

บทที่ 3 การวิเคราะห์และพัฒนาตัวคุณการปล่อยมลพิษทางอากาศ จากยานพาหนะ

- 3.1 การสังเคราะห์ฐานข้อมูลด้านมลพิษที่เกิดจากการขนส่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะที่ใช้ทดสอบการปล่อยมลพิษ
- 3.3 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วัฏจักรการขับขี่
- 3.4 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์ถ่วง
- 3.5 การพัฒนาตัวคุณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
- 3.6 การพัฒนาโปรแกรมคำนวณมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
- 3.7 สรุปท้ายบท

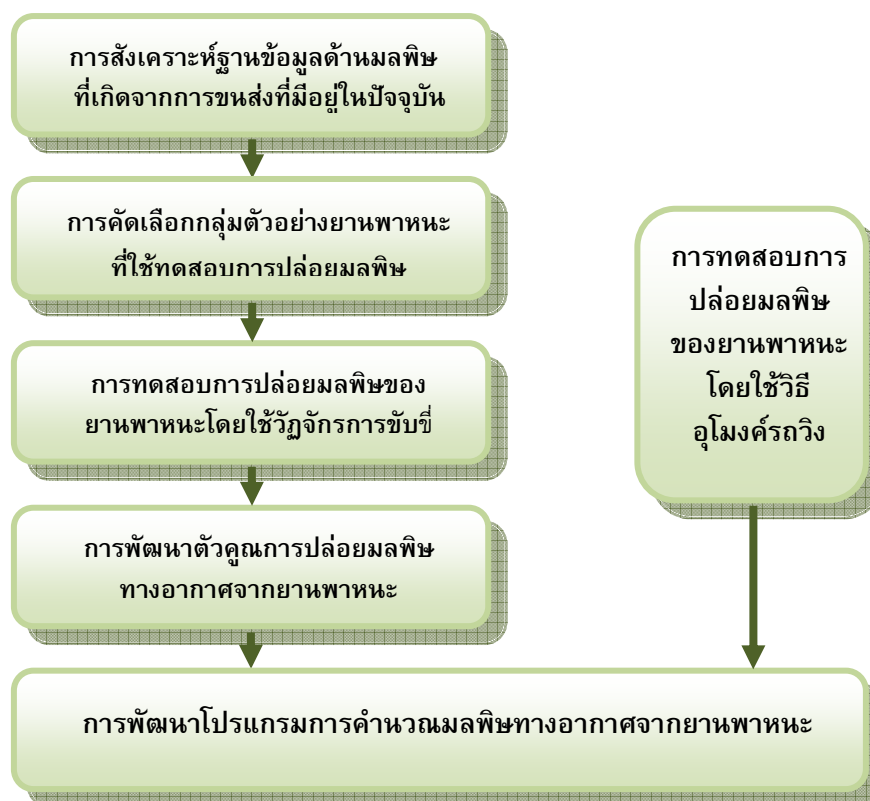
งานวิเคราะห์และพัฒนาตัวคุณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาแบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ซึ่งจะนำไปประยุกต์เข้ากับแบบจำลองการวางแผน การขนส่ง โดยแบบจำลองดังกล่าวจะเป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของยานพาหนะและการปล่อยมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ CO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate : TSP) ฯลฯ ซึ่งจะสามารถใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ถึงสภาพอากาศในปัจจุบัน รวมไปถึงการคาดการณ์ถึงสภาพในอนาคต เพื่อให้สามารถคำนวณปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากปริมาณการจราจรคาดการณ์ได้ ทั้งนี้ ที่ปรึกษาจะใช้แบบจำลองดังกล่าว ในการจัดทำ การวิเคราะห์และพัฒนาแผนแม่บทด้านการขนส่งที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทยต่อไป

ในส่วนของงานวิเคราะห์และพัฒนาตัวคุณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ที่ปรึกษาจะนำเสนอแนวทางการดำเนินงานและผลการศึกษาในส่วนนี้ ซึ่งประกอบด้วยงานหลัก 6 ส่วน กล่าวคือ

- (1) การสังเคราะห์ฐานข้อมูลด้านมลพิษที่เกิดจากการขนส่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน งานในส่วนนี้เป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูล รวมไปถึงผลการทดสอบมลพิษจากยานพาหนะโดยใช้วัฏจักรการขับขี่ ที่ได้มีการดำเนินการมาแล้วในอดีต โดยจะทำการรวบรวมให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการศึกษาโครงการและจัดทำแบบจำลองการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ
- (2) การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะที่ใช้ทดสอบการปล่อยมลพิษ งานในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ฐานข้อมูลที่ได้จาก (1) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จำนวน ประเภทยานพาหนะ รวมไปถึงเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบที่ผ่านมาในอดีต เพื่อเป็นพื้นฐานในการพิจารณา

