คู่มือ

การคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ สำหรับแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ ในประเทศไทย

PRTR Release Estimation Manual for Motor Vehicles in Thailand

สิงหาคม 2559

โครงการความร่วมมือทางวิชาการกับประเทศญี่ปุ่น
ในการพัฒนาระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษในประเทศไทย

The Development of Basic Schemes for PRTR System
in Kingdom of Thailand

คำนำ

การจัดทำคู่มือการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสำหรับแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ในประเทศไทย เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานภายใต้โครงการความร่วมมือกับประเทศญี่ปุ่นในการพัฒนาระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษในประเทศไทย (The Development of PRTR System in the Kingdom of Thailand) ซึ่งกรมควบคุมมลพิษดำเนินโครงการร่วมกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency : JICA)

คู่มือการการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษจากรถยนต์ เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นสำหรับใช้เป็นแนวทางในการคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ในประเทศไทย โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย ประเภทของรถยนต์ ประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภทของสารมลพิษจากรถยนต์ กิจกรรมที่มีการปลดปล่อยมลพิษรถยนต์ การสำรวจปริมาณรถยนต์และสภาพการจราจรในพื้นที่ศึกษา และวิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษจากรถยนต์ ซึ่งคู่มือนี้จะได้รับการพัฒนาเป็นคู่มือสำหรับคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษจากรถยนต์ในประเทศไทยต่อไป

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในเชิงวิชาการต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สิงหาคม 2559

สารบัญ

คำนำ

สารบัญ

บทนำ 8

1. แนวทางในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ 11
   - 1.1 ประเภทของรถยนต์ 11
   - 1.2 ประเภทของเชื้อเพลิง 13
   - 1.3 สารมลพิษกลุ่มเป้าหมาย 13
   - 1.4 การสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ในพื้นที่ศึกษา 15
   - 1.5 วิธีการพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ 23
2. วิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ 28
   - 2.1 ข้อมูลที่จำเป็นในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ 30
   - 2.2 ขั้นตอนและรายละเอียดการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ 31
3. การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดระยอง 41
   - 3.1 การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ 41
   - 3.2 การสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ในพื้นที่จังหวัดระยอง 45

สารบัญ

3.3 ขั้นตอนและรายละเอียดการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง 46

3.4 การทวนสอบผลการคาดประมาณการปลดปล่อยปริมาณสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง 46

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารเคมีเป้าหมาย 50

ภาคผนวก ข คำนิยามศัพท์เทคนิคของแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทรถยนต์ 51

ภาคผนวก ค ประเภทของรถยนต์ในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 52

ภาคผนวก ง ประเภทของเชื้อเพลิงในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 58

ภาคผนวก จ มาตรฐานไอเสียรถยนต์ในประเทศไทย 62

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ของประเทศต่างๆ 63

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 12
ตัวอย่างประเภทรถยนต์สำหรับการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะในพื้นที่นำร่องจังหวัดระยอง
รูปที่ 1-2 14
แหล่งและลักษณะการเกิดสารมลพิษจากรถยนต์
รูปที่ 1-3 22
แนวทางการวางแผนการสำรวจปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา
รูปที่ 1-4 23
ผังการทดสอบมลพิษจากรถยนต์ในห้องปฏิบัติการ
รูปที่ 1-5 25
วิธีการเก็บตัวอย่างสาร VOCs ด้วยหลอดเก็บตัวอย่าง Thermal desorption tube
รูปที่ 1-6 26
วิธีการเก็บตัวอย่างสาร Carbonyls ด้วย DNPH tube
รูปที่ 2-1 30
แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์
รูปที่ 2-2 36
แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์โดยวิธีละเอียด

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1-1 16
ตัวอย่างข้อมูลปริมาณจราจรในพื้นที่จังหวัดระยองบริเวณถนนเส้นต่างๆ
ตารางที่ 2-1 33
ตัวอย่างของอัตราการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดของแต่ละประเภทรถยนต์
ตารางที่ 2-2 34
ตัวคูณสารมลพิษแต่ละชนิดของรถยนต์แต่ละประเภท
ตารางที่ 2-3 37
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์เบนซินและดีเซลขนาดเล็ก
ตารางที่ 2-4 38
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบรรทุกเบนซินและดีเซลขนาดเล็ก
ตารางที่ 2-5 38
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบรรทุกเบนซินและดีเซลขนาดใหญ่
ตารางที่ 2-6 39
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบัสขนาดใหญ่
ตารางที่ 2-7 40
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถจักรยานยนต์
ตารางที่ 3-1 42
ข้อมูลตัวคูณมลพิษชนิดต่างๆ จากรถยนต์ในจังหวัดระยอง
ตารางที่ 3-2 42
ค่าตัวคูณมลพิษของ THC จากรถยนต์แต่ละประเภทและเชื้อเพลิง

ตารางที่ 3-3 43
สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls
ใน THC ของไอเสียรถยนต์เบนซิน
ตารางที่ 3-4 43
สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls
ใน THC ของไอเสียรถยนต์ดีเซลเล็กและใหญ่
ตารางที่ 3-5 44
สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls
ใน THC ของไอเสียรถจักรยานยนต์
ตารางที่ 3-6 44
ตัวคูณมลพิษของ NOx สำหรับการคาดประมาณ
การปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง
ตารางที่ 3-7 44
ตัวคูณมลพิษของ SO_2 สำหรับการคาดประมาณ
การปลดปล่อยจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง
ตารางที่ 3-8 45
ข้อมูล VKG in Rayong Province (from Report for Traffic Data)

บทนำ

สถานการณ์ด้านมลพิษจากไอเสียรถยนต์

ปัจจุบันมลพิษจากไอเสียรถยนต์มีความสำคัญและทวีความรุนแรงของปัญหาด้านคุณภาพอากาศในชุมชนเมืองมากยิ่งขึ้น ด้วยจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องยนต์ การใช้เชื้อเพลิงหลากหลายชนิด ตลอดจนการเจริญเติบโตของสังคมเมืองนำมาซึ่งความต้องการในการเดินทางและการขนส่งมากยิ่งขึ้น ทำให้รถยนต์กลายเป็นอีกหนึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญและจะต้องได้รับการจัดการและแก้ไขด้วยนโยบายและมาตรการที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อทำให้คุณภาพอากาศในสิ่งแวดล้อมมีคุณภาพดี ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ต่อไป

ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดทำทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษของโครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลญี่ปุ่นและรัฐบาลไทย ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2559 โดยผ่านทางองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency : JICA) ได้ทำการพัฒนาตัวคูณสารมลพิษ (Emission Factors) และตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสารมลพิษจากรถยนต์ จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ Benzene, 1,3-butadiene, Formaldehyde, Acetaldehyde, Toluene, Styrene, Xylenes, Hexane, Pentane, Acetone, SOx และ NOx ผลการประเมินพบสารมลพิษจำนวน 9 ชนิด (สารกลุ่มอินทรีย์ระเหย (VOCs) 7 ชนิด NOx และ Sox) และปริมาณการปลดปล่อยด้วยฐานข้อมูลปริมาณการจราจรในพื้นที่จังหวัดระยอง ประจำปี พ.ศ. 2556 ได้แก่ Benzene 81.3 ตัน, 1,3-butadiene 48.1 ตัน, Formaldehyde 118 ตัน, Acetaldehyde 36.7 ตัน, Toluene 59.7 ตัน, Xylenes 52.9 ตัน , Acetone 59.2 ตัน , SOx 96.10 ตัน และ NOx 2,898.8 ตัน

โดยข้อมูลผลการประเมินการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ดังกล่าวจะนำไปใช้ในการผลักดันมาตรการและแนวทางในการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาต่อไป

คู่มือการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ จัดทำขึ้นโดยคณะทำงานภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลญี่ปุ่นและรัฐบาลไทยในโครงการ The Development of Basic Schemes for PRTR System in Kingdom of Thailand หรือ PRTR Project ซึ่งมีระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2555–2559

● วัตถุประสงค์และขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคาดประมาณชนิดและปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ในแต่ละกิจกรรมการใช้งานของรถยนต์ โดยมีตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชนิดและปริมาณสารเคมีที่ปลดปล่อยออกมากับไอเสียรถยนต์ ได้แก่ ประเภทของรถยนต์ ชนิดของเชื้อเพลิง พฤติกรรมการขับขี่ สภาพการจราจร และคุณลักษณะของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ อายุ ขนาดของเครื่องยนต์ เลขไมล์ และการดูแลรักษา เป็นต้น ผลของการคาดประมาณการจะนำไปสู่ภาพรวมของปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษกลุ่มเป้าหมายจากภาคการขนส่งของประเทศไทย และทำการเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศประเภทอื่นๆ เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคครัวเรือน เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลปริมาณการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์จะนำไปสู่การจัดทำแนวทาง นโยบายและมาตการในการแก้ไขปัญหามลพิษด้านอากาศและเสียงจากภาคการขนส่งในประเทศไทยต่อไป

เนื้อหาของคู่มือประกอบด้วย รายชื่อสารมลพิษกลุ่มเป้าหมาย ตัวคูณมลพิษของสารมลพิษกลุ่มเป้าหมายจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงแตกต่างกัน

วิธีการพัฒนาตัวคูณมลพิษ วิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาภายใต้โครงการ The Development of Basic Schemes for PRTR System in Kingdom of Thailand (2555–2559) ตลอดจนการประเมินปริมาณการจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากภาคการขนส่ง โดยแนวทางและวิธีในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในคู่มือฉบับนี้เป็นวิธีการที่เป็นสากล เป็นวิธีการที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากภาคการขนส่งตามวัตถุประสงค์ต่างๆ นอกจากนี้คู่มือฉบับนี้ยังมีตัวอย่างของวิธีการพัฒนาตัวคูณมลพิษ ตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ จากการใช้เชื้อเพลิงแตกต่างกัน และวิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่จัดทำโดยหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

การใช้ประโยชน์คู่มือ

คู่มือการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในประเทศไทยนี้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการ The Development of Basic Schemes for PRTR System in Kingdom of Thailand (2554–2558) ซึ่งคู่มือฉบับนี้ได้จัดทำแนวทางและรายละเอียดในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์แต่ละประเภทและจากการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างกันในประเทศไทย โดยสามารถประยุกต์ใช้สำหรับพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ในประเทศไทยได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ ผู้ใช้คู่มือฉบับนี้จะต้องพิจารณาถึงตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการประเมินด้วย ซึ่งอาจจะมีความเหมือนหรือแตกต่างกันได้ในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ผลการคาดประมาณการมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือต่อไป

1 แนวทางในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1 ● ประเภทของรถยนต์

ข้อมูลการจดทะเบียนและประเภทของรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาปัจจุบัน เป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่นำร่องในการจัดทำระบบ PRTR System โดยสำหรับประเทศไทย ได้กำหนดประเภทของรถยนต์เพื่อใช้การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษ (Emission Factors) สำหรับใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ รถจักรยานยนต์ (Motorcycle ; MC) รถยนต์เบนซิน (Light Duty Gasoline Vehicle ; LG) รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก (Light Duty Diesel Vehicle ; LD) และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ (Heavy Duty Diesel Vehicle ; HD) นอกจากข้อมูลจำนวนและประเภทรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาแล้ว ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาจะต้องทำการสำรวจสภาพการจราจรและปริมาณรถยนต์ที่วิ่งในแต่ละเส้นทางเฉลี่ยในช่วงเวลา เช่น เฉลี่ยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง เฉลี่ย 1 เดือน หรือ ระยะเวลา 1 ปี เป็นต้น รวมทั้งข้อมูลคุณลักษณะของรถยนต์ที่วิ่งใช้งาน ได้แก่ เทคโนโลยีของรถยนต์ เชื้อเพลิงที่ใช้ อายุของรถยนต์ และอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะทำให้การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ตัวอย่างประเภทรถยนต์ที่นำมาคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์แสดงดังรูปที่ 1-1

รถจักรยานยนต์

รถยนต์เบนซิน

รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

● **รูปที่ 1-1** ตัวอย่างประเภทรถยนต์สำหรับการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะในพื้นที่นำร่องจังหวัดระยอง

นอกจากนั้น ยังมีข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและประเภทของรถยนต์ ได้แก่ เทคโนโลยีของเครื่องยนต์แต่ละประเภท มาตรฐานมลพิษจากไอเสียรถยนต์ ข้อมูลการดูแลและบำรุงรักษารถยนต์หลังการจดทะเบียน (Inspection Program : I/M) ข้อมูลเทคโนโลยีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากไอเสียรถยนต์ (Emission Control Devices) ระยะทางในการวิ่งใช้งานในช่วงเวลาต่าง (Vehicle Kilometer Travelled ; VKT) เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาพิจารณาในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ของแต่ละพื้นที่ด้วย ตัวอย่างประเภทของรถยนต์ตาม พรบ.รถยนต์ พ.ศ. 2522 และ พรบ.ขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 รายละเอียดในภาคผนวก ค.

1.2 ● ประเภทของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้กับรถยนต์ในประเทศไทยในปัจจุบันมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E10, E20 และ E85) น้ำมันดีเซล (B5 และ B7) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas : LPG) และก๊าซธรรมชาติ (Compressed Natural Gas : CNG) เป็นต้น ซึ่งสารมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันทั้งชนิดของสารมลพิษและปริมาณความเข้มข้น ข้อมูลชนิด คุณลักษณะ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจะต้องนำมาพิจารณาในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างของรายละเอียดคุณลักษณะของเชื้อเพลิงที่สำคัญในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ดังภาคผนวก ง.

