.A.)	34,000	47,000	(N.A.)	(N.A.)
LEGACY 2.2 4WD WAGON AUTO	(N.A.)	33,000	43,000	(N.A.)	(N.A.)
LS 400 A	20,000	42,000	54,000	78,000	93,000
GS 300 A	20,000	29,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
GS 300 A	18,000	30,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
MAZDA					
CRONOS SEDAN MANUAL	(N.A.)	34,000	60,000	76,000	100,000
CRONOS SEDAN AUTO	(N.A.)	40,000	57,000	76,000	99,000
CRONOS HATCHBACK MANUAL	(N.A.)	40,000	57,000	80,000	90,000
CRONOS HATCHBACK AUTO	(N.A.)	40,000	61,000	82,000	96,000
626 MANUAL	(N.A.)	31,000	67,000	90,000	111,000
626 AUTO	19,000	43,000	60,000	80,000	100,000
AUDI					
100 2.3 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	101,000
S4 TURBO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	102,000
S6 4WD AUTO	(N.A.)	50,000	59,000	(N.A.)	(N.A.)
A6 2.3 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	108,000

ตารางที่ ข.3 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน > 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
A4 2.4 V6 AUTO	28,000	40,000	60,000	80,000	92,000
A6 2.4 AUTO	33,000	41,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
A6 AVANT	25,000	48,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
A8 AUTO	38,000	59,000	78,000	(N.A.)	(N.A.)
A8 4.2 QUATTRO	26,000	42,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
A4 2.4 AUTO	36,000	46,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)
A4 2.4 AVANT AUTO	33,000	44,000	59,000	(N.A.)	(N.A.)
A6 2.4 C4	30,000	41,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)
A6 2.4 C5	30,000	40,000	57,000	(N.A.)	(N.A.)
A6 2.4 C5 QUATTRO	26,000	47,000	60,000	(N.A.)	(N.A.)
MERCEDES-BENZ					
C200	(N.A.)	(N.A.)	80,000	86,000	96,000
C220	34,000	50,000	52,000	70,000	100,000
C 280	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	98,000	106,000
C 220 CKD W202	(N.A.)	40,000	60,000	74,000	107,000
C 220 W202	(N.A.)	(N.A.)	55,000	73,000	104,000
E 220	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	80,000	96,000
E 220 COUPE	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	88,000
E 220 CONVERTIBLE	(N.A.)	(N.A.)	72,000	97,000	100,000
E 220 WAGON	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	96,000	100,000
E 280	40,000	46,000	64,000	84,000	98,000
E 320 COUPE	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	110,000
E 230	50,000	72,000	76,000	93,000	(N.A.)
E 200 W210	(N.A.)	(N.A.)	73,000	90,000	(N.A.)
E 220 CBU W124	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	90,000	126,000
E 220 CKD W124	(N.A.)	(N.A.)	80,000	85,000	(N.A.)
E 230 W210	36,000	66,000	73,000	84,000	(N.A.)
E 280 CKD W124	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	115,000
C 230 KOMPRESSOR	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	123,000
S 280	28,000	50,000	75,000	88,000	99,000
S 280 CKD W140	32,000	50,000	73,000	(N.A.)	(N.A.)
S 280 W140	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	112,000
S 320 L	38,000	66,000	78,000	84,000	106,000
S 500 L	32,000	56,000	87,000	96,000	122,000
SL 500	25,000	46,000	70,000	85,000	100,000
SL 280	26,000	50,000	80,000	90,000	(N.A.)
SLK 230	32,000	53,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
BMW					
520 I AUTO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	94,000
520 I WAGON	(N.A.)	53,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
525 I	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	87,000	108,000
525 I WAGON	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	106,000
730 I	(N.A.)	65,000	90,000	93,000	119,000
730 IL	38,000	50,000	72,000	89,000	105,000
740 IL	40,000	49,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
750 IL	(N.A.)	46,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
528 I	(N.A.)	50,000	68,000	(N.A.)	(N.A.)
VOLKSWAGEN					
VENTO MANUAL	40,000	50,000	68,000	80,000	96,000
VENTO AUTO	50,000	62,000	70,000	80,000	100,000
SHARAN AUTO	(N.A.)	56,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
CARAVELLE SYNCRO 4 WD	(N.A.)	58,000	86,000	103,000	113,000
CARAVELLE 2.5 MANUAL	22,000	71,000	82,000	99,000	117,000
CARAVELLE 2.5 AUTO	40,000	62,000	90,000	102,000	119,000
PASSAT AUTO	41,000	63,000	72,000	98,000	132,000

ตารางที่ ข.3 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน > 2.0 ลิตร, กิโลเมตร (ต่อ)

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
CHRYSLER					
JEEP CHEROKEE LIMITED 4.0 LA	39,000	66,000	83,000	106,000	113,000
JEEP CHEROKEE LIMITED 4.0 LM	30,000	45,000	80,000	89,000	110,000
JEEP GRAND CHEROKEE 4.0 LIMITED	30,000	66,000	82,000	93,000	119,000
JEEP GRAND CHEROKEE 4.0 LAREDO	(N.A.)	64,000	85,000	106,000	128,000
GRAND VOYAGER	25,000	41,000	64,000	(N.A.)	(N.A.)
VOYAGER	40,000	56,000	77,000	(N.A.)	(N.A.)
VOLVO					
960 EXECUTIVE AUTO	30,000	64,000	84,000	91,000	109,000
S90 3.0 AUTO	33,000	55,000	78,000	86,000	104,000
S 90 2.4 AUTO	30,000	55,000	62,000	(N.A.)	(N.A.)
S 70 T5 AUTO	37,000	56,000	77,000	88,000	100,000
V 70 T5 AUTO	26,000	45,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
S 70 T AUTO	30,000	58,000	74,000	(N.A.)	(N.A.)
V 70 T AUTO	38,000	46,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
S 70 AUTO	(N.A.)	57,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
V 70 AUTO	(N.A.)	61,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
CITROEN					
XM 3.0 I V6 AUTO	38,000	60,000	77,000	(N.A.)	(N.A.)
PEUGEOT					
605 SRI AUTO	42,000	60,000	88,000	100,000	112,000
605 SV 3.0 AUTO	25,000	61,000	72,000	(N.A.)	(N.A.)
AVERAGE, kilometer	31,620	48,488	67,257	84,625	103,143
Average VKT, kilometer/year	31,620	16,868	18,769	17,368	18,518