1.3 ● สารมลพิษกลุ่มเป้าหมาย

ภายใต้โครงการ JICA-PRTR ได้กำหนดชนิดสารมลพิษกลุ่มเป้าหมายที่ปลดปล่อยจากรถยนต์มี จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ Benzene, 1,3-butadiene, Formaldehyde, Acetaldehyde, Toluene, Styrene, Xylenes, Hexane, Pentane, Acetone, SOx และ NOx) สารดังกล่าวเหล่านี้ปลดปล่อยออกมาจากไอเสียรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่มีการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน ซึ่งภายใต้โครงการศึกษาในครั้งนี้จะทำการพัฒนาตัวคูณมลพิษของสารมลพิษทั้ง 12 ชนิดที่ปลดปล่อยจากไอเสียรถยนต์ตามประเภทของรถยนต์และเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานจริงในจังหวัดระยอง เพื่อนำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยของสารมลพิษแต่ละชนิดจากภาคการขนส่ง โดยประเมินจากสภาพการจราจรในพื้นที่จริง

อย่างไรก็ตาม แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ เป็นสิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจให้ตรงกันเป็นลำดับแรก เพื่อจะนำไปสู่การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดดังที่ได้กล่าวข้างต้น

เพื่อให้ได้ค่าตัวคูณมลพิษที่ถูกต้องเหมาะสม นำไปสู่การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาให้ถูกต้องต่อไป ทั้งนี้ สารมลพิษจากรถยนต์เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์ และกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งในทางวิชาการสามารถสรุปลักษณะของการเกิดสารมลพิษจากรถยนต์ได้ 3 กิจกรรมหลักๆ ดังนี้

1. สารมลพิษที่เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์และการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ก่อนที่จะระบายสารมลพิษออกมาทางท่อไอเสียสู่สิ่งแวดล้อม สารมลพิษที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้เรียกว่า Exhaust Emissions

2. สารมลพิษที่เกิดจากการระเหยของน้ำมันที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ ซึ่งการระเหยจะเกิดขึ้นในสภาพของอุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมที่สูงขึ้น การเกิดสารมลพิษในลักษณะนี้เรียกว่า Evaporative Emissions

3. สารที่เกิดขึ้นในขณะที่เติมน้ำมันหรือเชื้อเพลิง ทำให้เกิดสารมลพิษในรูปของการระเหย เรียกการเกิดสารมลพิษในลักษณะนี้ว่า Refueling Emissions

● **รูปที่ 1-2** แหล่งและลักษณะการเกิดสารมลพิษจากรถยนต์

นอกจากลักษณะของการเกิดสารมลพิษจากรถยนต์ใน 3 วิธีที่ได้กล่าวไปแล้ว ยังมีกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานรถยนต์ในแต่ละช่วงเวลา ที่ทำให้เกิดสารมลพิษได้อีก ได้แก่ การสตาร์ทรถยนต์ (Start up Engine) การจอดรถยนต์หลังจากใช้งานเสร็จ (Diurnal Loss) หรือจำนวนครั้งในการใช้งานต่อวัน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะต้องนำมาพิจารณาในการพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดด้วย ทั้งนี้ จากลักษณะของการเกิดสารมลพิษจากรถยนต์ดังกล่าว ปัจจุบันหน่วยงานที่รับผิดชอบได้จัดทำค่ามาตรฐานและกฎหมายควบคุมปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษต่างๆ ออกสู่สิ่งแวดล้อมเรียบร้อยแล้ว โดยมาตรฐานไอเสียรถยนต์สำหรับรถยนต์ใหม่ดำเนินการโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม และมาตรฐานไอเสียรถยนต์ใช้งานดำเนินการโดยกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.4 ● การสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ในพื้นที่ศึกษา

ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาจำเป็นต้องทำการสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ในปัจจุบัน ได้แก่ ข้อมูลจำนวนรถยนต์เฉลี่ยต่อวันในแต่ละเส้นทาง ประเภทของถนนและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา สัดส่วนประเภทของรถยนต์ขนิดต่างๆ ที่วิ่งใช้งานจริงในแต่ละช่วงเวลาการสำรวจ ชนิดของเชื้อเพลิง ระยะทางเฉลี่ยที่วิ่งใช้งานต่อหน่วยเวลาของรถยนต์แต่ละประเภท จำนวนครั้งในการใช้งานรถยนต์แต่ละประเภทต่อวัน รวมทั้งระยะเวลาในการพักการใช้งานของรถยนต์ก่อนที่จะทำการใช้งานในครั้งถัดไป เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจำเป็นและสำคัญมากในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากภาคการขนส่งในพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษาในจังหวัดระยอง ดังตารางที่ 1-1

● **ตารางที่ 1-1** ตัวอย่างข้อมูลปริมาณจราจรในพื้นที่จังหวัดระยองบริเวณถนนเส้นต่างๆ

Organization	Route No.	Section No.	Length (km.)	Traffic volume				
				1. Passenger car < 7 people	2. Passenger car > 7 people	3. Light bus	4. Medium bus	5. Heavy bus
1. DOH	3	206+000	13.9	11,126	9,947	1,671	1,493	1,665
	3	246+000	48.8	4,469	2,254	1,140	198	257
	3	272+500	38.6	8,514	1,493	124	8	188
			101.3					
	36	42+145	17.7	14,408	11,645	3,436	2,759	2,527
	36	56+369	18.5	9,536	4,692	921	51	469
			36.2					
	332	14+000	2.5	2,293	2,153	31	28	36
			2.5					
	344	98+000	11.2	5,295	894	19	17	145
	344	98+000	28.2	5,295	894	19	17	145
			39.4					
	363	4+877	8.4	9,375	8,712	1,450	1,274	1,480
			8.4					
	364	2+000	3.8	5,438	3,542	978	332	1,274
			3.8					
	3138	1+000	25.2	1,453	562	167	27	53
	3138	55+000	21.1	1,811	978	1,237	104	177
	3138	74+000	3.6	8,625	4,722	1,323	204	517
			49.9					
	3139	4+710	23.4	3,322	3,022	372	360	167
	3139	4+710	3.2	3,322	3,022	372	360	167
			26.6					
	3140	0+100	2.6	1,776	1,432	500	234	207
			2.6					
	3142		8					
	3143	0+200	14	2,687	658	60	73	124
	3145	11+500	9	1,422	240	136	44	53
	3145	11+500	16.3	1,422	240	136	44	53
			25.3					
	3161		14.4					
	3162		4.1					
	3163		6.8					
	3164		5.1					
	3171		2.5					
	3191	0+500	4.1	6,768	5,739	1,071	973	863
	3191	0+500	14.7	346	258	5	6	15
	3191	20+500	12.5	3,136	985	9	26	147
			31.3					

classified by type (Vehicle)								Total (Vehicle)	PCU
6. 4-wheel truck	7. Medium truck	8. Heavy truck	9. Full trailor	10. Semi trailor	11. 4-stroke MC-1	12. 2-stroke MC-2	Motor tricycle sub total		
15,907	2,115	1,864	1,565	1,190	1,624	485	2,109	50,652	71,062
8,382	539	824	260	325	1,624	485	2,109	20,757	27,341
12,594	1,031	1,062	571	265	1,733	518	2,251	28,101	37,120
14,435	3,075	2,944	2,527	1,876	4,305	1,286	5,591	65,233	91,058
1,194	876	1,478	613	861	4,086	1,220	5,306	25,997	29,558
3,039	263	272	41	47	1,265	378	1,643	9,846	11,165
7,464	737	934	362	134	1,133	338	1,471	17,472	23,344
7,464	737	934	362	134	1,133	338	1,471	17,472	23,344
10,169	2,066	2,551	2,064	1,522	3,427	1,024	4,451	45,114	62,707
9,017	1,379	1,434	906	0	2,250	672	2,922	27,222	37,394
4,020	112	42	14	13	2,569	768	3,377	9,800	9,980
2,916	803	508	291	292	1,756	524	2,280	11,397	12,755
10,679	517	730	438	287	4,692	1,401	6,093	34,135	39,733
1,188	372	398	105	92	1,706	509	2,215	11,613	12,784
1,188	372	398	105	92	1,706	509	2,215	11,613	12,784
1,750	218	10	0	0	1,420	424	1,844	7,971	8,638
4,916	281	221	105	99	2,212	661	2,873	12,097	13,838
1,500	87	103	20	5	1,066	318	1,384	4,994	5,287
1,500	87	103	20	5	1,066	318	1,384	4,994	5,287
10,264	1,893	2,252	2,435	958	3,475	1,038	4,513	37,729	53,001
1,461	173	129	24	19	573	171	744	3,180	3,874
8,265	839	540	281	583	1,186	354	1,540	16,351	22,648

● ตารางที่ 1-1 (ต่อ)

Organization	Route No.	Section No.	Length (km.)	Traffic volume				
				1. Passenger car < 7 people	2. Passenger car > 7 people	3. Light bus	4. Medium bus	5. Heavy bus
1. DOH	3192		3					
	3245	28+500	21.8	1,799	1,214	167	82	142
			21.8					
	3300		2.1					
	3320		15.6					
	3371		0.7					
	3375		14.1					
	3376	2+000	14.6	2,903	2,654	222	34	36
			14.6					
	3377		24.1					
	3392		6.3					
	3430		3.4					
	3433		10.4					
	3437		12.6					
	3471	0+500	11.9	680	111	53	8	12
	3471	0+500	20.1	680	111	53	8	12
			32					

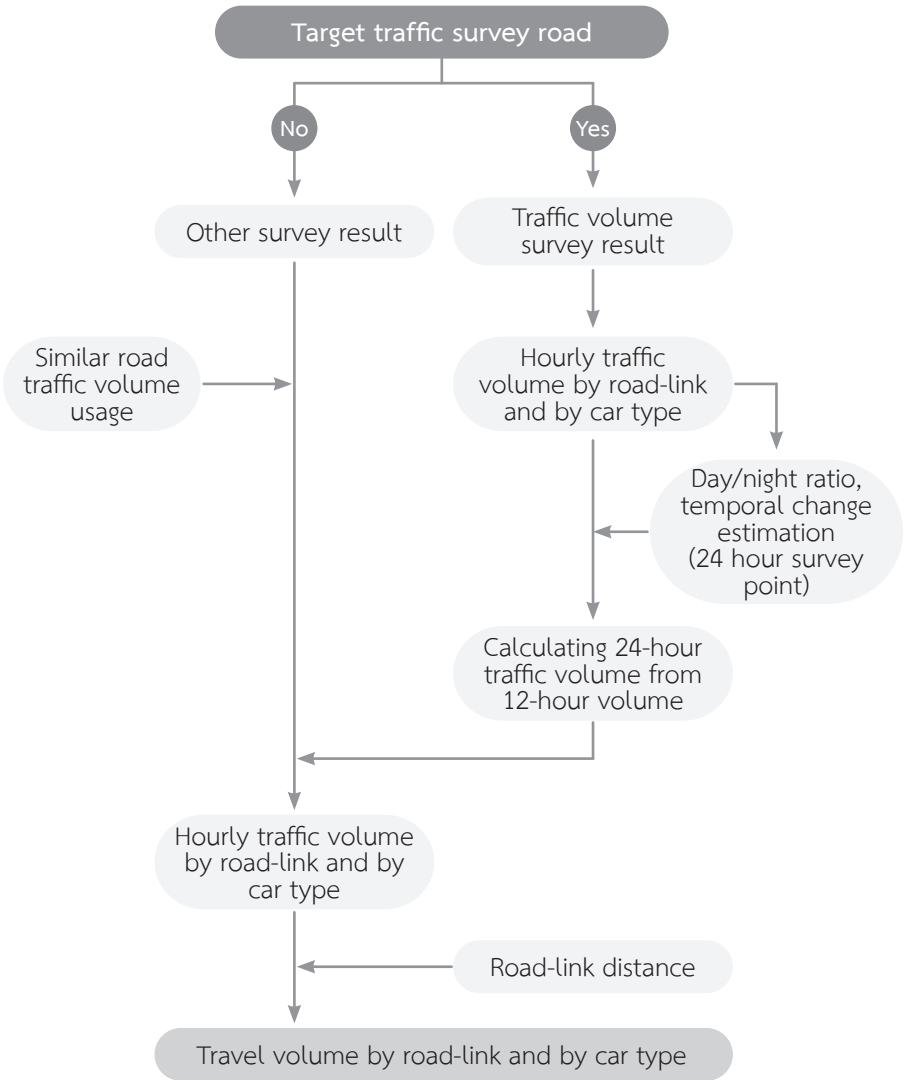
classified by type (Vehicle)								Total (Vehicle)	PCU
6. 4-wheel truck	7. Medium truck	8. Heavy truck	9. Full trailor	10. Semi trailor	11. 4-stroke MC-1	12. 2-stroke MC-2	Motor tricycle sub total		
2,405	611	527	582	334	819	244	1,063	8,926	12,570
5,629	276	253	28	18	3,845	1,149	4,994	17,047	17,439
2,253	141	88	30	28	859	257	1,116	4,520	5,311
2,253	141	88	30	28	859	257	1,116	4,520	5,311

● ตารางที่ 1-1 (ต่อ)

Organization	Route No.	Section No.	Length (km.)	Traffic volume				
				1. Passenger car < 7 people	2. Passenger car > 7 people	3. Light bus	4. Medium bus	5. Heavy bus
2. DOR	Ro Yo 1001		7.000	1,603	80	8	2	2
	Ro Yo 6002		23.850	995	50	5	1	1
	Ro Yo 1003		27.486	1,431	72	7	2	2
	Ro Yo 3004		15.325	1,228	61	6	1	1
	Ro Yo 4005		31.157	1,796	90	9	2	2
	Ro Yo 4006		17.957	10,634	532	53	12	12
	Ro Yo 1007		4.786	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 1008		15.776	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4009		10.550	1,904	95	10	2	2
	Ro Yo 4010		10.760	1,869	93	9	2	2
	Ro Yo 4011		13.471	1,651	83	8	2	2
	Ro Yo 1012		13.000	741	37	4	1	1
	Ro Yo 3013		17.000	13,062	653	65	15	14
	Ro Yo 4014		16.112	399	20	2	0	0
	Ro Yo 2015		18.500	899	45	4	1	1
	Ro Yo 6016		7.950	1,533	77	8	2	2
	Ro Yo 4017		11.500	107	5	1	0	0
	Ro Yo 4019		10.233	352	18	2	0	0
	Ro Yo 6021		15.000	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4022		12.650	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4023		11.969	714	36	4	1	1
	Ro Yo 2024		17.000	619	31	3	1	1
	Ro Yo 3025		29.200	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 2026		11.875	1,654	83	8	2	2
	Ro Yo 4027		11.750	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4028		13.000	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4029		5.283	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 4032		4.500	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 3033		12.700	893	45	4	1	1
	Ro Yo 4034		14.500	321	16	2	0	0
	Ro Yo 3035		7.471	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
	Ro Yo 6036		25.000	1,409	70	7	2	2
	Ro Yo 4038		15.575	2,228	111	11	3	2

classified by type (Vehicle)								Total (Vehicle)	PCU
6. 4-wheel truck	7. Medium truck	8. Heavy truck	9. Full trailor	10. Semi trailor	11. 4-stroke MC-1	12. 2-stroke MC-2	Motor tricycle sub total		
168	33	68	4	9	724	216	940	2,916	2,533
104	20	42	2	6	450	134	584	1,811	1,573
150	29	61	3	8	646	193	840	2,604	2,262
129	25	52	3	7	555	166	720	2,235	1,941
188	37	77	4	10	811	242	1,054	3,268	2,839
1,114	217	454	24	60	4,804	1,435	6,239	19,351	16,809
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
199	39	81	4	11	860	257	1,117	3,464	3,009
196	38	80	4	11	844	252	1,096	3,401	2,954
173	34	70	4	9	746	223	968	3,004	2,609
78	15	32	2	4	335	100	435	1,348	1,171
1,368	266	558	30	74	5,901	1,763	7,663	23,769	20,646
42	8	17	1	2	180	54	234	725	630
94	18	38	2	5	406	121	527	1,636	1,421
161	31	65	4	9	692	207	899	2,789	2,423
11	2	5	0	1	48	14	63	195	169
37	7	15	1	2	159	48	207	641	557
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
75	15	30	2	4	322	96	419	1,299	1,128
65	13	26	1	4	280	84	363	1,127	979
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
173	34	71	4	9			971	2,040	2,615
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
94	18	38	2	5	403	120	524	1,624	1,411
34	17	14	1	2	145	43	189	585	508
n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
148	29	60	3	8	636	190	827	2,564	2,227
233	45	95	5	13	1,006	301	1,307	4,054	3,521