ที่มา : อรนุช เลิศจรรยารักษ์ และอลงกต วรที, 2544 อ้างถึงใน พฤกษ์ พงศ์พฤกษา, 2544

ตารางที่ ข.4 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

MANUFACTURER / MODEL	1999	1998	1997	1996	1995
TOYOTA					
MIGHT – X	(N.A.)	44,000	74,000	84,000	118,000
MIGHT - X CAB	(N.A.)	44,000	67,000	82,000	101,000
MITSUBISHI					
STRADA SINGLE CAB	20,000	48,000	60,000	78,000	97,000
STRADA MEGA CAB	20,000	40,000	60,000	80,000	(N.A.)
CYCLONE 2.5	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	85,000	110,000
CYCLONE AERO BODY	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	83,000	88,000
CYCLONE AERO BODY TURBO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	82,000	91,000
MAZDA					
B2500 FIGHTER	(N.A.)	38,000	56,000	81,000	99,000
B2500 FIGHTER CAB	(N.A.)	40,000	62,000	78,000	100,000
THUNDER	(N.A.)	(N.A.)	69,000	85,000	109,000
THUNDER SUPERCAB	(N.A.)	(N.A.)	68,000	90,000	110,000
ISUZU					
TROOPER V6 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	70,000	86,000	101,000
TROOPER V6 MANUAL	(N.A.)	40,000	61,000	75,000	(N.A.)
TROOPER AUTO	(N.A.)	38,000	56,000	75,000	88,000
TROOPER SPORT AUTO	(N.A.)	40,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
TROOPER LIMITED AUTO	(N.A.)	36,000	56,000	70,000	(N.A.)
FASTER Z SPARK EX 2500	(N.A.)	(N.A.)	71,000	88,000	110,000
FASTER Z SPACECAB 2500	(N.A.)	(N.A.)	64,000	82,000	101,000
FASTER Z SPACECAB 2500 MANUAL	(N.A.)	(N.A.)	63,000	81,000	92,000
FASTER Z SPACECAB 2500 AUTO	(N.A.)	(N.A.)	68,000	80,000	(N.A.)
CAMEO	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)	78,000	96,000
RODEO 4 WD	(N.A.)	43,000	61,000	86,000	92,000
SPARK EX 2500	21,000	38,000	60,000	79,000	90,000
SPACECAB 2500	22,000	42,000	56,000	78,000	83,000
SPACECAB 2800 MANUAL	20,000	41,000	68,000	80,000	83,000
SPACECAB 2800 AUTO	20,000	42,000	61,000	74,000	(N.A.)
VEGA 4WD MANUAL	20,000	37,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
VEGA 4WD AUTO	20,000	39,000	(N.A.)	(N.A.)	(N.A.)
FORD					
MARATHON STANDARD	30,000	52,000	78,000	94,000	108,000
MARATHON JUMBO	31,000	60,000	81,000	100,000	121,000
AVERAGE, kilometer	22,400	42,211	64,783	82,000	99,455
Average VKT, kilometer/year	22,400	19,811	22,572	17,217	17,455

ที่มา : อรนุช เลิศจรรยารักษ์ และอลงกต วรที, 2544 อ้างถึงใน พฤกษ์ พงศ์พฤกษา, 2544

ตารางที่ ข.5 ระยะทางใช้งานของบัส

Year	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ระยะทางที่รถบัสวิ่งได้/คัน/วัน(กิโลเมตร)	215.91	216.75	219.1	237.47	255.49	262.26

ที่มา: องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ, 2550

ตารางที่ ข.6 ระยะทางใช้งานของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซ CNG และ LPG

No.	Type	Manufacturer	Model	Fuel Type	Model Year	Mileage (km)	Weigh (kg)
1	Passenger Car	MITSUBISHI	LANCER	LPG	1992	550,003	1,150
2	Passenger Car	TOYOTA	LIMO	CNG	2001	189,736	1,200
3	Passenger Car	TOYOTA	LIMO	CNG	1997	323,079	1,200
4	Taxi	MITSUBISHI	LANCER	LPG	2001	574,490	1,150
5	Taxi	TOYOTA	CORONA	LPG	1994	416,097	1,050
6	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	633,908	1,100
7	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	948,045	1,050
8	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	484,977	1,050
9	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	2000	12,399	1,100
10	Taxi	TOYOTA	LIMO	LPG	2001	487,819	1,200
11	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	2004	124,342	1,050
12	Taxi	MITSUBISHI	CEDIA	LPG	2002	402,749	1,150
13	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1998	205,835	1,050
14	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1996	742,638	1,100
15	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	46,682	1,050
16	Taxi	NISSAN	SENTRA	LPG	1993	250,957	1,050
17	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	698,212	1,100
18	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1992	413,176	1,100
19	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1992	58,707	1,100
20	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1993	145,457	1,050
21	Taxi	TOYOTA	COROLLA	CNG	2001	518,704	1,200
22	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1993	373,939	1,050
23	Taxi	TOYOTA	COROLLA	CNG	2003	210,033	1,200
24	Taxi	TOYOTA	COROLLA	LPG	1997	895,798	1,050
25	Taxi	TOYOTA	COROLLA	CNG	2003	57,054	1,200
26	Taxi	TOYOTA	LIMO	CNG	2003	286,581	1,200

ที่มา: Infrastructure and Transport Japan Transport Cooperation Association, 2004

ตารางที่ ข.7 จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ. 2550

ปี พ.ศ. 2550									
ประเภทรถ	**รวม**	**เบนซิน**	**ดีเซล**	**ก๊าซ LPG**	**LPG และเบนซิน**	**LPG และดีเซล**	**CNG**	**CNG และเบนซิน**	**CNG และดีเซล**
รย.1	1,974,751	1,610,342	298,922	516	53,042	80	85	9,838	64
รย.2	197,075	27,306	157,943	62	1,009	26	5	1,964	69
รย.3	940,886	41,969	888,446	149	3,184	101	10	425	197
รย.5	640	624	11	2	1	-	-	-	-
รย.6	78,792	3,723	201	391	61,294	5	194	12,979	1
รย.7	4,319	3,879	5	271	153	-	-	-	-
รย.9	1,745	1,341	292	3	27	-	-	72	-
รย.10	537	227	21	-	288	-	-	1	-
รย.11	99	38	61	-	-	-	-	-	-
รวม LDV	3,198,844	1,689,449	1,345,902	1,394	118,998	212	294	25,279	331
ปี พ.ศ. 2549									
ประเภทรถ	**รวม**	**เบนซิน**	**ดีเซล**	**ก๊าซ LPG**	**LPG และเบนซิน**	**LPG และดีเซล**	**NGV**	**NGV และเบนซิน**	**NGV และดีเซล**
รย.1	1,867,902	1,582,917	253,801	552	24,551	42	58	4,343	42
รย.2	210,345	29,706	166,676	75	430	20	3	114	16
รย.3	924,689	46,462	867,078	167	1,019	73	6	169	127
รย.5	2	2	-	-	-	-	-	-	-
รย.6	82,233	11,206	312	1,124	63,316	7	266	6,000	-
รย.7	5,300	5,072	6	89	120	-	-	-	-
รย.9	942	640	277	3	11	-	-	-	-
รย.10	213	169	18	-	26	-	-	-	-
รย.11	50	23	27	-	-	-	-	-	-
รวม LDV	3,091,676	1,676,197	1,288,195	2,010	89,473	142	333	10,626	185