แนวทางการสำรวจข้อมูลและปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้คาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา แสดงดังรูปที่ 1-3



● **รูปที่ 1-3** แนวทางการวางแผนการสำรวจปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา

1.5 ● วิธีการพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์

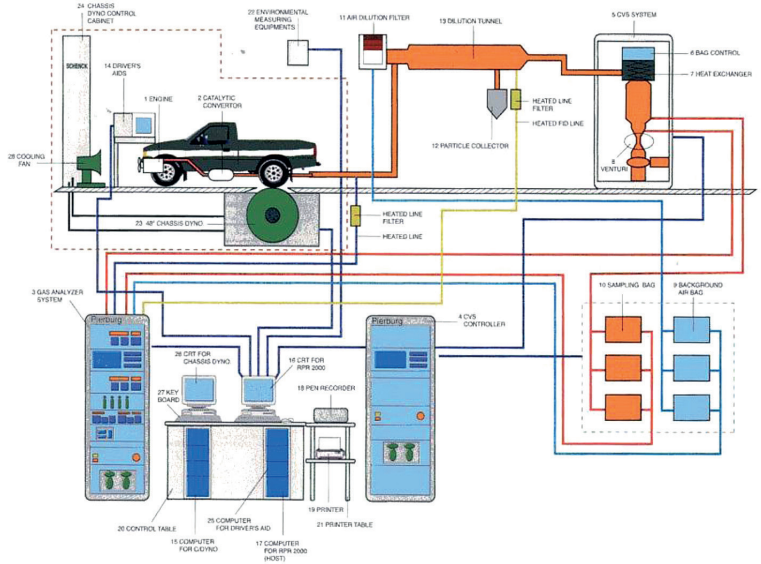
การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์สามารถพัฒนาได้หลายวิธีด้วยกัน ดังนี้

1. การตรวจวัดโดยตรงในห้องปฏิบัติการทดสอบมลพิษจากรถยนต์

วิธีตรวจวัดสารมลพิษโดยตรงจากท่อไอเสียรถยนต์แต่ละประเภทในห้องปฏิบัติการทดสอบรถยนต์จะได้ข้อมูลที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษมากที่สุด โดยมีขั้นตอนการพัฒนาตัวคูณมลพิษ มีดังนี้

1) กำหนดกลุ่มรถยนต์ตัวอย่างและประเภทเชื้อเพลิงที่จะใช้ในการทดสอบ ทำการตรวจสอบรถยนต์ตัวอย่างให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

2) ดำเนินการทดสอบรถยนต์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ (ดังผังการทดสอบในรูปที่ 1-4)



● **รูปที่ 1-4** ผังการทดสอบมลพิษจากรถยนต์ในห้องปฏิบัติการ

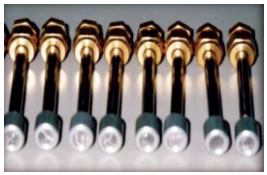
ในการทดสอบด้านมลพิษจากรถยนต์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ รถยนต์ตัวอย่างจะถูกยึดกับแท่นทดสอบ และจำลองสภาพการใช้งานให้เหมือนจริงในการขับขี่บนท้องถนน (Road load simulation) จากนั้นผู้ทดสอบทำการขับขี่รถยนต์ตัวอย่างตามรูปแบบการขับขี่ที่กำหนด (Driving Cycle) ขณะเดียวกันระบบเก็บตัวอย่างไอเสียจะทำการเก็บตัวอย่างจากบริเวณระบบเจือจางไอเสีย (Constant Volume Sampler System : CVS) เพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผลปริมาณสารมลพิษในหน่วย กรัม/กิโลเมตรที่รถยนต์ตัวอย่างวิ่งต่อไป

3) การเก็บตัวอย่างสารมลพิษชนิด Air Toxics ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compound ; VOCs) และสารคาร์บอนิล (Carbonyls) มีดังนี้

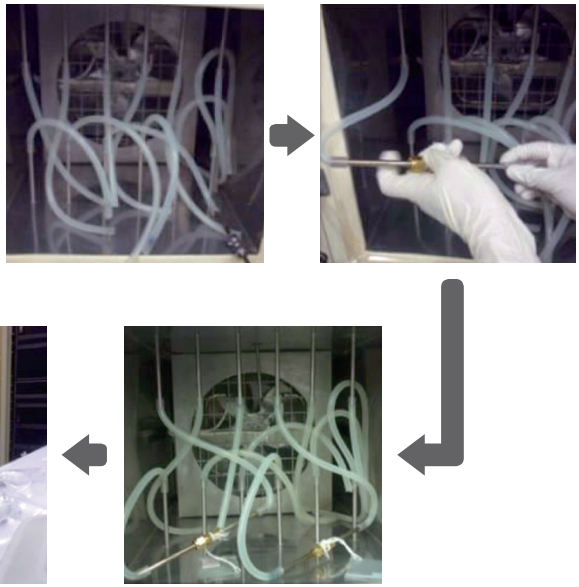
- วิธีการเก็บสารกลุ่มสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds : VOCs)

ใช้หลอดเก็บตัวอย่างชนิด Thermal desorption tube เก็บตัวอย่างไอเสียรถยนต์บริเวณท่อเจือจางไอเสีย (Constant Volume Sample : CVS) ในห้องปฏิบัติการ ด้วยอัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที และทำการวิเคราะห์ชนิดสาร VOCs ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมี ที่มีชื่อว่า “เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟีแมส สเปคโตรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer : GC-MS)” โดยเครื่อง GC-MS สามารถตรวจวัดและวิเคราะห์สาร VOCs ได้ทั้งหมด 44 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 1-5.

BTEX Sampling Flow rate 100 ml/min



หลอดเก็บสาร VOCs
ชนิด Thermal desorption tube

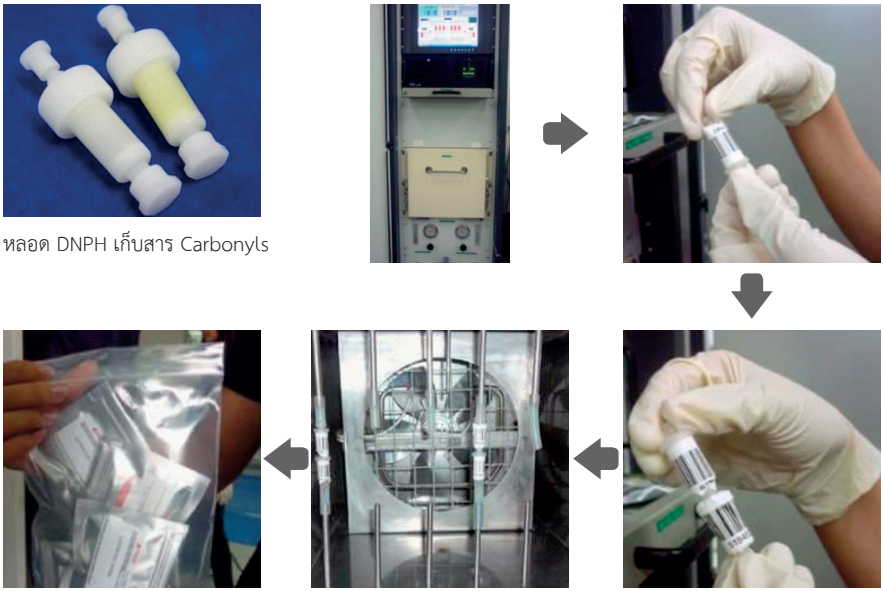


● **รูปที่ 1-5** วิธีการเก็บตัวอย่างสาร VOCs ด้วยหลอดเก็บตัวอย่าง Thermal desorption tube

• วิธีการเก็บสารกลุ่มคาร์บอนิล (Carbonyls Group)

ใช้หลอดเก็บตัวอย่างชนิด Dinitrophenylhydrazine (DNPH) เก็บไอเสียรถยนต์บริเวณท่อเจือจางไอเสีย (Constant Volume Sample : CVS) ในห้องปฏิบัติการ ด้วยอัตราการไหล 700 มิลลิลิตรต่อนาที และทำการวิเคราะห์ชนิดสาร Carbonyls ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีชนิด High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยสามารถประเมินและวิเคราะห์สาร Carbonyls ได้ทั้งหมด 17 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 1-6.

Carbonyls group Sampling Flow rate 700 ml/min



หลอด DNPH เก็บสาร Carbonyls

● **รูปที่ 1-6** วิธีการเก็บตัวอย่างสาร Carbonyls ด้วย DNPH tube

2. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ Mathematic Model ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษ ซึ่งปัจจุบันมีแบบจำลองฯ ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับพัฒนาตัวคูณมลพิษจากยานพาหนะจำนวนมาก ได้แก่ MOBILE 6 IVE Model CALINE 4 เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการนำค่าตัวคูณมลพิษที่ได้จากแบบจำลองฯ มาใช้ในพื้นที่ศึกษานั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองฯ ด้วย เนื่องจากอาจจะมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ เช่น ชนิดของเชื้อเพลิง ประเภทของรถยนต์ มาตรฐานรถยนต์หรือมาตรฐานเชื้อเพลิง เป็นต้น

3. การใช้ค่าตัวคูณมลพิษอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

การใช้ข้อมูลค่าตัวคูณมลพิษจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว สามารถนำมาคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาได้เช่นเดียวกัน หากค่าตัวคูณมลพิษดังกล่าวมีความเหมาะสมและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการประเมิน ทั้งนี้ จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมทั้งชนิดของสารมลพิษ วิธีที่ได้มาซึ่งตัวคูณมลพิษ และข้อจำกัดหรือเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ดีและเหมาะสม

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดจากรถยนต์แต่ละประเภทและจากเชื้อเพลิงต่างๆ ในแต่ละวิธีล้วนมีความสำคัญมากในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา มิเช่นนั้นแล้วจะทำให้ผลการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษาคลาดเคลื่อนและไม่ตรงกับข้อเท็จจริง อันจะมีผลกระทบต่อการนำไปกำหนดหรือเสนอแนะนโยบายและมาตรการในการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศจากยานพาหนะต่อไป

๒ วิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์มีหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่สามารถจัดทำขึ้นใหม่และรวบรวมได้ โดยการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ขั้นพื้นฐานจะคิดจากค่าตัวคูณมลพิษ (Emission Factor) ของสารมลพิษแต่ละชนิดจากแต่ละเชื้อเพลิงและประเภทรถยนต์คูณกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (Fuel Consumption) เฉลี่ยต่อปี ซึ่งจะได้ปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษชนิดนั้นๆ ต่อปี นอกจากนั้นยังสามารถคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์แบบละเอียด ซึ่งจะต้องมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคาดประมาณที่ละเอียดและมีข้อมูลในเชิงลึกมากขึ้น เช่น สภาพการจราจร ปริมาณการจราจร ประเภทของรถยนต์ที่วิ่งใช้งานจริงจากการสำรวจปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลด้านอายุ เชื้อเพลิง เทคโนโลยีของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษในรถยนต์ และพฤติกรรมการใช้รถยนต์ของผู้ขับขี่ เป็นต้น ทั้งนี้ การเลือกใช้วิธีในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้แก่ งบประมาณ ระยะเวลา ข้อมูลที่สามารถสำรวจและรวบรวมได้ เป็นต้น

สรุปการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์สามารถคำนวณได้จากสูตรการคำนวณพื้นฐาน ดังต่อไปนี้ สารมลพิษชนิดต่างๆ ดังสูตรต่อไปนี้

Emission = Emission Factor X Activity Data

Example

- SOx emission per the amount of fuel burnt, calculated based on sulfur content of fuel, the sulfur retained in the ash and the reductuion achieved by emission control technology (fuel combustion)
- NOx emission per distance (exhaust gas emission from vehicles)
- SOx emission per the amount of copper smelted (copper smelting)

- The amount of fuel burnt (fuel combustion)
- The distance of vehicles travelled (exhaust gas emission from vehicles)
- The rates of the production of the commodity (industrial process without combustion)

ที่มา : Guidelines for Developing Emission Inventory in East Asia, the Ministry of the Environment, Japan, 2012

โดยที่ (1) ตัวคูณมลพิษ (Emission Factors) หมายถึง ตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมากับไอเสียรถยนต์ในหน่วย น้ำหนักต่อกิโลเมตรที่รถยนต์วิ่ง ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามประเภทของรถยนต์ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ เป็นต้น

(2) ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รถยนต์ (Activity Data) ได้แก่ ปริมาณรถยนต์แต่ละประเภท (Vehicle Types) ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (Fuel Consumption) เทคโนโลยีต่างๆ ในการควบคุมสารมลพิษ (Control Devices) ที่เกี่ยวข้อง ระยะทางที่รถยนต์วิ่งเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา (Vehicle Kilometer Travelled : VKT)

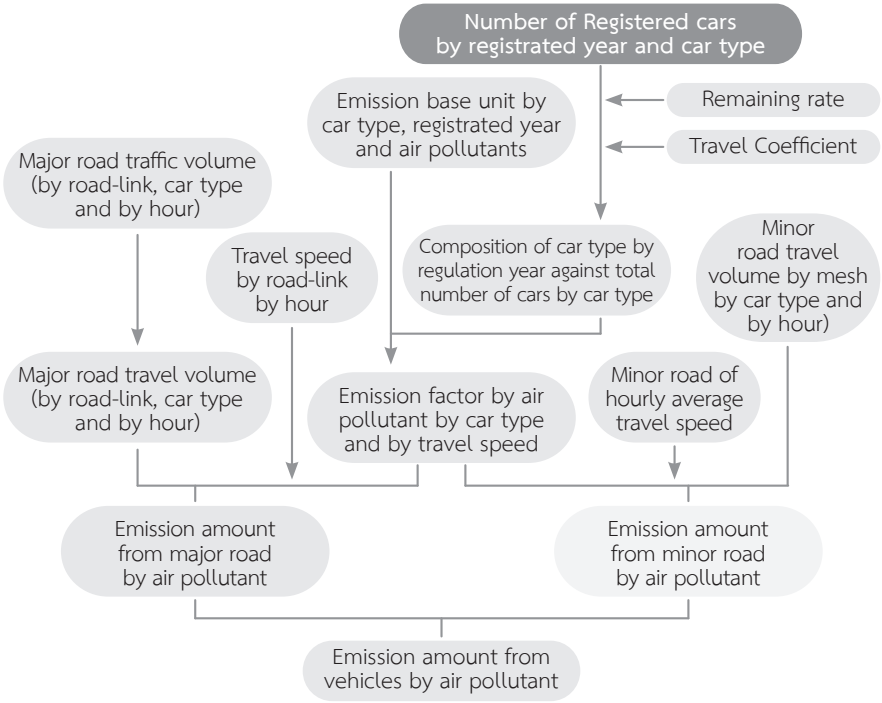
สำหรับการคาดประมาณการปลดปล่อย SO_2 ใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$EF = \frac{2 \times B}{100} \times \frac{10^6}{E} \times \frac{(100-C)}{100} \times \frac{(100-D)}{100}$$

โดยที่

EF	Emission factor (SO_2-kg / Fuel-TJ)
B	Sulfur content of fuel (%)
C	Sulfur retaintion in ash (%)
D	Efficiency of SO_2 emission control (%)
E	Net calorific value TJ/kton

สรุปแนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษชนิดต่างๆ จากรถยนต์ พร้อมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังรูปที่ 2-1



● **รูปที่ 2-1** แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

2.1 ● ข้อมูลที่จำเป็นในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

1. ข้อมูลรถยนต์ ได้แก่ จำนวนรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา ประเภท อายุ เชื้อเพลิงที่ใช้ การซ่อมบำรุง การตรวจสภาพรถยนต์ มาตรฐานรถยนต์และเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ เป็นต้น

2. ข้อมูลปริมาณจราจรและผลการสำรวจการใช้รถยนต์จริงในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณจราจรต่อหน่วยเวลา สัดส่วนประเภทรถยนต์ที่วิ่ง

ใช้งานจริงในขณะที่ทำการสำรวจ เทคโนโลยีของรถยนต์แต่ละประเภท ระยะทางเฉลี่ยที่วิ่งใช้งานต่อปีของรถยนต์แต่ละประเภท ความเร็วเฉลี่ยของการขับขี่ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย ประเภทของถนน คุณลักษระทางกายภาพของถนน จำนวนเลน ขนาดของถนน บริเวณที่ตั้งของถนน เป็นต้น

3. ข้อมูลตัวคูณมลพิษ จากวิธีการพัฒนาต่างๆ ของทุกๆ การปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์แต่ละประเภท ชนิดของสารมลพิษที่ต้องการคาดประมาณการ จากแต่ละเชื้อเพลิงที่ต้องการประเมิน และคาดประมาณการ เป็นต้น

4. ข้อมูลเชื้อเพลิง ได้แก่ ประเภทเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ปริมาณการใช้ต่อหน่วยเวลาของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ข้อมูลด้านคุณลักษณะของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด เป็นต้น

5. ข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ สภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา พฤติกรรมการใช้รถยนต์ในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลด้านการตรวจสภาพรถยนต์ใช้งาน ข้อมูลรถยนต์ดัดแปลง เป็นต้น

๒.๒ ● ขั้นตอนและรายละเอียดการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์สามารถดำเนินการได้หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้แก่ งบประมาณ ระยะเวลา ความพร้อมของข้อมูลที่มีอยู่ เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีก็มีความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ความแม่นยำ ความถูกต้อง ความเหมาะสมที่แตกต่างกันไป

การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์โดยวิธีนี้มีหลายวิธี ได้แก่

1. การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์แบบง่าย (Simple Method)

1.1 ประเมินจากค่าตัวคูณมลพิษและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงตามสูตรต่อไปนี้

$$Ei = \sum_{j}\sum_{m} (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m})$$

โดยที่

Ei Targeted air pollutant i (g)

$FC_{j,m}$ car type j, fuel m comsumption (kg)

$EF_{i,j,m}$ Emission factor [targeted air pollutant i, car type j, fuel m (g/kg)]

ซึ่งการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษด้วยวิธีนี้ต้องการข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของแต่ละประเภทรถยนต์ ค่าตัวคูณมลพิษของแต่ละประเภทรถยนต์ตามชนิดของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน

1.2 การประเมินด้วยอัตราการใช้เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงแต่ละชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ และ LPG เป็นต้น มีความแตกต่างกันของอัตราการใช้เชื้อเพลิงในรถยนต์แต่ละประเภท ดังนั้นจึงสามารถใช้อัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละประเภทจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ได้เช่นเดียวกัน ตัวอย่างของอัตราการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดของแต่ละประเภทรถยนต์แสดงดังตารางที่ 2-1

● **ตารางที่ 2-1** ตัวอย่างของอัตราการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดของแต่ละประเภทรถยนต์

Car type	Fuel type	Fuel consumption rate (g/km)
Passenger cars	Gasoline	70
	Gas oil	60
	LPG	57.5
Light truck, small busses	Gasoline	100
	Gas oil	57.5
Heavy truck, large busses	Gas oil	240
	CNG (Bus)	240
Motorbikes	Gasoline	35

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

1.3 การคาดประมาณการจากการใช้ค่าตัวคูณมลพิษ

วิธีคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ด้วยค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษจากรถยนต์แต่ละประเภทของการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน เป็นวิธีที่ให้ผลถูกต้องเหมาะสม และใกล้เคียงกับการปลดปล่อยสารมลพิษภายใต้สภาพการใช้งานจริงของรถยนต์มากที่สุด ซึ่งจะต้องใช้ค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดประเมินร่วมกับจำนวนรถยนต์แต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างของค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดจากรถยนต์แต่ละประเภทและการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ 2-2

● **ตารางที่ 2-2** ตัวคูณสารมลพิษแต่ละชนิดของรถยนต์แต่ละประเภท

Car type	Fuel type	CO (g/kg fuel)			NMVOC (g/kg fuel)			NOx (g/kg fuel)		
		avg.	min.	max.	avg.	min.	max.	avg.	min.	max.
Passenger car	Gasoline	132	50	350	14	5	40	14.5	6	35
	Diesel oil	4.7	2	11	1.1	0.5	2.5	11	9	14
	LPG	68	40	115	10	6	18	15.5	6	40
Small truck, small bus	Gasoline	155	80	300	14	5	40	24	14	40
	Diesel oil	11	8	15	1.75	1.5	2	15	13	19
Large truck, large bus	Diesel oil	8	6.5	10	1.6	1	2.5	37	30	45
	CNG (bus)	5.7	2.2	15	0.26	0.1	0.67	13	5.5	30
Motorbike	Gasoline	490	340	700	114	65	200	9.5	11	8

Car type	Fuel type	PM (g/kg fuel)			N_2O (g/kg fuel)			MH_3 (g/kg fuel)		
		avg.	min.	max.	avg.	min.	max.	avg.	min.	max.
Passenger car	Gasoline	0.037	0.030	0.045	0.213	0.130	0.350	0.173	0.030	1.000
	Diesel oil	1.700	0.700	4.000	0.087	0.050	0.150	0.018	0.016	0.020
	LPG	0.000	0.000	0.000	0.194	0.090	0.420	0.173	0.150	0.200
Small truck, small bus	Gasoline	0.030	0.020	0.045	0.197	0.130	0.300	0.140	0.030	0.650
	Diesel oil	2.800	2.000	4.000	0.069	0.040	0.120	0.014	0.013	0.015
Large truck, large bus	Diesel oil	1.200	0.700	2.000	0.061	0.025	0.120	0.015	0.012	0.020
	CNG (bus)	0.020	0.010	0.036	n.a			n.a		
Motorbike	Gasoline	2.700	1.500	5.000	0.059	0.050	0.070	0.063	0.050	0.080

Car type	Fuel type	BC (g/kg fuel)	OC (g/kg fuel)
Passenger car	Gasoline	0.013	0.014
	Diesel oil	2.280	0.720
	LPG	0.000	0.000
Small truck, small bus	Gasoline	0.013	0.014
	Diesel oil	2.280	0.720
Large truck, large bus	Diesel oil	1.140	0.360
	CNG (bus)	0.000	0.000
Motorbike	Gasoline	1.450	1.550

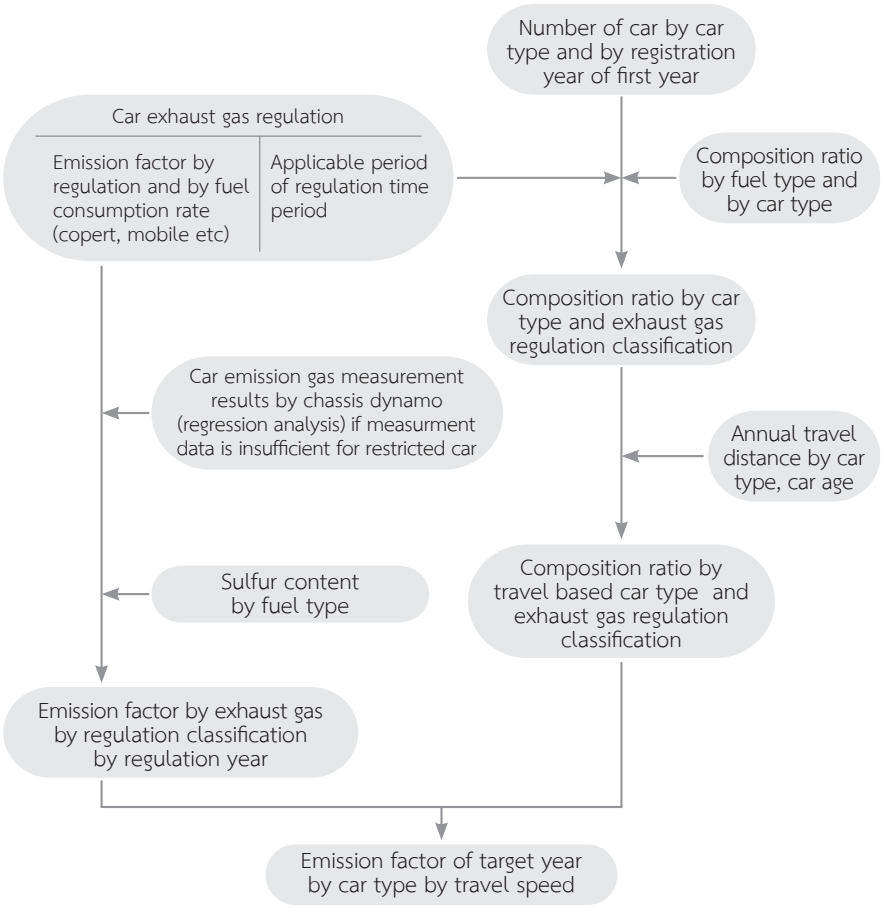
Car type	Fuel type	kg CO_2/kg fuel	CH_4 (kg/TJ)	SO_2 (g/kg fuel)
All car types	Gasoline	3.180	33.000	20 x S content (%)
	Diesel oil	3.140	3.900	20 x S content (%)
	LPG	3.017	62.000	20 x S content (%)
	CNG or LNG	2.750	3.900	20 x S content (%)

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

2. การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ โดยวิธีละเอียด (Detailed Method)

วิธีนี้จะคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ด้วยการใช้ค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละตัวที่ปลดปล่อยจากรถยนต์แต่ละประเภทของการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดมาทำการคาดประมาณการร่วมกับกิจกรรมต่างๆ ของการใช้รถยนต์ในสภาพการจราจรจริงในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องมีข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ นำมาร่วมประเมินด้วย ได้แก่ จำนวนรถยนต์แต่ละประเภทในสภาพการจราจรของเส้นถนนต่างๆ ความเร็วเฉลี่ยของสภาพการวิ่งจริงของรถยนต์ในการสำรวจสภาพการจราจร รวมทั้งข้อมูลคุณลักษณะของรถยนต์ด้านเทคโนโลยีเครื่องยนต์ อุปกรณ์ควบคุมมลพิษ เป็นต้น

ข้อมูลที่สำคัญของการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์โดยวิธีละเอียดนี้คือสภาพการจราจรและจำนวนรถยนต์ที่วิ่งใช้งานจริงในพื้นที่ศึกษาพร้อมข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะต้องมีการคาดประมาณการสภาพการจราจรของเครือข่ายถนนเส้นต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยมีวิธีในการได้มาของสภาพการจราจรและจำนวนรถยนต์จริงที่แตกต่างกันหลายวิธี ได้แก่ การสำรวจสภาพการจราจรและจำนวนรถยนต์จริง การประเมินสภาพจราจรและจำนวนรถยนต์โดยใช้แบบจำลอง หรือการประเมินจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวมทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาต่อหน่วยเวลา เป็นต้น ซึ่งข้อมูลสภาพการจราจรที่เกี่ยวข้องต่างๆ จะทำให้การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษมีความถูกต้อง เหมาะสมมากยิ่งขึ้น แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์โดยวิธีละเอียดแสดงดังรูปที่ 2-2



● **รูปที่ 2-2** แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์โดยวิธีละเอียด

ตารางที่ 2-3 ถึงตารางที่ 2-7 แสดงตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ระบายออกมาจากไอเสียรถยนต์แต่ละประเภท และจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด ซึ่งนำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา

● **ตารางที่ 2-3** ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์เบนซินและดีเซลขนาดเล็ก

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
Gasoline < 1.4L	PRE ECE	39.2	3.65	1.89	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/00-01	30.5	3.05	1.89	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/02	22.8	2.94	2.06	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/03	23.2	2.94	2.23	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/04	13.6	2.51	2.02	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	Open Loop	11.9	2.22	1.49	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro1 - 91/441/EEC	4.23	0.564	0.441	0.023	0.0731	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.39	0.301	0.242	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro3 - 98/69/EE I	2.14	0.169	0.098	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline < 1.4L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.71	0.123	0.062	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline 1.4-2.0L	PRE ECE	39.2	3.80	2.47	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/00-01	30.5	3.19	2.47	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/02	22.8	3.081	2.33	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/03	23.2	3.08	2.43	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/04	13.8	2.66	2.58	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	Open Loop	6.68	1.73	1.26	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.93	0.645	0.441	0.0023	0.0731	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.18	0.349	0.243	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	1.96	0.193	0.098	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.658	0.136	0.062	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline > 2.0L	PRE ECE	39.2	4.01	3.70	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/00-01	30.5	3.41	3.70	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/02	22.8	3.30	2.62	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/03	23.2	3.30	3.44	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/04	13.8	3.51	2.80	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.33	0.520	0.419	0.023	0.0731	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	1.74	0.273	0.226	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	1.58	0.157	0.091	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline > 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.549	0.116	0.058	0.005	0.0276	0.0011
Diesel < 2.0L	Conventional	0.713	0.162	0.561	0.000	0.0012	0.246
Diesel < 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.449	0.051	0.691	0.003	0.0012	0.0877
Diesel < 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.333	0.036	0.726	0.006	0.0012	0.0594
Diesel < 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.097	0.020	0.780	0.010	0.0012	0.0412
Diesel < 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.097	0.016	0.601	0.010	0.0012	0.0342
Diesel > 2.0L	Conventional	0.713	0.162	0.890	0.000	0.0012	0.246
Diesel > 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.449	0.0077	0.691	0.013	0.0012	0.0877
Diesel > 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.333	0.110	0.726	0.006	0.0012	0.0594
Diesel > 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.097	0.019	0.780	0.010	0.0012	0.0412
Diesel > 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.097	0.016	0.601	0.010	0.0012	0.0342