ตารางที่ ข.7 จำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ของตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ. 2550 (ต่อ)

ปี พ.ศ. 2548									
ประเภทรถ	**รวม**	**เบนซิน**	**ดีเซล**	**ก๊าซ LPG**	**LPG และเบนซิน**	**LPG และดีเซล**	**NGV**	**NGV และเบนซิน**	**NGV และดีเซล**
รย.1	1611449	1419939	164601	464	4323	17	9	48	1
รย.2	182559	25988	136579	74	71	9	0	0	0
รย.3	740,867	41,115	681889	153	100	29	0	0	5
รย.5	515.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0
รย.6	68,304	15,487	178	1969	48083	4	395	2167	
รย.7	3,947.000	3,676.000	1	42	89	0	0	0	0
รย.9	1316	489	0	0	2	0	0	0	0
รย.10	176	161	15	0	0	0	0	0	0
รย.11	62	33	28	0	0	0	0	0	0
รวม LDV	2,609,195	1,506,888	983,291	2,702	52,668	59	404	2,215	6

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2550ก

ภาคผนวก ค
ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่แต่ละประเภท (Zero Mile Level) และ ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ (Deterioration rates) ของ US.EPA

ตารางที่ ค.1ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
HC	pre-1968	7.25	0.18
	1968-1969	4.43	0.25
	1970-1971	3	0.37
	1972-1974	3.38	0.16
	1975-1979	1.06	0.28
	1980	0.36	0.205
	1981	0.287	0.101
	1982	0.286	0.105
	1983	0.241	0.089
	1984	0.247	0.073
	1985	0.249	0.077
	1986	0.253	0.071
	1987	0.253	0.07
	1988	0.257	0.07
	1989	0.258	0.073
	1990	0.26	0.075
	1991	0.261	0.075
	1992-1993	0.261	0.076
	1994	0.247	0.074
	1995	0.233	0.073
	1996	0.21	0.072
	1997	0.193	0.072
	1998+	0.184	0.072

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (ต่อ)

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
CO	pre-1968	78.27	2.25
	1968-1969	56.34	2.55
	1970-1971	42.17	3.13
	1972-1974	40.95	2.35
	1975-1979	17.72	2.46
	1980	6.09	1.958
	1981	3.69	1.663
	1982	3.105	1.727
	1983	3.255	1.549
	1984	3.184	1.193
	1985	2.92	1.331
	1986	2.74	1.24
	1987	2.704	1.242
	1988	2.49	1.289
	1989	2.424	1.343
	1990	2.03	1.423
	1991	2.166	1.439
	1992+	2.147	1.448

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซิน (ต่อ)

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
NO_x	pre-1968	3.44	0
	1968-1969	4.35	0
	1970-1971	2.86	0.05
	1972-1974	2.44	0.04
	1975-1979	1.79	0.11
	1980	1.5	0.102
	1981	0.648	0.063
	1982	0.635	0.066
	1983	0.578	0.067
	1984	0.465	0.079
	1985	0.469	0.078
	1986	0.425	0.082
	1987	0.442	0.078
	1988	0.483	0.077
	1989	0.478	0.08
	1990	0.464	0.082
	1991	0.465	0.082
	1992-1993	0.467	0.083
	1994	0.365	0.083
	1995	0.24	0.083
	1996+	0.178	0.083

ที่มา: U.S.EPA, 2001

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และ ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันดีเซล

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
HC	Pre-1975	1.31	0.08
	1975-1976	0.42	0.07
	1977	0.42	0.07
	1978	0.42	0.07
	1979	0.42	0.07
	1980+	0.29	0.03
CO	Pre-1975	2.71	0.13
	1975-1976	1.17	0.09
	1977	1.17	0.09
	1978	1.17	0.09
	1979	1.17	0.09
	1980+	1.15	0.04
NO_x	Pre-1975	1.46	0.04
	1975-1976	1.4	0.04
	1977	1.4	0.04
	1978	1.4	0.04
	1979	1.4	0.04
	1980	1.4	0.04
	1981-1984	1.31	0.03
	1985+	0.87	0.03

ที่มา: U.S.EPA, 2001

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และ ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
HC	pre-1967	3.54	0.06
	1967-1968	3.66	0.06
	1696	3.78	0.06
	1970	3.81	0.06
	1971-1973	3.91	0.06
	1974-1976	3.91	0.06
	1977	3.99	0.06
	1978	3.92	0.06
	1979	3.51	0
	1980-1981	3.17	0
	1982	2.78	0
	1983	2.66	0
	1984	2.82	0
	1985	2.59	0
	1986	2.28	0
	1987	2.23	0
	1988-1989	2.18	0
	1990	2.13	0
	1991-1997	2.1	0
	1998-2000	2.1	0
	2001+	2.1	0

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (ต่อ)

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
CO	pre-1967	10.32	0.14
	1967-1968	10.69	0.15
	1696	11.04	0.15
	1970	11.13	0.15
	1971-1973	11.42	0.16
	1974-1976	11.42	0.16
	1977	11.65	0.16
	1978	11.44	0.16
	1979	14.04	0.12
	1980-1981	12.67	0.11
	1982	11.12	0.1
	1983	10.66	0.09
	1984	11.26	0.1
	1985	10.35	0.09
	1986	10.36	0.09
	1987	10.14	0.09
	1988-1989	9.9	0.08
	1990	9.67	0.08
	1991-1997	9.54	0.08
	1998-2000	9.53	0.08
	2001+	9.52	0.08

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลใหม่ และข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซล (ต่อ)

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
Nox	pre-1967	22.99	0.17
	1967-1968	23.83	0.18
	1696	24.59	0.18
	1970	25.8	0.19
	1971-1973	25.46	0.19
	1974-1976	25.44	0.19
	1977	25.97	0.19
	1978	25.5	0.19
	1979	23.78	0
	1980-1981	21.47	0
	1982	18.84	0
	1983	18.06	0
	1984	19.08	0
	1985	17.53	0
	1986	17.56	0
	1987	17.18	0
	1988-1989	16.77	0
	1990	9.87	0
	1991-1997	8.13	0
	1998-2000	6.49	0
	2001+	6.49	0

ที่มา: U.S.EPA, 2001

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ใหม่ และ ข้อมูลค่าความเสื่อมของอุปกรณ์ของรถจักรยานยนต์