● **ตารางที่ 2-3** (ต่อ)

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
LPG	Conventional	6.75	1.10	2.31	0.000	0.0100	n.a
LPG	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.80	0.771	0.444	0.000	0.0100	n.a
LPG	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.65	0.369	0.199	0.013	0.0120	n.a
LPG	PC Euro3 - 98/69/EE I	2.22	0.206	0.115	0.005	0.0050	n.a
LPG	PC Euro4 - 98/69/EE II	1.04	0.100	0.063	0.005	0.0050	n.a
2-Stroke	Conventional	13.1	10.0	0.642	0.008	0.0019	n.a
Hybrid Gas 1.4-2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.001	0.021	0.009	0.005	0.0276	n.a

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

● **ตารางที่ 2-4** ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบรรทุกเบนซินและดีเซลขนาดเล็ก

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
Gasoline < 3.5t	Conventional	25.5	3.44	3.09	0.010	0.0025	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro1 - 91/441/EEC	8.82	0.614	0.563	0.025	0.0758	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro2 - 94/12/EEC	5.89	0.304	0.230	0.025	0.0910	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro3 - 98/69/EE I	5.06	0.189	0.129	0.028	0.0302	0.0011
Gasoline < 3.5t	PC Euro4 - 98/69/EE II	2.01	0.128	0.064	0.013	0.0302	0.0011
Diesel < 3.5t	Conventional	1.34	0.133	1.66	0.000	0.0012	0.356
Diesel < 3.5t	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.577	0.141	1.22	0.003	0.0012	0.117
Diesel < 3.5t	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.577	0.149	1.22	0.006	0.0012	0.117
Diesel < 3.5t	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.473	0.094	1.03	0.009	0.0012	0.0783
Diesel < 3.5t	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.375	0.035	0.831	0.009	0.0012	0.0409

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

● **ตารางที่ 2-5** ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบรรทุกเบนซินและดีเซลขนาดใหญ่

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
Gasoline > 3.5t	Conventional	59.5	5.25	6.60	0.006	0.0019	0.000
Rigid ≤ 7.5t	Conventional	1.85	1.07	4.70	0.029	0.0029	0.333
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro I - 91/542/EEC I	0.657	0.193	3.37	0.005	0.0029	0.129
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro II - 91/542/EEC II	0.537	0.123	3.49	0.004	0.0029	0.061
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro III - 2000	0.584	0.115	2.63	0.003	0.0029	0.0566
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro IV - 2005	0.047	0.005	1.64	0.006	0.0029	0.0106
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro V - 2008	0.047	0.005	0.933	0.017	0.0029	0.0106
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro VI	0.047	0.005	0.180	0.017	0.0029	0.0005

● **ตารางที่ 2-5** (ต่อ)

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
Rigid 12-14t	Conventional	2.13	0.776	8.92	0.029	0.0029	0.3344
Rigid 12-14t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.02	0.326	5.31	0.008	0.0029	0.201
Rigid 12-14t	HD Euro II - 91/542/EEC II	0.902	0.207	5.50	0.008	0.0029	0.104
Rigid 12-14t	HD Euro III - 2000	0.972	0.189	4.30	0.004	0.0029	0.0881
Rigid 12-14t	HD Euro IV - 2005	0.071	0.008	2.65	0.012	0.0029	0.0161
Rigid 12-14t	HD Euro V - 2008	0.071	0.008	1.51	0.034	0.0029	0.0161
Rigid 12-14t	HD Euro VI	0.071	0.008	0.291	0.033	0.0029	0.0008
Rigid 20-26t	Conventional	1.93	0.486	10.7	0.029	0.0029	0.418
Rigid 20-26t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.55	0.449	7.52	0.008	0.0029	0.297
Rigid 20-26t	HD Euro II - 91/542/EEC II	1.38	0.29	7.91	0.007	0.0029	0.155
Rigid 20-26t	HD Euro III - 2000	1.49	0.278	6.27	0.004	0.0029	0.13
Rigid 20-26t	HD Euro IV - 2005	0.105	0.010	3.83	0.012	0.0029	0.0239
Rigid 20-26t	HD Euro V - 2008	0.105	0.010	2.18	0.034	0.0029	0.0239
Rigid 20-26t	HD Euro VI	0.105	0.010	0.422	0.032	0.0029	0.0012
Rigid > 32t	Conventional	2.25	0.534	12.8	0.029	0.0029	0.491
Rigid > 32t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.90	0.510	9.04	0.012	0.0029	0.358
Rigid > 32t	HD Euro II - 91/542/EEC II	1.69	0.326	9.36	0.012	0.0029	0.194
Rigid > 32t	HD Euro III - 2000	1.79	0.308	7.43	0.007	0.0029	0.151
Rigid > 32t	HD Euro IV - 2005	0.121	0.012	4.61	0.018	0.0029	0.0268
Rigid > 32t	HD Euro V - 2008	0.121	0.012	2.63	0.053	0.0029	0.0268
Rigid > 32t	HD Euro VI	0.121	0.012	0.507	0.049	0.0029	0.0013

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

● **ตารางที่ 2-6** ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถบัสขนาดใหญ่

Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
HD Euro I - 91/542/EEC I	8.40	0.371	16.5	n.a	n.a	0.02
HD Euro II - 91/542/EEC II	2.70	0.313	15.0	n.a	n.a	0.01
HD Euro III - 2000	1.00	0.052	10.0	n.a	n.a	0.01
EEV	1.00	0.045	2.50	n.a	n.a	0.005
Conventional	5.71	1.99	16.5	0.029	0.0029	0.909
HD Euro I - 91/542/EEC I	2.71	0.706	10.1	0.012	0.0029	0.479
HD Euro II - 91/542/EEC II	2.44	0.463	10.7	0.012	0.0029	0.22
HD Euro III - 2000	2.67	0.409	9.38	0.001	0.0029	0.207
HD Euro IV - 2005	0.223	0.022	5.42	0.012	0.0029	0.0462
HD Euro V - 2008	0.223	0.022	3.09	0.032	0.0029	0.0462
HD Euro VI	0.233	0.022	0.597	0.040	0.0029	0.0023

● **ตารางที่ 2-6** (ต่อ)

Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
Conventional	2.27	0.661	10.6	0.029	0.0029	0.47
HD Euro I - 91/542/EEC I	1.85	0.624	8.10	0.009	0.0029	0.362
HD Euro II - 91/542/EEC II	1.60	0.416	8.95	0.008	0.0029	0.165
HD Euro III - 2000	1.91	0.399	7.51	.004	0.0029	0.178
HD Euro IV - 2005	0.150	0.021	4.51	0.012	0.0029	0.0354
HD Euro V - 2008	0.150	0.021	2.57	0.034	0.0029	0.0354
HD Euro VI	0.150	0.021	0.496	0.033	0.0029	0.0018

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

● **ตารางที่ 2-7** ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถจักรยานยนต์

Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
< $50cm^3$	13.8	13.8	0.020	0.001	0.0010	0.188
< $50cm^3$	5.60	2.82	0.020	0.001	0.0010	0.0755
< $50cm^3$	1.30	1.66	0.260	0.001	0.0010	0.0376
< $50cm^3$	1.00	1.31	0.260	0.001	0.0010	0.0114
4-stroke < $250cm^3$	32.8	2.06	0.225	0.001	0.0010	0.014
4-stroke < $250cm^3$	13.6	1.08	0.445	0.001	0.0010	0.014
4-stroke < $250cm^3$	7.17	0.839	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke < $250cm^3$	3.03	0.465	0.194	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke 250-$750cm^3$	25.7	1.68	0.233	0.001	0.0010	0.014
4-stroke 250-$750cm^3$	13.8	1.19	0.477	0.001	0.0010	0.014
4-stroke 250-$750cm^3$	7.17	0.918	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke 250-$750cm^3$	3.03	0.541	0.194	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke > $750cm^3$	21.1	2.75	0.247	0.001	0.0010	0.014
4-stroke > $750cm^3$	10.1	1.50	0.579	0.001	0.0010	0.014
4-stroke > $750cm^3$	7.17	0.994	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke > $750cm^3$	3.03	0.587	0.194	0.001	0.0010	0.0035

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

3 การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดระยอง

ภายใต้โครงการ JICA-PRTR ในประเทศไทยได้พิจารณาเลือกพื้นที่จังหวัดระยองเป็นพื้นที่นำร่อง (Pilot Implementation Area) เพื่อดำเนินการคาดประมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายสารมลพิษและสารเคมีจากทุกแหล่งกำเนิด ภายใต้จำนวน 107 สาร ซึ่งรวมถึงแหล่งกำเนิดประเภทยานพาหนะด้วย ผลที่ได้จากการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษในภาพรวมจะนำไปสู่การพิจารณาสัดส่วนการปลดปล่อยสารมลพิษชนิดต่างๆ จากแหล่งกำเนิดประเภทยานพาหนะในจังหวัดระยอง และนำไปพิจารณามาตรการในการจัดการปัญหาด้านสารมลพิษและสารเคมีในประเทศไทยต่อไป

3.1 ● การพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์

ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่จังหวัดระยองจะทำการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษเฉพาะรถยนต์ที่ใช้งานบนท้องถนนเท่านั้น โดยจะต้องพัฒนาค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่วิ่งใช้งานจริงในจังหวัดระยอง โดยพิจารณากับตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดของเชื้อเพลิง อายุของรถยนต์ คุณลักษณะของรถยนต์ เป็นต้น โดยการพัฒนาตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบรถยนต์ตัวอย่างและตรวจวัดสารมลพิษชนิดต่างๆ ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ สำหรับสารมลพิษชนิดไฮโดรคาร์บอน (THC) และสารมลพิษชนิดไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และชนิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะใช้จากผลการศึกษาจากโครงการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังตารางที่ 3-1

● **ตารางที่ 3-1** ข้อมูลตัวคูณมลพิษชนิดต่างๆ จากรถยนต์ในจังหวัดระยอง

ชนิดสารมลพิษ	ที่มาของตัวคูณมลพิษ
THC, VOCs, Carbonyls และ NOx	1. การทดสอบรถยนต์ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ กรมควบคุมมลพิษ 2. อ้างอิงจากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม มิถุนายน 2555
SO_2	อ้างอิงจาก Final Report “The Acid Deposition control strategy in the Kingdom of Thailand”, JICA, February 2003

สรุปค่าตัวคูณมลพิษที่ใช้คาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดระยองแสดงในตารางที่ 3-2 ถึงตารางที่ 3-7

● **ตารางที่ 3-2** ค่าตัวคูณมลพิษของ THC จากรถยนต์แต่ละประเภทและเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

Vehicle		Emission factor of THC (g/km)						
Type	Engine year	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20	Diesel HSD	NGV	LPG
LDG	< 2Y	0.089	0.013	0.021	0.009	-	0.008	0.26
	≤ 5Y	0.15	0.17	0.050	0.042	-	0.027	0.31
	> 5Y	1.1	0.31	0.74	0.062	-	0.14	0.94
LDD	< 2Y	-	-	-	-	0.037	5.0	0.20
	≤ 5Y	-	-	-	-	0.16	7.0	0.50
	> 5Y	-	-	-	-	0.41	9.0	1.0
HDD	< 2Y	-	-	-	-	0.51	6.1	2.0
	≤ 5Y	-	-	-	-	0.67	7.5	2.5
	> 5Y	-	-	-	-	0.89	9.5	3.0
MC-1 (4strk)	< 2Y	0.59	0.21	0.46	0.38	-	-	-
	≤ 5Y	0.71	0.59	0.65	0.58	-	-	-
	> 5Y	1.1	1.7	3.3	1.1	-	-	-
MC-2 (2strk)	< 2Y	-	-	-	-	-	-	-
	≤ 5Y	-	-	-	-	-	-	-
	> 5Y	7.5	7.5	7.5	7.5	-	-	-

หมายเหตุ : LDG = Light duty gasoline vehicle รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ได้แก่ รถเก๋ง แท็กซี่ รถตู้ เป็นต้น

LDD = Light duty diesel vehicle รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ รถกะบะ รถตู้ รถสองแถว เป็นต้น

HDD = Heavy duty diesel vehicle รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ รถบัส รถบรรทุก รถพ่วง รถหกล้อ น้ำหนักตั้งแต่ 3.5 ตัน เป็นต้น

MC (4 strk) = รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ

MC (2 strk) = รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ

● **ตารางที่ 3-3** สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls ใน THC ของไอเสียรถยนต์เบนซิน

Chemicals	Ratio to THC (%)					
	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20	NGV	LPG
Benzene	4.1	1.2	3.4	5.4	0.5	2.9
1,3-Butadiene	0.9	1.0	1.0	2.4	0.1	2.5
Toluene	5.3	6.5	13	6.0	0.7	5.5
Xylenes	2.2	0.9	2.9	2.3	0.2	1.6
Formaldehyde	7.0	5.4	7.1	16	0.1	11
Acetaldehyde	0.8	1.3	3.3	3.5	0.7	3.9
Acetone	1.3	2.7	6.2	1.5	6.1	4.0

● **ตารางที่ 3-4** สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls ใน THC ของไอเสียรถยนต์ดีเซลเล็กและใหญ่

Chemicals	Ratio to THC (%)
Benzene	1.7
1,3-Butadiene	2.2
Toluene	1.5
Xylenes	3.0
Formaldehyde	6.3
Acetaldehyde	2.0
Acetone	4.2

● **ตารางที่ 3-5** สัดส่วนของสารกลุ่ม VOCs และ Carbonyls ใน THC ของไอเสียรถจักรยานยนต์

Chemicals	Ratio to THC (%)			
	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20
Benzene	2.9	5.1	4.8	4.8
1,3-Butadiene	0.8	2.1	2.6	2.6
Toluene	3.7	1.3	2.2	2.2
Xylenes	1.6	1.5	1.6	1.6
Formaldehyde	3.7	2.5	4.3	4.3
Acetaldehyde	0.2	1.3	1.7	1.7
Acetone	0.4	0.9	1.9	1.9

● **ตารางที่ 3-6** ตัวคูณมลพิษของ NOx สำหรับการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง

Emission factor of NOx (g/km)							
Type	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20	Diesel HSD	NGV	LPG
LDG	0.544	0.378	0.544	0.076	-	0.0901	0.1258
LDD	-	-	-	-	0.759	0.379	2.335
HDD	-	-	-	-	6.745	9.67	11.36
MC-1 (4strk)	0.113	0.118	0.07	0.092	-	-	-
MC-2 (2strk)	0.339	0.244	0.234	0.253	-	-	-

● **ตารางที่ 3-7** ตัวคูณมลพิษของ SO_2 สำหรับการคาดประมาณการปลดปล่อยจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง

Emission factor of SO_2 (g/km)							
Type	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20	Diesel HSD	NGV	LPG
LDG	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01
LDD	-	-	-	-	0.03	0.03	0.03
HDD	-	-	-	-	0.15	0.15	0.15
MC-1 (4strk)	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-
MC-2 (2strk)	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-

3.2 ● การสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลการใช้รถยนต์ในพื้นที่จังหวัดระยอง

การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากไอเสียรถยนต์มีวิธีการดำเนินการได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การคาดประมาณการจากจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนทั้งหมดในจังหวัดระยอง การคาดประมาณการจากสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนเส้นถนนต่างๆ ในจังหวัดระยองในช่วงเวลาต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในพื้นที่จังหวัดระยองในครั้งนี้ จะทำการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากไอเสียรถยนต์ที่เกิดขึ้นจากสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่จังหวัดระยอง ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องสำรวจสภาพการใช้รถยนต์และเก็บข้อมูลการใช้รถยนต์ต่างๆ ที่นำมาคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ต่อช่วงระยะเวลาที่ต้องการประเมินได้ ดังตัวอย่างของสภาพการจราจรและจำนวนรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่สำรวจได้ในจังหวัดระยอง ในตารางที่ 3-8

● **ตารางที่ 3-8** ข้อมูล VKG in Rayong Province (from Report for Traffic Data)

Vehicle		VKG of Rayong Province (1000km/y)						
Type	Engine year	Gasohol 95	Gasohol 91 E10	Gasohol 95 E10	Gasohol 95 E20	Diesel HSD	NGV	LPG
LDG	< 2Y	23,677	36,021	33,764	38,165	-	39,797	9,845
	≤ 5Y	61,096	97,612	71,081	41,355	-	69,992	37,612
	> 5Y	51,883	61,808	54,848	9,840	-	38,561	45,937
LDD	< 2Y	-	-	-	-	274,202	238	5,336
	≤ 5Y	-	-	-	-	727,650	0	54
	> 5Y	-	-	-	-	695,379	119	1,143
HDD	< 2Y	-	-	-	-	36,665	10,712	2,557
	≤ 5Y	-	-	-	-	70,345	14,975	8,272
	> 5Y	-	-	-	-	123,167	32,965	3,122
MC-1 (4strk)	< 2Y	12,523	52,223	38,627	786	-	-	-
	≤ 5Y	26,956	102,895	77,047	2,836	-	-	-
	> 5Y	14,280	52,181	41,852	1,401	-	-	-
MC-2 (2strk)	< 2Y	-	-	-	-	-	-	-
	≤ 5Y	-	-	-	-	-	-	-
	> 5Y	50,668	37,802	36,620	1,441	-	-	-

หมายเหตุ : VKG = Vehicle Kilometer Gross หมายถึงระยะทางเฉลี่ยในการใช้งานของรถยนต์ทั้งหมดในปริมาณจราจรต่อปี (หน่วย กิโลเมตร ต่อ ปี)

3.3 ขั้นตอนและรายละเอียดการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง

การคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์สามารถทำการคำนวณได้จากสูตรการคำนวณพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

Emission = Emission Factor X Activity Data

Example

- SOx emission per the amount of fuel burnt, calculated based on sulfur content of fuel, the sulfur retained in the ash and the reductuion achieved by emission control technology (fuel combustion)
- NOx emission per distance (exhaust gas emission from vehicles)
- SOx emission per the amount of copper smelted (copper smelting)

- The amount of fuel burnt (fuel combustion)
- The distance of vehicles travelled (exhaust gas emission from vehicles)
- The rates of the production of the commodity (industrial process without combustion)

ที่มา : Guidelines for Developing Emission Inventory in East Asia, the Ministry of the Environment, Japan, 2012

3.4 การทวนสอบผลการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยอง

เพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้ของข้อมูลการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ในจังหวัดระยองและในพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ในอนาคต จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดแนวทางในการทวนสอบผลการคาดประมาณการไว้ดังนี้

1. ทำการทวนสอบกับผลการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษที่คาดประมาณการด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการคาดประมาณการโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ METI-LIS Model หรือ IVE Model เป็นต้น

2. ทำการทวนสอบกับข้อมูลการเฝ้าระวังจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ศึกษาของจังหวัดระยอง

3. ทำการทวนสอบกับผลการศึกษาของโครงการอื่นๆ ที่มีวิธีการศึกษาและวิธีการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์ที่สามารถเปรียบเทียบกันได้

เอกสารอ้างอิง

1. Environment Australia, Emission Estimation Technique Manual for Aggregated Emissions from Motor vehicles, 22 November 2000
2. Guidelines for Developing Emission Inventory in East Asia, the Ministry of the Environment, Japan, 2012
3. Air Pollution and GHG Emissions Indicators for Transport and Energy Sectors: Guidelines for their Development, Measurement, and Use, Clean Air Asia, 2012 *http://cleanairinitiative.org/portal/projects/MeasuringAPandGHGEmissions*
4. Foundation Course on Air Quality Management in Asia, Emissions, Stockholm Environment Institute (SEI), 2008 *http://www.sei.se/cleanair/download/Module2-%20EMISSIONS-AirQuality Management.pdf*
5. User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2, Mobile Source Emission Factor Model, US.EPA, 2003 *http://www.epa.gov/oms/models/mobile6/420r03010.pdf*
6. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors *http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/*
7. Remote Sensing of Mobile Source Air Pollutant Emissions : Variability and Uncertainty in On-Road Emissions Estimates of Carbon Monoxide and Hydrocarbons for School and Transit Buses, Division of Highways North Carolina Department of Transportation, NC, USA, 1997
8. Estimation of Vehicular Emissions by Capturing Traffic Variations, Institute of Transportation Studies and Department of Civil and Environmental Engineering University of California, CA, USA, 2005
9. California Emission Estimator Model Version 2013.2 User's Guide, California Air Pollution Control Officers Association (CAPCOA), USA, 2013 *http://www.caleemod.com/*
10. The Texas Guide to accepted Mobile source Emission Reduction strategies 2nd edition, Texas Department of Transport, USA, 2007 *file:///H:/Manual-PRTR-2014/Texas.Guide.to.Accepted.Mobile.Source. Emission.Reduction.Strategies_August.2007.pdf*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก บัญชีรายการสารมลพิษเป้าหมาย
ภาคผนวก ข คำนิยามศัพท์เทคนิคของแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทรถยนต์
ภาคผนวก ค ประเภทของรถยนต์ในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
ภาคผนวก ง ประเภทของเชื้อเพลิงในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
ภาคผนวก จ มาตรฐานไอเสียรถยนต์ใหม่ในประเทศไทย
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ของประเทศต่างๆ

ภาคผนวก ก
บัญชีรายการสารมลพิษเป้าหมาย

ภายใต้โครงการ JICA-PRTR ในประเทศไทย จำนวนสารมลพิษเป้าหมายที่ปลดปล่อยจากท่อไอเสียรถยนต์มีจำนวน 12 รายการ ดังนี้

เบนซีน	Benzene	ไซลีน	Xylene
บิวทาไดอีน	1,3-butadiene	เฮกเซน	Hexane
ฟอมอลดีไฮน์	Formaldehyde	เพนเทน	Pentane
อะเซทอลดีไฮน์	Acetaldehyde	อะซีโตน	Acetone
โทลูอีน	Toluene	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	SOx
สไตลีน	Styrene	ออกไซด์ของไนโตรเจน	NOx

ภาคผนวก ข
คำนิยามศัพท์เทคนิคของแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทรถยนต์

คำศัพท์	นิยาม
Hot Start Emission Test	การทดสอบด้านสารมลพิษจากไอเสียรถยนต์ในขณะเครื่องยนต์ร้อน
Cold Start Emission Test	การทดสอบด้านสารมลพิษจากไอเสียรถยนต์ในขณะเครื่องยนต์เย็น
Exhaust Emission	ปริมาณสารมลพิษจากการทำงานของรถยนต์ที่ปล่อยมาทางท่อไอเสียรถยนต์
Evaporative Emission	ปริมาณสารมลพิษจากการระเหยของเชื้อเพลิงจากส่วนต่างๆของเครื่องยนต์
Diurnal Losses	ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม
Running Losses	ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นขณะที่ขับขี่รถยนต์
Hot Soak Losses	ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นขณะที่จอดพักใช้งานรถยนต์
Resting Losses	ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนต่างๆของรถยนต์ขณะที่จอดพักใช้งานรถยนต์
Refueling Losses	ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นระหว่างการเติมเชื้อเพลิงในรถยนต์
Soaking Time	ระยะเวลาในการเตรียมรถยนต์ก่อนการทดสอบ มาตรฐานสำหรับการทดสอบตาม สมอ. กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง
Vehicle Kilometer Travelled (VKT)	ระยะทางที่รถยนต์วิ่งต่อหน่วยเวลา (เช่น วัน/เดือน/ปี)

ภาคผนวก ค
ประเภทของรถยนต์ในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

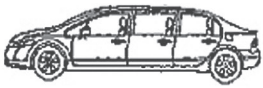
ประเภทและลักษณะของรถยนต์ในประเทศไทย ตาม พรบ.รถยนต์ พ.ศ. 2522 และ พรบ.ขนส่งทางบก พ.ศ. 2522

1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1)

1.1 เก๋งตอนเดียว

1.2 เก๋งสองตอน

1.3 เก๋งสองตอนแวน

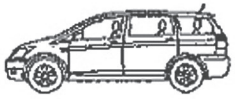


1.4 เก๋งสามตอน

1.5 เก๋งสามตอนแวน

1.6 นั่งสองตอน

1.7 นั่งสองตอนแวน



1.8 นั่งสามตอน

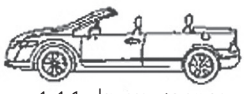
1.9 นั่งสามตอนแวน

1.10 นั่งสองแถว

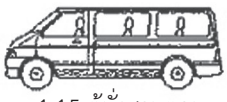
1.11 นั่งสองตอนสองแถว

1.12 นั่งสองตอนท้ายบรรทุก

1.13 ประทุนตอนเดียว

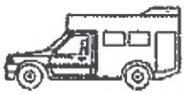


1.14 ประทุนสองตอน



1.15 ตู้นั่งสามตอน

1.16 รถเฉพาะกิจ



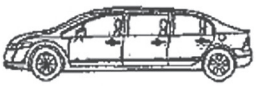
รถเฉพาะกิจ (มอเตอร์โฮม)

รถเฉพาะกิจ (ถ่ายทอดสัญญาณ)

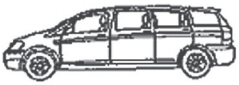
รถเฉพาะกิจ (พยาบาล)

1.17 รถลักษณะอื่น

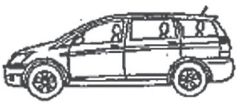
2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน (รย.2)



2.1 เก๋งสามตอน



2.2 เก๋งสามตอนแวน

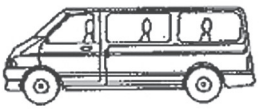


2.3 เก๋งสามตอน

2.4 นั่งสามตอนแวน

2.5 นั่งสองตอนสองแถว

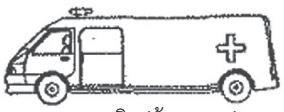
2.6 นั่งสองแถว



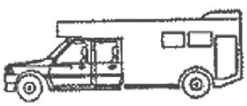
2.7 ตู้นั่งสามตอน

2.8 ตู้นั่งสี่ตอน

2.9 รถเฉพาะกิจ



รถเฉพาะกิจ (ตู้พยาบาล)



รถเฉพาะกิจ (มอเตอร์โฮม)

2.10 รถลักษณะอื่น

3. รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3)

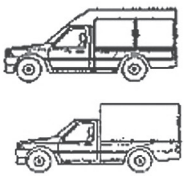
3.1 เก๋งทึบบรรทุก

3.2 กระบะบรรทุกพื้นเรียบ

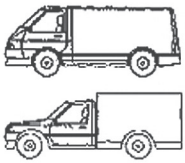
3.3 กระบะบรรทุก (ไม่มีหลังคา)

3.4 กระบะบรรทุก
(มีหลังคา)

3.5 กระบะบรรทุก
(เสริมกระบะข้าง)



3.6 กระบะบรรทุก
(มีหลังคาฝาปิดด้านข้าง-ท้าย)

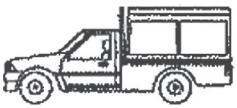


3.7 ตู้บรรทุก

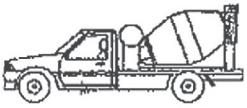
3.8 รถดับเพลิง

3.9 รถเฉพาะกิจ

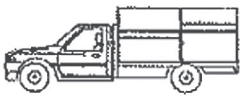
รถเฉพาะกิจ
(ขยะมูลฝอย)



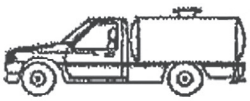
รถเฉพาะกิจ
(ขยะมูลฝอย)



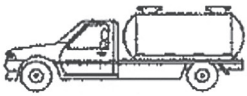
รถเฉพาะกิจ
(คอนกรีต)



รถเฉพาะกิจ
(น้ำอัดลม)



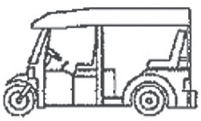
รถเฉพาะกิจ
(น้ำ)



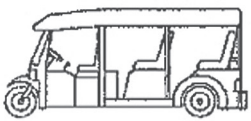
รถเฉพาะกิจ
(ซีเมนต์ผล)

3.10 รถลักษณะอื่น

4. รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล (รย.4)

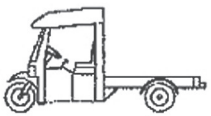


4.1 ประทุนสองตอน



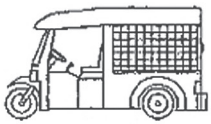
4.2 ประทุนสามตอน

4.3 ประทุนสองแถว



4.4 กระบะบรรทุกพื้นเรียบ

4.5 กระบะบรรทุก (ไม่มีหลังคา)



4.6 กระบะบรรทุก (มีหลังคา)

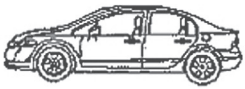
4.7 กระบะบรรทุก
(เสริมกระบะข้าง)