Pollution	Model Years	ZML(g/mi)	DR
HC	Pre-1978	8.78	0.75
	1978-1979	2.4	1.44
	1980-1981	1.93	1.15
	1982-1984	1.65	0.95
	1985-1987	1.31	0.75
	1988+	1.2	0.7
CO	Pre-1978	33.42	3.22
	1978-1979	24.39	3.56
	1980-1981	17.51	2.53
	1982+	17.4	2.46
NO_x	Pre-1978	0.25	0.03
	1978-1979	0.68	0
	1980+	0.85	0

ที่มา: U.S.EPA, 2001

ภาคผนวก ง.
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมงของแต่ละเดือนของปี ค.ศ. 2007

	เวลา											
เดือน	**01.00**	**02.00**	**03.00**	**04.00**	**05.00**	**06.00**	**07.00**	**08.00**	**09.00**	**10.00**	**11.00**	**12.00**
มกราคม	26	25.6	25.2	24.9	24.4	24	24	24.7	26.6	28.1	29.7	30.8
กุมภาพันธ์	26	25.7	25.5	25.3	25	24.7	24.9	25.7	27.6	29.1	30.5	31.3
มีนาคม	28.5	28.4	28.2	28.1	27.8	27.6	27.9	29	30.3	31.9	33.1	33.6
เมษายน	28.9	28.6	28.4	28.3	28	27.8	28.1	29.3	30.8	32.3	33.4	34.2
พฤษภาคม	28.2	27.8	27.5	27.3	27.1	26.9	27.4	28.7	29.9	30.9	31.5	32.2
มิถุนายน	28.7	28.3	27.8	27.6	27.4	27.3	27.6	29.3	29.6	31.8	32.7	33.4
กรกฎาคม	27.8	27.3	27.1	26.9	26.8	26.6	27	28.4	29.5	30.6	31.5	32
สิงหาคม	27.5	27.4	27.3	27.1	26.8	26.7	26.9	28	29.2	30.3	31.5	32
กันยายน	27.5	27.2	27	26.8	26.6	26.5	26.6	27.6	28.9	30	31.1	31.7
ตุลาคม	27.3	27.1	26.8	26.6	26.4	26.2	26.4	27.3	28.6	29.8	30.3	31.3
พฤศจิกายน	25.8	25.4	25.2	24.8	24.4	24	24.2	25.7	27.3	28.6	29.7	30.6
ธันวาคม	26.7	26.4	26	25.8	25.4	25	25.2	26.4	28	29.8	31.4	32.3
เฉลี่ย(X)	27.4	27.1	26.8	26.6	26.4	26.1	26.4	27.5	28.9	30.3	31.4	32.1
±SD	1.08	1.11	1.12	1.19	1.25	1.35	1.43	1.56	1.28	1.31	1.22	1.12
Hourly temperature increases/ decreases	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	0.3	1.1	1.4	1.4	1.1	0.7
	เวลา											
เดือน	**13.00**	**14.00**	**15.00**	**16.00**	**17.00**	**18.00**	**19.00**	**20.00**	**21.00**	**22.00**	**23.00**	**2.400**
มกราคม	31.6	32.1	32.4	32	31.3	30	28.9	28	27.5	27	26.7	26.3
กุมภาพันธ์	32	32.5	32.6	32.4	31.4	30.1	28.6	27.7	27.2	26.9	26.6	26.4
มีนาคม	34	34.5	34.4	34.2	33.1	31.8	30.7	29.9	29.5	29.3	29	29.1
เมษายน	34.4	34.4	34.6	34.6	33.5	31.7	30.7	30	29.7	29.3	29.1	28
พฤษภาคม	32.3	32.3	32.6	32.3	31.5	30.4	29.6	29.2	29	28.8	28.6	28.5
มิถุนายน	33.7	33.4	33.1	33	32.3	31.4	30.7	30	29.7	29.5	29.2	28.8
กรกฎาคม	31.5	31.3	31.4	31.1	31	29.6	28.8	28.2	28	27.9	27.7	27.5
สิงหาคม	32.3	32	31.9	31.7	30.9	30	29.3	28.6	28.4	28.2	28	27.8
กันยายน	32.2	32.5	32.4	32	31.4	30.6	29.7	29	28.5	28.3	28	27.7
ตุลาคม	31.1	31.5	31.6	31.2	30.6	29.7	28.8	28.7	28.3	28	27.7	27.5
พฤศจิกายน	31	31.4	31.3	30.9	30	29	28.1	27.7	27.3	26.9	26.4	26
ธันวาคม	33	33.2	33.1	32.8	31.9	30.7	29.6	28.9	28.4	28	27.6	27.2
เฉลี่ย	32.4	32.6	32.6	32.4	31.6	30.4	29.5	28.8	28.5	28.2	27.9	27.6
±SD	1.13	1.08	1.06	1.16	1.00	0.87	0.88	0.84	0.88	0.93	0.97	0.98
Hourly temperature increases/ decreas	0.3	0.2	0	-0.2	-0.8	-1.2	-0.9	-0.7	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550ก

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงของแต่ละเดือนของปี ค.ศ. 2007