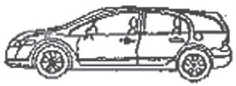
4.8 กระบะบรรทุก
(มีหลังคาฝาปิดด้านข้าง-ท้าย)

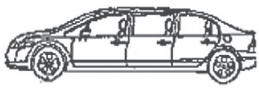
4.9 ตู้บรรทุก

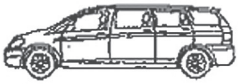
4.10 รถลักษณะอื่น

5. รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด (รย.5)


5.1 เก๋งสองตอน

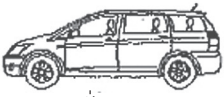

5.2 เก๋งสองตอนแวน


5.3 เก๋งสามตอน


5.4 เก๋งสามตอนแวน

5.5 นั่งสองตอน

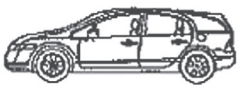
5.6 นั่งสองตอนแวน

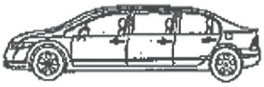

5.7 นั่งสามตอน

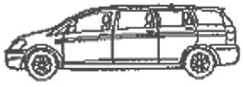
5.8 นั่งสามตอนแวน

6. รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (รย.6)

6.1 เก๋งสองตอน

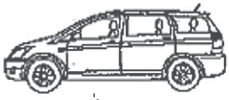

6.2 เก๋งสองตอนแวน


6.3 เก๋งสามตอน


6.4 เก๋งสามตอนแวน

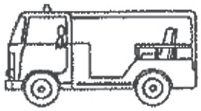
6.5 นั่งสองตอน

6.6 นั่งสองตอนแวน

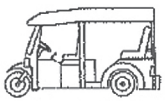

6.7 นั่งสามตอน

6.8 นั่งสามตอนแวน

7. รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง (รย.7)


นั่งสองตอน

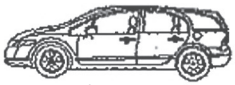
8. รถยนต์รับจ้างสามล้อ (รย.8)

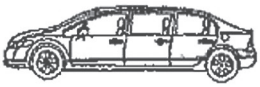

8.1 ประทุนสองตอน

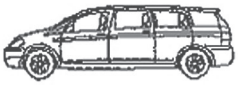
8.2 ประทุนสองแถว

9. รถยนต์บริการธุรกิจ (รย.9)

9.1 เก๋งสองตอน

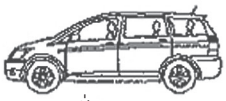

9.2 เก๋งสองตอนแวน


9.3 เก๋งสามตอน


9.4 เก๋งสามตอนแวน

9.5 นั่งสองตอน

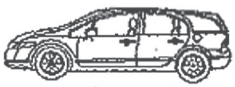
9.6 นั่งสองตอนแวน

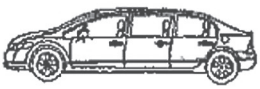

9.7 นั่งสามตอน

9.8 นั่งสามตอนแวน

10. รถยนต์บริการทัศนาจร (รย.10)

10.1 เก๋งสองตอน

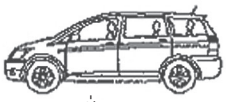

10.2 เก๋งสองตอนแวน


10.3 เก๋งสามตอน

10.4 เก๋งสามตอนแวน

10.5 นั่งสองตอน

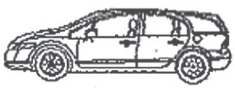
10.6 นั่งสองตอนแวน

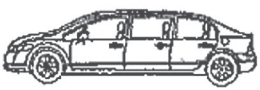

10.7 นั่งสามตอน

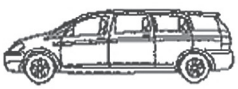
10.8 นั่งสามตอนแวน

11. รถยนต์บริการให้เช่า (รย.11)

11.1 เก๋งสองตอน


11.2 เก๋งสองตอนแวน


11.3 เก๋งสามตอน


11.4 เก๋งสามตอนแวน

11.5 นั่งสองตอน

11.6 นั่งสองตอนแวน

11.7 นั่งสามตอน

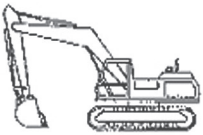
11.8 นั่งสามตอนแวน

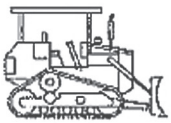
12. รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล (รย.12)

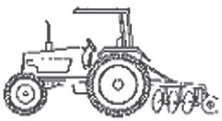
12.1 จักรยานยนต์

12.2 จักรยานยนต์พ่วงข้าง (มีหรือไม่มีหลังคา)

13. รถแทรกเตอร์ (รย.13) กำหนดลักษณะตามการใช้งาน


13.1 รถขุดตัก

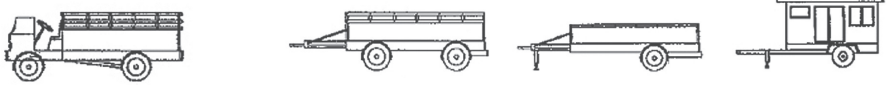

13.2 รถแทรกเตอร์


13.2 รถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการเกษตร

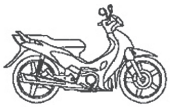
14. รถบดถนน (รย.14) ไม่ต้องกำหนดลักษณะ

15. รถใช้งานเกษตรกรรม (รย.15) ไม่ต้องกำหนดลักษณะ

16. รถพ่วง (รย.16) ไม่ต้องกำหนดลักษณะ



17. รถจักรยานยนต์สาธารณะ (รย.17) ไม่ต้องกำหนดลักษณะ



ภาคผนวก ง
ประเภทของเชื้อเพลิงในประเทศไทยและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของน้ำมันเบนซิน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. 2549

รายการ	ข้อกำหนด	อัตรา สูงต่ำ	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 2699
	(1) ผู้ผลิตจำหน่าย ณ จุดส่งมอบ	ไม่ต่ำกว่า	80.0	84.0	
	(2) ผู้จำหน่าย	ไม่ต่ำกว่า	79.6	83.6	
2	ตะกั่ว (Lead) กรัม/ลิตร (g/L)	ไม่สูงกว่า	0.013	0.013	ASTM D 5059
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	0.005	
3	กำมะถัน (Sulphur) ร้อยละโดยน้ำหนัก (%wt.)	ไม่สูงกว่า	0.5	0.5	ASTM D 4294
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	0.005	
4	ฟอสฟอรัส (Phosphorus) กรัม/ลิตร (g/L)	ไม่สูงกว่า	0.013	0.013	ASTM D 3231 *2
5	การกัดกร่อนแผ่นเงิน (Silver Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	ASTM D 4814 (ANNEX A)
6	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน 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 (Distillation) องศาเซลเซียส (^{O}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 (Residue) ร้อยละโดยปริมาตร (%vol.)	ไม่สูงกว่า	2.0	2.0	
9	ความดันไอ ณ อุณหภูมิ 37.8 ^{O}C กิโลปาสคาล (Vapour Pressure @ 37.8 ^{O}C, kPa)	ไม่สูงกว่า	62	62	ASTM D 4953

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตรา สูงต่ำ	ออกเทน 91	ออกเทน 95	วิธีทดสอบ *1
10	เบนซีน (Benzene) ร้อยละโดยปริมาตร (%vol.) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า ไม่สูงกว่า	3.5 1.0	3.5 1.0	ASTM D 5580
11	อะโรมาติก (Aromatics) ร้อยละโดยปริมาตร (%vol.)	ไม่สูงกว่า	35	35	ASTM D 5580
12	โอเลฟิน (Olefins) ร้อยละโดยปริมาตร (%vol.) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	- ไม่สูงกว่า	- 18	- 18	ASTM D 1319
13	สี (Colour) 13.1 ชนิดของสี (Hue) 13.2 เนื้อสี (Dye) มิลลิกรัม/ลิตร (mgIL) 13.3 ความเข้มของสี (Intensity)	 ไม่ต่ำกว่า ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	 แดง *3 7.0 - -	 เหลืองอ่อน *4 - 0.5 1.5	ASTM D 1319 (1) เปรียบเทียบสี และปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนด แล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ (2) ASTM D 2392 หรือ (3) ASTM D 1500
14	น้ำ (Water) ร้อยละโดยน้ำหนัก (%wt.) (กรณีที่มีสารออกซิเจนเนตเป็นส่วนผสม) (Oxygenate Blended)	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 E 203
16	ลักษณะทั่วไปที่ปรากฏ (Appearance)	เป็นของเหลวใส ไม่ขุ่น ไม่แยกชั้น และไม่มีสารแขวนลอย			ตรวจพินิจด้วยสายตา
17	มีสารเติมแต่ง ที่มีคุณสมบัติชะล้างทำความสะอาด (Detergent Additive) 17.1 หัวฉีด (Port Fuel Injector) 17.2 ลิ้นไอดี (Intake Valve)	 ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน			
18	สารเติมแต่งอื่น (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน			

หมายเหตุ : *1. วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

*2. ทดสอบเฉพาะกรณีที่มีสารเติมแต่ง (Additive) ที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

*3. ใช้น้ำมันเบนซินที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D 1500 ไม่สูงกว่า 0.5 ผสมกับใช้สารประกอบประเภท 2- naphthalenol [(phenylazo) phenyl] azo alkyl derivatives และ 1,3-benzenediol ,2,4-bis [(alkylphenyl) azo-] ในอัตราส่วน 57 : 8 โดยน้ำหนัก หรือใช้อัตราส่วนแตกต่างจากสีที่กำหนดก็ได้ แต่ต้องมีความเข้มของสีเทียบเท่าสีแดงมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น และใช้วิธีทดสอบตาม 1. หรือ 2.

*4. ใช้วิธีทดสอบตาม 3.

*5. ถ้าผสมด้วยเมทานอล (Methanol blended) ต้องมีปริมาณไม่สูงกว่าร้อยละ 3.0 โดยปริมาตร

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของน้ำมันดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	ดีเซลหมุนเร็ว		ดีเซลหมุนช้า	วิธีทดสอบ *1
			ธรรมดา	B5		
1	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 °C (Specific Gravity at 15.6/15.6 °C)	ไม่ต่ำกว่า	0.81	0.81	-	ASTM D 1289
		และ				
		ไม่สูงกว่า	0.87	0.87	0.920	
3	ความหนืด (Viscosity) เซนติสโตกส์ (cSt)	ไม่ต่ำกว่า	1.8	1.8	-	ASTM D 445
	3.1 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (at 40 °C)	และ				
		ไม่สูงกว่า	4.1	4.1	8.0	
	หรือ					
	3.1 ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (at 50 °C)	ไม่สูงกว่า	-	-	6.0	
4	จุดไหลเท (Pour Point) องศาเซลเซียส (°C)	ไม่สูงกว่า	10	10	16	ASTM D 97
5	กำมะถัน (Sulphur) ร้อยละโดยน้ำหนัก (%wt.)	ไม่สูงกว่า	0.035	0.035	1.5	ASTM D 4294
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	0.005	1.5	
6	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	หมายเลข 1	-	ASTM D 130
7	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรัม/ลูกบาศก์เมตร (Oxidation Stability, g/m3)	ไม่สูงกว่า	-	25	-	ASTM D 2274
8	กากถ่าน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Carbon Residue, %wt.)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	-	ASTM D 189
9	น้ำและตะกอน ร้อยละโดยปริมาตร (Water and Sediment, %vol.)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.05	0.3	ASTM D 2709
10	เถ้า (Ash) ร้อยละโดยน้ำหนัก (%wt.)	ไม่สูงกว่า	0.01	0.01	0.02	ASTM D 482
11	จุดวาบไฟ (Flash Point) องศาเซลเซียส (°C)	ไม่ต่ำกว่า	52	52	52	ASTM D 93
12	การกลั่น (Distillation) องศาเซลเซียส (°C) อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตร ในอัตราร้อยละเก้าสิบ (90% recovered)	ไม่สูงกว่า	357	357	-	ASTM D 86
13	โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, %wt.)	-	-	-	-	ASTM D 2425
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	11	11	-	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตรา สูงต่ำ	ดีเซลหมุนเร็ว		ดีเซล หมุนช้า	วิธีทดสอบ *1
			ธรรมดา	B5		
14	สี (Colour) 14.1 ชนิดของสี (Hue) 14.2 เนื้อสี (Dye) มิลลิกรัม/ลิตร (mg/L.)	 ไม่ต่ำกว่า	 - -	 น้ำเงิน *2 7.0	 - -	(1) เปรียบเทียบสีและปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนด แล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ (2) ASTM D 2392
	14.3 ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	- 4.0	- -	4.5 7.5	ASTM D 1500
15	ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ร้อยละโดยปริมาตร (Methyl Ester of Fatty Acid, %vol.)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	1.5 2.0	4.0 5.0	- -	EN 14078
16	คุณสมบัติการหล่อลื่น ไมโครเมตร (Lubricity, µm)	ไม่สูงกว่า	460	460	-	CEC F-06-A-96
17	สารแต่งเติม (Additive) (ถ้ามี)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน				

หมายเหตุ : *1. วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

*2. ใช้สารประกอบประเภท 1,4-dialkylamino anthraquinone และใช้วิธีทดสอบตาม 1. และ 2.