	เวลา											
เดือน	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00
มกราคม	69	70.1	70.9	71.8	73.7	74.5	74.9	70.8	62.4	57.8	52.2	49.2
กุมภาพันธ์	79.7	80.2	82.1	83.5	84.2	84.9	84.6	81.1	70.8	63.9	58.2	54.4
มีนาคม	80.9	81.5	82.2	82.6	83.8	85	84.4	78.9	71	64.7	59.6	57
เมษายน	79.7	80.5	81.6	82.2	83.4	83.9	83.8	77.8	71.5	65	59.2	55.8
พฤษภาคม	84.9	85.5	85.2	86.1	87.1	87.7	86.9	80.2	75.3	69.7	67.2	63.6
มิถุนายน	83	85.1	87.1	87.7	87.7	88.2	87.3	78.7	72.7	67.6	63	61
กรกฎาคม	82.7	83.5	84.3	85.5	86.5	87.4	86.2	80.3	74.6	70.5	65.1	62.6
สิงหาคม	82.2	83.3	83.1	83.8	84.5	84.9	84.2	78.7	73.5	67.6	63.1	61.1
กันยายน	84	85.5	85.4	85.9	86.5	87	87	82.7	75.8	70.6	66.7	64.5
ตุลาคม	79.5	80	80.4	80.9	81.7	82.1	81.6	78.5	73.2	68.2	64.3	61.9
พฤศจิกายน	69.1	71.1	71.4	71.9	73.3	74.7	74.1	67	60.5	55.8	51.7	49.8
ธันวาคม	72.5	73.4	74.4	75.7	76.1	77.3	76.6	71	62.9	56.2	51.3	47.6
เฉลี่ย(X)	78.9	80	80.6	81.5	82.4	83.1	82.6	77.1	70.3	64.8	60.2	57.4
±SD	5.60	5.50	5.47	5.45	5.16	4.96	4.79	4.83	5.34	5.41	5.79	6.00
	เวลา											
เดือน	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	2.400
มกราคม	47.1	45.7	45.8	47.1	50.2	54.9	58.6	62.1	64.6	66.2	67.8	68.8
กุมภาพันธ์	51.7	49.6	48.3	48.6	51.6	58.6	65.1	71.2	74.6	76.8	78.9	80.1
มีนาคม	55.1	53.2	52	52.9	56.7	62.2	69.1	73.3	75.8	77.2	78.8	79.6
เมษายน	55.2	56.1	53.8	53.9	57.3	65.9	69.3	73.2	75.1	77.2	78.1	76.3
พฤษภาคม	64.4	64.4	64.2	65.4	67.8	72.3	75.4	78.6	80	81.8	83.1	83.8
มิถุนายน	59.9	60.9	62.2	63.3	65.6	69.1	73.2	76.5	78.1	79.4	81.1	81.8
กรกฎาคม	65.1	67.4	66	66.9	69.9	73.6	77.5	80.1	81.9	81.2	82.5	82.5
สิงหาคม	60.6	61.5	62.9	64.6	69.2	71.5	74.7	77.5	78.6	79.2	80.5	81.6
กันยายน	63.4	61.8	62.6	64.4	66.5	70.1	73.9	77.8	80.4	81.9	82.6	83.3
ตุลาคม	60.9	61.2	61.2	62.7	65.6	68.4	71	73.7	75.3	76.3	78.4	78.5
พฤศจิกายน	49.3	48.8	49.1	49.7	52.2	55.7	58.5	60.7	63.1	64.6	66.5	67.4
ธันวาคม	45.5	44.8	44.8	45.7	48.9	53.7	57.7	61.8	64.2	66.2	69.5	70.8
เฉลี่ย(X)	56.6	56.3	56.1	57.2	60.2	64.7	68.7	72.2	74.3	75.7	77.3	77.9
±SD	6.87	7.67	7.87	8.14	8.07	7.31	7.08	6.94	6.65	6.34	5.94	5.79

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550ก

ภาคผนวก จ.
อินพุตที่ใช้รันในแบบจำลอง MOBILE-THAI และ ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการรันแบบจำลอง MOBILE –THAI

```
MOBILE6 INPUT FILE :
RUN DATA
******************  Run Section       ******************
***อุณหภูมิ24 ชั่วโมง เริ่มจาก 6 โมงเช้า (oF) ***
HOURLY TEMPERATURES: 26.1 26.4 27.5 28.9 30.3 31.4 32.1 32.4 32.6 32.6 32.3 31.6
                     30.4 29.5 28.8 28.5 28.2 27.9 27.6 27.6 27.4 27.2 27.0 25.9
***Fraction ของรถที่จดทะเบียน แบ่งรถเป็น 16 ชนิด
****************** Fleet Option ****************
REG DIST           : REGDATA.D
MILE ACCUM RATE    : miledat.d
******************  Scenario Section  ******************
SCENARIO REC       : Scenario Title Text - EmisSion Factor For ปี2007
PARTICLE SIZE      : 10
DIESEL SULFUR      : 350
PARTICULATE EF     : PMGZML.CSV PMGDR1.CSV PMGDR2.CSV PMDZML.CSV PMDDR1.CSV PMDDR2.CSV
****************** External/Ambient Condition ****************
***ปีที่ต้องการประเมิน***
CALENDAR YEAR      : 2007
***เดือนที่ต้องการประเมิน***
EVALUATION MONTH   : 1
***ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่ประเมิน****
ALTITUDE           : 1
***ค่าความชื้น(%) ***
RELATIVE HUMIDITY  : 83.1 82.6 77.1 70.3 64.8 60.2 57.4 56.6 56.3 56.1 57.2 60.2
                     64.7 68.7 72.2 74.3 75.7 77.3 77.9 78.9 80.0 80.6 81.5 82.4
***ค่าความดันบรรยากาศ( kPa) ***
BAROMETRIC PRES    : 1009.21
***ปริมาณเมฆปกคลุม **
CLOUD COVER        : 0.7
******************** Fuels Options********************************
***ค่าการระเหยของน้ำมันเบนซิน(hPa) ***
FUEL RVP           : 62.0
***ปริมาณซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี 2000***
*******แถว1 เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์(ppm) ตั้งแต่ปี 2000-2007
*******แถว2 เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์(ppm) ตั้งแต่ปี 2008-2015
*******แถว3 เป็นค่าสูงสุดของปริมาณซัลเฟอร์(ppm) ตั้งแต่ปี 2000-2007
*******แถว4 เป็นค่าสูงสุดของปริมาณซัลเฟอร์(ppm) ตั้งแต่ปี 2008-2015
FUEL PROGRAM       : 4
                     1000.0  1000.0  1000.0  500.0  500.0  500.0  500.0  500.0
                     500.0   500.0   50.0    50.0   50.0   50.0   50.0   50.0
                     1000.0  1000.0  1000.0  500.0  500.0  500.0  500.0  500.0
                     500.0   500.0   50.0    50.0   50.0   50.0   50.0   50.0
***ปริมาณซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง ก่อนปี 2000 (ppm)  ***
SULFUR CONTENT     : 1000.0
***ปริมาณ Oxygenated Fuel***
* 1 ether blend market share (0.000 to 1.000)
* 2 alcohol blend market share (0.000 to 1.000)
* 3 oxygen content of ether blend fuels(0.000 to 0.027)
* 4 average oxygen content of alcohol blend fuels (0.000 to 0.037001)
OXYGENATED FUELS   : 0.800 0.200 0.0203 0.036 1
AVERAGE SPEED      : 23.38 Arterial
******************  End of This Run   ******************
END OF RUN
```

ภาพที่ จ.1 อินพุตที่ใช้รันในแบบจำลอง MOBILE-THAI ซึ่งใช้ในการประเมินค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษของปี ค.ศ. 2007

ตารางที่ จ.1 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ปีประเมินต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
2000	10.886	2.061	0.205	0.517	1.255	1.286	6.400	5.825	0.342	8.213
2009	6.329	1.027	0.105	0.270	0.901	0.807	6.294	5.006	0.033	4.833
2015	2.004	0.485	0.076	0.168	0.364	0.348	4.316	2.296	0.016	1.501
CO Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
2000	55.351	7.480	4.061	3.319	6.357	6.532	23.634	30.891	0.934	41.471
2009	29.038	5.804	1.730	2.981	4.827	4.404	21.895	16.289	0.090	18.480
2015	10.123	3.248	0.99	2.973	2.628	2.612	10.539	4.634	0.044	6.15
NO_x Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
2000	4.074	0.285	1.031	0.256	7.055	7.197	0.319	0.318	0.01	3.776
2009	2.334	0.150	0.712	0.146	5.708	5.340	0.318	0.292	0.003	1.918
2015	0.905	0.086	0.474	0.146	3.789	3.772	0.283	0.181	0.001	0.785
PM Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
2000	0.028	0.032	0.071	0.015	0.153	0.171	0.032	0.032	0.013	0.050
2009	0.021	0.032	0.033	0.015	0.150	0.120	0.027	0.030	0.013	0.035
2015	0.016	0.019	0.022	0.015	0.125	0.074	0.026	0.028	0.013	0.024

ตารางที่ จ.2 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO, NO_x และ PM ที่อุณหภูมิต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
Temperature	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
อุณหภูมิ ชุดที่1	6.24	1.01	0.11	0.27	0.90	0.81	6.33	4.92	0.03	3.47
อุณหภูมิ ชุดที่ 2	6.29	1.03	0.11	0.27	0.90	0.81	6.41	4.98	0.03	3.50
อุณหภูมิ ชุดที่ 3	6.42	1.06	0.11	0.27	0.90	0.81	6.51	5.10	0.03	3.56
CO Emission Factor(g/km)										
Temperature	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
อุณหภูมิ ชุดที่1	27.15	5.75	1.73	2.98	4.83	4.41	20.35	15.14	0.09	14.86
อุณหภูมิ ชุดที่ 2	28.09	5.76	1.73	2.98	4.83	4.41	21.12	15.72	0.09	15.32
อุณหภูมิ ชุดที่ 3	31.01	5.82	1.73	2.98	4.83	4.41	23.53	17.51	0.09	16.76
NO_x Emission Factor(g/km)										
Temperature	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
อุณหภูมิ ชุดที่1	2.287	0.157	0.712	0.146	5.708	5.345	0.343	0.315	0.003	2.547
อุณหภูมิ ชุดที่ 2	2.312	0.15	0.71	0.15	5.71	5.35	0.331	0.304	0.00	2.56
อุณหภูมิ ชุดที่ 3	2.474	0.15	0.71	0.15	5.71	5.35	0.31	0.28	0.00	2.62
PM Emission Factor(g/km)										
Temperature	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
อุณหภูมิ ชุดที่1	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
อุณหภูมิ ชุดที่ 2	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
อุณหภูมิ ชุดที่ 3	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051

ตารางที่ จ.3 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ความเร็วต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
Speed (km/hr)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
14.6	9.031	1.462	0.132	0.403	1.136	1.019	9.024	7.162	0.049	4.963
33.2	4.967	0.808	0.082	0.209	0.71	0.637	5.188	4.011	0.026	2.776
42.9	4.278	0.701	0.067	0.175	0.578	0.518	4.507	3.451	0.021	2.386
73.9	3.233	0.53	0.043	0.123	0.371	0.333	3.473	2.601	0.015	1.792
CO Emission Factor(g/km)										
Speed (km/hr)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
14.6	37.297	9.588	2.447	4.924	6.826	6.236	36.169	26.909	0.149	21.413
33.2	24.757	4.084	1.234	2.098	3.442	3.145	15.406	11.462	0.064	12.869
42.9	23.145	3.13	0.943	1.608	2.63	2.402	11.807	8.785	0.049	11.546
73.9	26.171	1.75	0.619	0.899	1.726	1.577	6.6	4.91	0.027	11.879
NO_x Emission Factor(g/km)										
Speed (km/hr)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
14.6	2.834	0.227	0.837	0.221	6.708	6.281	0.48	0.441	0.004	3.042
33.2	2.046	0.187	0.62	0.182	4.971	4.655	0.396	0.363	0.004	2.249
42.9	1.882	0.167	0.57	0.162	4.567	4.276	0.353	0.324	0.003	2.076
73.9	1.759	0.149	0.612	0.145	4.901	4.59	0.315	0.289	0.003	2.13
PM Emission Factor(g/km)										
Speed (km/hr)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
14.6	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
33.2	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
42.9	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
73.9	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051

ตารางที่ จ.4 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าการระเหยของเชื้อเพลิงต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
RVP(kPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
58.0	6.09	0.977	0.105	0.27	0.901	0.808	6.348	4.955	0.033	3.411
60.0	6.168	0.996	0.105	0.27	0.901	0.808	6.372	4.98	0.033	3.445
62.0	6.329	1.027	0.105	0.27	0.901	0.808	6.4	5.006	0.033	3.514
CO Emission Factor(g/km)										
RVP(kPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
58.0	27.115	5.432	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.005
60.0	27.523	5.51	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.171
62.0	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.787
NO_x Emission Factor(g/km)										
RVP(kPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
58.0	2.317	0.149	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.557
60.0	2.326	0.15	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.56
62.0	2.334	0.15	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.564
PM Emission Factor(g/km)										
RVP(kPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
58.0	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
60.0	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
62.0	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051

ตารางที่ จ.5 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าความดันบรรยากาศต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
Barometric Pressure (hPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
1006.00	6.329	1.027	0.105	0.27	0.901	0.808	6.4	5.006	0.033	3.514
1009.00	6.329	1.027	0.105	0.27	0.901	0.808	6.4	5.006	0.033	3.514
1014.00	6.329	1.027	0.105	0.27	0.901	0.808	6.4	5.006	0.033	3.514
1020.00	6.329	1.027	0.105	0.27	0.901	0.808	6.4	5.006	0.033	3.514

ตารางที่ จ.5 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าความดันบรรยากาศต่างๆ (ต่อ)

CO Emission Factor(g/km)										
Barometric Pressure (hPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
1006.00	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.787
1009.00	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.787
1014.00	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.787
1020.00	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.41	21.895	16.289	0.09	15.787
NO_x Emission Factor(g/km)										
Barometric Pressure (hPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
1006.00	2.332	0.15	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.563
1009.00	2.334	0.15	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.564
1014.00	2.338	0.151	0.712	0.146	5.708	5.345	0.319	0.293	0.003	2.565
1020.00	2.343	0.151	0.712	0.146	5.708	5.345	0.32	0.294	0.003	2.568
PM Emission Factor(g/km)										
Barometric Pressure (hPa)	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
1006.00	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
1009.00	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
1014.00	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051
1020.00	0.021	0.032	0.033	0.015	0.78	0.12	0.027	0.03	0.013	0.051