ภาคผนวก จ
มาตรฐานไอเสียรถยนต์ใหม่ในประเทศไทย

ตามประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม

ประเภทรถยนต์	ระดับมาตรฐาน	หมายเลข มอก.	มาตรฐานยุโรป	ปีที่บังคับใช้
รถจักรยานยนต์	ระดับ 1	มอก. 1105-2535	Pre-EURO	1993
	ระดับ 2	มอก.1185-2536	Pre-EURO	1994
	ระดับ 3	มอก.1305-2538	Taiwan	1995
	ระดับ 4	มอก.1650-2541	Taiwan	1999
	ระดับ 5	มอก.2130-2545	Taiwan	2004
	ระดับ 6	มอก.2350-2551	EURO 3	2008
รถยนต์เบนซิน	ระดับ 1	มอก.1805-2535	Pre-EURO	-
	ระดับ 2	มอก.1120-2535	Pre-EURO	1995
	ระดับ 3	มอก.1280-2538	Pre-EURO	1996
	ระดับ 4	มอก.1365-2539	Pre-EURO	1997
	ระดับ 5	มอก.1440-2540	EURO 1	1999
	ระดับ 6	มอก.1870-2542	EURO 2	2001
	ระดับ 7	มอก.2160-2546	EURO 3	2005
	ระดับ 8	มอก.2540-2554	EURO 4	2012
		มอก.2555-2554	EURO 4	2012
รถยนต์ดีเซลเล็ก	ระดับ 1	มอก.1140-2536	Pre-EURO	1995
	ระดับ 2	มอก.1285-2538	Pre-EURO	1996
	ระดับ 3	มอก.1370-2539	Pre-EURO	1997
	ระดับ 4	มอก.1435-2540	EURO 1	1999
	ระดับ 5	มอก.1875-2542	EURO 2	2001
	ระดับ 6	มอก.2155-2546	EURO 3	2005
	ระดับ 7	มอก.2250-2554	EURO 4	2012
รถยนต์ดีเซลใหญ่	ระดับ 1	มอก.1180-2536	Pre-EURO	-
	ระดับ 2	มอก.1290-2538	EURO 1	1998
	ระดับ 3	มอก.1295-2541	EURO 2	2000
	ระดับ 4	มอก.2315-2551	EURO 3	2007

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างค่าตัวคูณมลพิษจากรถยนต์ของประเทศต่างๆ

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง Emission factors จาก IPCC Guideline

Car type	Fuel type	CO (g/kg fuel)			NMVOC (g/kg fuel)			NOx (g/kg fuel)		
		avg.	min.	max.	avg.	min.	max.	avg.	min.	max.
Passenger car	Gasoline	132	50	350	14	5	40	14.5	6	35
	Diesel oil	4.7	2	11	1.1	0.5	2.5	11	9	14
	LPG	68	40	115	10	6	18	15.5	6	40
Small truck, small bus	Gasoline	155	80	300	14	5	40	24	14	40
	Diesel oil	11	8	15	1.75	1.5	2	15	13	19
Large truck, large bus	Diesel oil	8	6.5	10	1.6	1	2.5	37	30	45
	CNG (bus)	5.7	2.2	15	0.26	0.1	0.67	13	5.5	30
Motorbike	Gasoline	490	340	700	114	65	200	9.5	11	8

Car type	Fuel type	PM (g/kg fuel)			N_2O (g/kg fuel)			MH_3 (g/kg fuel)		
		avg.	min.	max.	avg.	min.	max.	avg.	min.	max.
Passenger car	Gasoline	0.037	0.030	0.045	0.213	0.130	0.350	0.173	0.030	1.000
	Diesel oil	1.700	0.700	4.000	0.087	0.050	0.150	0.018	0.016	0.020
	LPG	0.000	0.000	0.000	0.194	0.090	0.420	0.173	0.150	0.200
Small truck, small bus	Gasoline	0.030	0.020	0.045	0.197	0.130	0.300	0.140	0.030	0.650
	Diesel oil	2.800	2.000	4.000	0.069	0.040	0.120	0.014	0.013	0.015
Large truck, large bus	Diesel oil	1.200	0.700	2.000	0.061	0.025	0.120	0.015	0.012	0.020
	CNG (bus)	0.020	0.010	0.036	n.a			n.a		
Motorbike	Gasoline	2.700	1.500	5.000	0.059	0.050	0.070	0.063	0.050	0.080

Car type	Fuel type	BC (g/kg fuel)	OC (g/kg fuel)
Passenger car	Gasoline	0.013	0.014
	Diesel oil	2.280	0.720
	LPG	0.000	0.000
Small truck, small bus	Gasoline	0.013	0.014
	Diesel oil	2.280	0.720
Large truck, large bus	Diesel oil	1.140	0.360
	CNG (bus)	0.000	0.000
Motorbike	Gasoline	1.450	1.550

Car type	Fuel type	kg CO_2/kg fuel	CH_4 (kg/TJ)	SO_2 (g/kg fuel)
All car types	Gasoline	3.180	33.000	20XS content (%)
	Diesel oil	3.140	3.900	20XS content (%)
	LPG	3.017	62.000	20XS content (%)
	CNG or LNG	2.750	3.900	20XS content (%)

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

ตารางที่ 2 ตัวอย่าง Emission factors (Passenger car) จาก EMEP/EEA Guide Book

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
Gasoline < 1.4L	PRE ECE	39.2	3.65	1.89	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/00-01	30.5	3.05	1.89	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/02	22.8	2.94	2.06	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/03	23.2	2.94	2.23	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	ECE 15/04	13.6	2.51	2.02	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	Open Loop	11.9	2.22	1.49	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro1 - 91/441/EEC	4.23	0.564	0.441	0.023	0.0731	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.39	0.301	0.242	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline < 1.4L	PC Euro3 - 98/69/EE I	2.14	0.169	0.098	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline < 1.4L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.71	0.123	0.062	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline 1.4-2.0L	PRE ECE	39.2	3.80	2.47	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/00-01	30.5	3.19	2.47	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/02	22.8	3.081	2.33	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/03	23.2	3.08	2.43	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	ECE 15/04	13.8	2.66	2.58	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	Open Loop	6.68	1.73	1.26	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.93	0.645	0.441	0.0023	0.0731	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.18	0.349	0.243	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	1.96	0.193	0.098	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline 1.4-2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.658	0.136	0.062	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline > 2.0L	PRE ECE	39.2	4.01	3.70	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/00-01	30.5	3.41	3.70	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/02	22.8	3.30	2.62	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/03	23.2	3.30	3.44	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	ECE 15/04	13.8	3.51	2.80	0.010	0.0025	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.33	0.520	0.419	0.023	0.0731	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	1.74	0.273	0.226	0.012	0.0958	0.0024
Gasoline > 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	1.58	0.157	0.091	0.005	0.0276	0.0011
Gasoline > 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.549	0.116	0.058	0.005	0.0276	0.0011
Diesel < 2.0L	Conventional	0.713	0.162	0.561	0.000	0.0012	0.246
Diesel < 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.449	0.051	0.691	0.003	0.0012	0.0877
Diesel < 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.333	0.036	0.726	0.006	0.0012	0.0594
Diesel < 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.097	0.020	0.780	0.010	0.0012	0.0412
Diesel < 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.097	0.016	0.601	0.010	0.0012	0.0342
Diesel > 2.0L	Conventional	0.713	0.162	0.890	0.000	0.0012	0.246
Diesel > 2.0L	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.449	0.0077	0.691	0.013	0.0012	0.0877
Diesel > 2.0L	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.333	0.110	0.726	0.006	0.0012	0.0594
Diesel > 2.0L	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.097	0.019	0.780	0.010	0.0012	0.0412
Diesel > 2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.097	0.016	0.601	0.010	0.0012	0.0342

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
LPG	Conventional	6.75	1.10	2.31	0.000	0.0100	n.a
LPG	PC Euro1 - 91/441/EEC	3.80	0.771	0.444	0.000	0.0100	n.a
LPG	PC Euro2 - 94/12/EEC	2.65	0.369	0.199	0.013	0.0120	n.a
LPG	PC Euro3 - 98/69/EE I	2.22	0.206	0.115	0.005	0.0050	n.a
LPG	PC Euro4 - 98/69/EE II	1.04	0.100	0.063	0.005	0.0050	n.a
2-Stroke	Conventional	13.1	10.0	0.642	0.008	0.0019	n.a
Hybrid Gas 1.4-2.0L	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.001	0.021	0.009	0.005	0.0276	n.a

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

ตารางที่ 3 ตัวอย่าง Emission factors (Light truck) จาก EMEP/EEA Guide Book

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
Gasoline < 3.5t	Conventional	25.5	3.44	3.09	0.010	0.0025	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro1 - 91/441/EEC	8.82	0.614	0.563	0.025	0.0758	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro2 - 94/12/EEC	5.89	0.304	0.230	0.025	0.0910	0.0023
Gasoline < 3.5t	PC Euro3 - 98/69/EE I	5.06	0.189	0.129	0.028	0.0302	0.0011
Gasoline < 3.5t	PC Euro4 - 98/69/EE II	2.01	0.128	0.064	0.013	0.0302	0.0011
Diesel < 3.5t	Conventional	1.34	0.133	1.66	0.000	0.0012	0.356
Diesel < 3.5t	PC Euro1 - 91/441/EEC	0.577	0.141	1.22	0.003	0.0012	0.117
Diesel < 3.5t	PC Euro2 - 94/12/EEC	0.577	0.149	1.22	0.006	0.0012	0.117
Diesel < 3.5t	PC Euro3 - 98/69/EE I	0.473	0.094	1.03	0.009	0.0012	0.0783
Diesel < 3.5t	PC Euro4 - 98/69/EE II	0.375	0.035	0.831	0.009	0.0012	0.0409

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

ตารางที่ 4 ตัวอย่าง Emission factors (Heavy duty truck) จาก EMEP/EEA Guide Book

Type • Units	Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
Gasoline > 3.5t	Conventional	59.5	5.25	6.60	0.006	0.0019	0.000
Rigid ≤ 7.5t	Conventional	1.85	1.07	4.70	0.029	0.0029	0.333
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro I - 91/542/EEC I	0.657	0.193	3.37	0.005	0.0029	0.129
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro II - 91/542/EEC II	0.537	0.123	3.49	0.004	0.0029	0.061
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro III - 2000	0.584	0.115	2.63	0.003	0.0029	0.0566
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro IV - 2005	0.047	0.005	1.64	0.006	0.0029	0.0106
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro V - 2008	0.047	0.005	0.933	0.017	0.0029	0.0106
Rigid ≤ 7.5t	HD Euro VI	0.047	0.005	0.180	0.017	0.0029	0.0005
Rigid 12-14t	Conventional	2.13	0.776	8.92	0.029	0.0029	0.3344
Rigid 12-14t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.02	0.326	5.31	0.008	0.0029	0.201
Rigid 12-14t	HD Euro II - 91/542/EEC II	0.902	0.207	5.50	0.008	0.0029	0.104
Rigid 12-14t	HD Euro III - 2000	0.972	0.189	4.30	0.004	0.0029	0.0881
Rigid 12-14t	HD Euro IV - 2005	0.071	0.008	2.65	0.012	0.0029	0.0161
Rigid 12-14t	HD Euro V - 2008	0.071	0.008	1.51	0.034	0.0029	0.0161
Rigid 12-14t	HD Euro VI	0.071	0.008	0.291	0.033	0.0029	0.0008
Rigid 20-26t	Conventional	1.93	0.486	10.7	0.029	0.0029	0.418
Rigid 20-26t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.55	0.449	7.52	0.008	0.0029	0.297
Rigid 20-26t	HD Euro II - 91/542/EEC II	1.38	0.29	7.91	0.007	0.0029	0.155
Rigid 20-26t	HD Euro III - 2000	1.49	0.278	6.27	0.004	0.0029	0.13
Rigid 20-26t	HD Euro IV - 2005	0.105	0.010	3.83	0.012	0.0029	0.0239
Rigid 20-26t	HD Euro V - 2008	0.105	0.010	2.18	0.034	0.0029	0.0239
Rigid 20-26t	HD Euro VI	0.105	0.010	0.422	0.032	0.0029	0.0012
Rigid > 32t	Conventional	2.25	0.534	12.8	0.029	0.0029	0.491
Rigid > 32t	HD Euro I - 91/542/EEC I	1.90	0.510	9.04	0.012	0.0029	0.358
Rigid > 32t	HD Euro II - 91/542/EEC II	1.69	0.326	9.36	0.012	0.0029	0.194
Rigid > 32t	HD Euro III - 2000	1.79	0.308	7.43	0.007	0.0029	0.151
Rigid > 32t	HD Euro IV - 2005	0.121	0.012	4.61	0.018	0.0029	0.0268
Rigid > 32t	HD Euro V - 2008	0.121	0.012	2.63	0.053	0.0029	0.0268
Rigid > 32t	HD Euro VI	0.121	0.012	0.507	0.049	0.0029	0.0013

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

ตารางที่ 5 ตัวอย่าง Emission factors (Large Bus) จาก EMEP/EEA Guide Book

Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}$=PM_{10} =TSP
HD Euro I - 91/542/EEC I	8.40	0.371	16.5	n.a	n.a	0.02
HD Euro II - 91/542/EEC II	2.70	0.313	15.0	n.a	n.a	0.01
HD Euro III - 2000	1.00	0.052	10.0	n.a	n.a	0.01
EEV	1.00	0.045	2.50	n.a	n.a	0.005
Conventional	5.71	1.99	16.5	0.029	0.0029	0.909
HD Euro I - 91/542/EEC I	2.71	0.706	10.1	0.012	0.0029	0.479
HD Euro II - 91/542/EEC II	2.44	0.463	10.7	0.012	0.0029	0.22
HD Euro III - 2000	2.67	0.409	9.38	0.001	0.0029	0.207
HD Euro IV - 2005	0.223	0.022	5.42	0.012	0.0029	0.0462
HD Euro V - 2008	0.223	0.022	3.09	0.032	0.0029	0.0462
HD Euro VI	0.233	0.022	0.597	0.040	0.0029	0.0023
Conventional	2.27	0.661	10.6	0.029	0.0029	0.47
HD Euro I - 91/542/EEC I	1.85	0.624	8.10	0.009	0.0029	0.362
HD Euro II - 91/542/EEC II	1.60	0.416	8.95	0.008	0.0029	0.165
HD Euro III - 2000	1.91	0.399	7.51	.004	0.0029	0.178
HD Euro IV - 2005	0.150	0.021	4.51	0.012	0.0029	0.0354
HD Euro V - 2008	0.150	0.021	2.57	0.034	0.0029	0.0354
HD Euro VI	0.150	0.021	0.496	0.033	0.0029	0.0018

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines

ตารางที่ 6 ตัวอย่าง Emission factors (Motorcycle) จาก EMEP/EEA Guide Book

Technology	CO (g/km)	NMVOC (g/km)	NOx (g/km)	N_2O (g/km)	NH_3 (g/km)	$PM_{2.5}$ (g/km) $PM_{2.5}=PM_{10}=TSP$
< 50cm^3	13.8	13.8	0.020	0.001	0.0010	0.188
< 50cm^3	5.60	2.82	0.020	0.001	0.0010	0.0755
< 50cm^3	1.30	1.66	0.260	0.001	0.0010	0.0376
< 50cm^3	1.00	1.31	0.260	0.001	0.0010	0.0114
4-stroke < 250cm^3	32.8	2.06	0.225	0.001	0.0010	0.014
4-stroke < 250cm^3	13.6	1.08	0.445	0.001	0.0010	0.014
4-stroke < 250cm^3	7.17	0.839	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke < 250cm^3	3.03	0.465	0.194	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke 250-750cm^3	25.7	1.68	0.233	0.001	0.0010	0.014
4-stroke 250-750cm^3	13.8	1.19	0.477	0.001	0.0010	0.014
4-stroke 250-750cm^3	7.17	0.918	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke 250-750cm^3	3.03	0.541	0.194	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke > 750cm^3	21.1	2.75	0.247	0.001	0.0010	0.014
4-stroke > 750cm^3	10.1	1.50	0.579	0.001	0.0010	0.014
4-stroke > 750cm^3	7.17	0.994	0.317	0.001	0.0010	0.0035
4-stroke > 750cm^3	3.03	0.587	0.194	0.001	0.0010	0.0035

ที่มา: EMEP/EEA Guidebook, 2006 IPPC Guidelines