ตารางที่ จ.6 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
humidity	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
rh ชุดที่ 1	6.350	1.159	0.105	0.270	0.901	0.808	6.849	5.322	0.033	3.572
rh ชุดที่ 2	6.351	1.159	0.105	0.270	0.901	0.808	6.849	5.322	0.033	3.573
rh ชุดที่ 3	6.352	1.159	0.105	0.270	0.901	0.808	6.849	5.322	0.033	3.573
CO Emission Factor(g/km)										
humidity	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
rh ชุดที่ 1	27.322	5.936	1.73	2.981	4.827	4.41	19.913	14.815	0.09	14.881
rh ชุดที่ 2	27.743	5.936	1.730	2.981	4.827	4.410	19.913	14.815	0.090	15.051
rh ชุดที่ 3	27.934	5.936	1.73	2.981	4.827	4.41	19.913	14.815	0.09	15.128
NO_x Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
rh ชุดที่ 1	2.407	0.172	0.712	0.146	5.708	5.345	0.387	0.355	0.003	2.601
rh ชุดที่ 2	2.406	0.170	0.712	0.146	5.708	5.345	0.381	0.350	0.003	2.600
rh ชุดที่ 3	2.406	0.169	0.712	0.146	5.708	5.345	0.378	0.347	0.003	2.6
PM Emission Factor(g/km)										
ปี	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
rh ชุดที่ 1	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
rh ชุดที่ 2	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
rh ชุดที่ 3	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051

ตารางที่ จ.7 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC, CO,NO_x และ PM ที่ปริมาณเมฆปกคลุมต่างๆ

HC Emission Factor(g/km)										
cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
0.4	6.330	1.027	0.105	0.270	0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
0.5	6.330	1.027	0.105	0.270	0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
0.6	6.330	1.027	0.105	0.270	0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
0.7	6.329	1.027	0.105	0.270	0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
0.8	6.329	1.027	0.105	0.270	0.901	0.808	6.400	5.006	0.033	3.514
CO Emission Factor(g/km)										
cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
0.4	29.404	5.804	1.730	2.981	4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.935
0.5	29.282	5.804	1.730	2.981	4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.935
0.6	29.160	5.804	1.730	2.981	4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.935
0.7	29.038	5.804	1.730	2.981	4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.935
0.8	28.916	5.804	1.730	2.981	4.827	4.410	21.895	16.289	0.090	15.935
NO_x Emission Factor(g/km)										
cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
0.4	2.362	0.150	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.575
0.5	2.353	0.150	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.575
0.6	2.344	0.150	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.575
0.7	2.335	0.150	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.575
0.8	2.326	0.150	0.712	0.146	5.708	5.345	0.318	0.292	0.003	2.575
PM Emission Factor(g/km)										
cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All Veh
0.4	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
0.5	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
0.6	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
0.7	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051
0.8	0.021	0.032	0.033	0.015	0.780	0.120	0.027	0.030	0.013	0.051

ตารางที่ จ.8 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุต เป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน

HC Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	6.263	0.989	0.105	0.27	0.901	0.807	11.598	5.169	0.033	4.795
2	6.285	0.995	0.105	0.27	0.901	0.807	11.615	5.182	0.033	4.808
3	6.421	1.031	0.105	0.27	0.901	0.807	11.8	5.3	0.033	4.901
4	6.446	1.037	0.105	0.27	0.901	0.807	11.818	5.311	0.033	4.916
5	6.34	1.007	0.105	0.27	0.901	0.807	11.641	5.224	0.033	4.839
6	6.392	1.022	0.105	0.27	0.901	0.807	11.728	5.264	0.033	4.877
7	6.288	0.994	0.105	0.27	0.901	0.807	11.582	5.189	0.033	4.805
8	6.302	0.998	0.105	0.27	0.901	0.807	11.6	5.199	0.033	4.815
9	6.310	1.001	0.105	0.27	0.901	0.807	11.611	5.201	0.033	4.82
10	6.271	0.989	0.105	0.27	0.901	0.807	11.551	5.171	0.033	4.793
11	6.235	0.981	0.105	0.27	0.901	0.807	11.509	5.123	0.033	4.769
12	6.334	1.007	0.105	0.27	0.901	0.807	11.7	5.234	0.033	4.844
average monthly hourly temperature(X)	6.324	1.004	0.105	0.270	0.901	0.807	11.646	5.214	0.033	4.832
±SD	0.066	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.056	0.000	0.045
annual hourly temperature	6.329	1.005	0.105	0.27	0.901	0.807	11.635	5.207	0.033	4.833
difference between average and annual	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.011	-0.007	0.000	0.001
%HC difference between average and annual	0.080	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024

ตารางที่ จ.9 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุต เป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน

CO Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	27.600	5.75	1.73	2.981	4.827	4.404	18.12	15.402	0.09	17.211
2	28.094	5.764	1.73	2.981	4.827	4.404	18.487	15.715	0.09	17.506
3	31.009	5.819	1.73	2.981	4.827	4.404	20.598	17.509	0.09	19.24
4	31.495	5.839	1.73	2.981	4.827	4.404	20.842	17.716	0.09	19.515
5	29.44	5.81	1.73	2.981	4.827	4.404	19.457	16.539	0.09	18.307
6	30.429	5.822	1.73	2.981	4.827	4.404	20.15	17.128	0.09	18.892
7	28.581	5.776	1.73	2.981	4.827	4.404	18.894	16.061	0.09	17.803
8	28.795	5.781	1.73	2.981	4.827	4.404	19.061	16.203	0.09	17.932
9	28.858	5.784	1.73	2.981	4.827	4.404	19.104	16.239	0.09	17.969
10	28.173	5.771	1.73	2.981	4.827	4.404	18.59	15.802	0.09	17.559
11	27.146	5.746	1.73	2.981	4.827	4.404	17.815	15.143	0.09	16.945
12	28.905	5.799	1.73	2.981	4.827	4.404	19.08	16.219	0.09	17.99
average monthly hourly temperature(X)	29.044	5.788	1.730	2.981	4.827	4.404	19.183	16.306	0.090	18.072
±SD	1.336	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.940	0.799	0.000	0.791
annual hourly temperature	29.038	5.804	1.73	2.981	4.827	4.404	19.163	16.289	0.09	18.067
difference between average and annual	-0.006	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.020	-0.017	0.000	-0.005
%C0 difference between average and annual	-0.02	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.11	-0.11	0.00	-0.03

ตารางที่ จ.10 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายปี และ ค่าอุณหภูมิแต่ละชั่วโมงเฉลี่ยรายเดือน

NO_x Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	2.300	0.156	0.712	0.146	5.708	5.34	0.339	0.311	0.003	1.904
2	2.312	0.154	0.712	0.146	5.708	5.34	0.331	0.304	0.003	1.909
3	2.474	0.15	0.712	0.146	5.708	5.34	0.308	0.283	0.003	1.986
4	2.503	0.15	0.712	0.146	5.708	5.34	0.307	0.282	0.003	2
5	2.366	0.151	0.712	0.146	5.708	5.34	0.316	0.29	0.003	1.934
6	2.429	0.15	0.712	0.146	5.708	5.34	0.311	0.285	0.003	1.964
7	2.334	0.152	0.712	0.146	5.708	5.34	0.324	0.297	0.003	1.919
8	2.338	0.151	0.712	0.146	5.708	5.34	0.321	0.294	0.003	1.92
9	2.336	0.151	0.712	0.146	5.708	5.34	0.32	0.293	0.003	1.919
10	2.314	0.153	0.712	0.146	5.708	5.34	0.327	0.3	0.003	1.909
11	2.287	0.157	0.712	0.146	5.708	5.34	0.343	**0.315**	0.003	1.898
12	2.333	0.151	0.712	0.146	5.708	5.34	0.322	0.295	0.003	1.918
average monthly hourly temperature(X)	2.361	0.1522	0.712	0.146	5.708	5.34	0.322	0.296	0.003	1.932
±SD	0.070	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.010	0.000	0.033
annual hourly temperature	2.335	0.150	0.712	0.146	5.708	5.34	0.318	0.292	0.003	1.918
difference between average and annual	-0.026	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.004	-0.004	0.000	-0.014
%NOx difference between average and annual	-1.1	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4	-1.3	0.0	-0.7

ตารางที่ จ.11 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

HC Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
2	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
3	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
4	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
5	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
6	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
7	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
8	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
9	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
10	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
11	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
12	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
average(X)	6.115	0.956	0.105	0.270	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
±SD	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
annual	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
difference between average and annual	-0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
%HC difference between average and annual	-0.0082	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ จ.12 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

CO Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	23.489	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.835
2	23.567	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.874
3	23.62	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.9
4	23.639	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.91
5	23.878	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.029
6	23.788	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.984
7	23.914	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.047
8	23.83	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.005
9	23.848	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.014
10	23.768	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.974
11	23.478	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.829
12	23.442	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.811
average(X)	23.69	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.934
±SD	0.169	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085
annual	23.643	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.912
difference between average and annual	-0.0454	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0223
%CO difference between average and annual	-0.1921	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1498

ตารางที่ จ.13 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

NO_x Emission Factor(g/km)										
เดือน	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	2.372	0.185	0.712	0.146	5.708	5.340	0.430	0.394	0.003	1.952
2	2.317	0.179	0.712	0.146	5.708	5.340	0.417	0.382	0.003	1.923
3	2.296	0.177	0.712	0.146	5.708	5.340	0.411	0.378	0.003	1.912
4	2.293	0.177	0.712	0.146	5.708	5.340	0.411	0.377	0.003	1.910
5	2.232	0.170	0.712	0.146	5.708	5.340	0.395	0.362	0.003	1.878
6	2.248	0.172	0.712	0.146	5.708	5.340	0.400	0.367	0.003	1.886
7	2.228	0.169	0.712	0.146	5.708	5.340	0.393	0.361	0.003	1.875
8	2.247	0.172	0.712	0.146	5.708	5.340	0.399	0.366	0.003	1.886
9	2.236	0.170	0.712	0.146	5.708	5.340	0.396	0.363	0.003	1.879
10	2.259	0.173	0.712	0.146	5.708	5.340	0.402	0.369	0.003	1.892
11	2.363	0.184	0.712	0.146	5.708	5.340	0.428	0.393	0.003	1.948
12	2.372	0.185	0.712	0.146	5.708	5.340	0.430	0.395	0.003	1.952
average(X)	2.289	0.176	0.712	0.146	5.708	5.340	0.409	0.376	0.003	1.908
±SD	0.056	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.013	0.000	0.030
annual	2.285	0.176	0.712	0.146	5.708	5.340	0.409	0.376	0.003	1.906
difference between average and annual	-0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002
%NOx difference between average and annual	-0.157	-0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.081	0.111	0.000	-0.092

ตารางที่ จ.14 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ HC ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

HC Emission Factor(g/km)											
เดือน	Cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	0.5	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.803
2	0.4	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.803
3	0.6	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
4	0.6	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
5	0.8	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
6	0.7	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
7	0.8	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
8	0.8	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
9	0.8	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
10	0.8	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
11	0.7	6.114	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
12	0.6	6.115	0.956	0.105	0.27	0.901	0.807	12.211	5.756	0.033	4.802
average(X)		6.1144	0.9560	0.1050	0.2700	0.9010	0.807	12.211	5.756	0.033	4.8022
±SD		0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
annual		6.1140	0.9560	0.1050	0.2700	0.9010	0.807	12.211	5.756	0.033	4.8020
difference between average and annual		-0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0002
%HC difference between average and annual		-0.007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.003

ตารางที่ จ.15 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ CO ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

CO Emission Factor(g/km)											
เดือน	cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	0.5	23.99	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.084
2	0.4	24.179	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	15.178
3	0.6	23.816	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.998
4	0.6	23.816	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.998
5	0.8	23.47	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.825
6	0.7	23.643	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.912
7	0.8	23.47	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.825
8	0.8	23.47	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.825
9	0.8	23.47	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.825
10	0.8	23.47	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.825
11	0.7	23.643	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.912
12	0.6	23.816	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.998
average(X)		23.688	5.614	1.730	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.934
±SD		0.238	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.119
annual		23.643	5.614	1.73	2.981	4.827	4.404	15.664	13.315	0.09	14.912
difference between average and annual		-0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.022
%CO difference between average and annual		-0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.15

ตารางที่ จ.16 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ NO_x ที่ได้จากรันแบบจำลอง MOBILE-THAI โดยให้อินพุตเป็นค่าปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี และ เฉลี่ยรายเดือน

NO_x Emission Factor(g/km)											
เดือน	cloud	LDGV	LDGSH	LDDV	LDGAS	HDDV	BUS	2 Stroke	4 Stroke	Tuk Tuk	All veh
1	0.5	2.315	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.921
2	0.4	2.331	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.929
3	0.6	2.3	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.914
4	0.6	2.3	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.914
5	0.8	2.271	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.899
6	0.7	2.286	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.906
7	0.8	2.271	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.899
8	0.8	2.271	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.899
9	0.8	2.271	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.899
10	0.8	2.271	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.899
11	0.7	2.286	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.906
12	0.6	2.3	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.914
average(X)		2.289	0.176	0.712	0.146	5.708	5.340	0.409	0.376	0.003	1.908
±SD		0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
annual		2.286	0.176	0.712	0.146	5.708	5.34	0.409	0.376	0.003	1.906
difference between average and annual		-0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002
$\%NO_x$ difference between average and annual		-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.12

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศิริมา หนูทิม เกิดวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549