คัดเลือก จำนวน ประเภทรถยนต์ และทำการสุ่มตัวแทนยานพาหนะที่จะทำการทดสอบเพิ่มเติมในโครงการ

- (3) การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีการการขับขี่ งานในส่วนนี้เป็นงานดำเนินการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะตัวแทนที่ทำการคัดเลือกมาแล้ว ใน (2) โดยทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยมลพิษในห้องทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ โดยจะทำการตรวจวัดโดยใช้วิธีการการขับขี่ของกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ที่ปรึกษาจะนำผลการทดสอบและฐานข้อมูลการทดสอบมลพิษที่มีอยู่เดิมไปใช้ในการจัดทำแบบจำลองการปล่อยมลพิษสำหรับโครงการต่อไป
- (4) การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์ถ่วง งานในส่วนนี้เป็นการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะในกระแสรถที่เคลื่อนขึ้นจริง โดยที่ปรึกษาได้ทำการตรวจวัดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นที่อุโมงค์บางพลัด ซึ่งในการดำเนินงานการตรวจวัดนี้ ที่ปรึกษาได้ทำการตรวจวัดความเร็วของกระแสรถรวมไปถึงการตรวจนับปริมาณจราจร แยกประเภทรถยนต์ และตรวจสอบหมายเลขทะเบียนของรถยนต์ที่ผ่านเข้าไปยังพื้นที่ศึกษา (อุโมงค์) เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นกับประเภทรถยนต์ ความเร็วและอายุของยานพาหนะ
- (5) การพัฒนาตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ งานในส่วนนี้เป็นการนำผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะที่ได้จากห้องทดสอบแต่ละประเภทในโครงการ และจากการทดสอบในโครงการอื่นๆ มาทำการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาค่าการปลดปล่อยมลพิษดังกล่าว ก่อนที่จะนำมาใช้พัฒนาตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศของยานพาหนะแต่ละประเภท
- (6) งานพัฒนาโปรแกรมการคำนวณมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ จากฐานข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะใน (1) และข้อมูลจากการทดสอบโดยที่ปรึกษาในข้อ (3) ถึง (5) งานพัฒนาโปรแกรมการคำนวณมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ที่ปรึกษาจะทำการพัฒนาโปรแกรมคำนวณมลพิษทางอากาศเบื้องต้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ สนข. ที่ไม่คุ้นเคยกับแบบจำลองการวางแผนการขนส่ง สามารถนำข้อมูลปริมาณการจราจรเบื้องต้นมาใช้ในการคำนวณปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ดี ที่ปรึกษาจะจัดทำการประยุกต์แบบจำลองการวางแผนการขนส่งให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยมลพิษ เพื่อให้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการวางแผนการขนส่งมีความสมบูรณ์ทั้งในด้านการวิเคราะห์ปริมาณการจราจรและการปลดปล่อยมลพิษ โดยงานในส่วนนี้ ที่ปรึกษาจะนำเสนอในบทที่ 4 งานประยุกต์แบบจำลองด้านการวางแผนการขนส่ง โดยใช้แบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศ



รูปที่ 3-1 แนวทางการดำเนินงานวิเคราะห์และพัฒนาตัวคูณการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ

ในการดำเนินงานส่วนนี้ จะได้ข้อมูลผลการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะตัวแทนในห้องปฏิบัติการและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณมลพิษที่เกิดจากยานพาหนะแต่ละประเภทเพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมการคำนวณปริมาณมลพิษแต่ละประเภทร่วมกับแบบจำลองการวางแผนการขนส่ง ดังนี้

- (1) แบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะแต่ละประเภท ที่ความเร็วต่างๆ
- (2) โปรแกรมการคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นได้ โดยใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองการวางแผนการขนส่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคำนวณ

3.1 การสังเคราะห์ฐานข้อมูลด้านมลพิษที่เกิดจากการขนส่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในการพัฒนาแบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศที่เกิดจากภาคการขนส่งนั้น ข้อมูลการทดสอบการปล่อยมลพิษถือเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง สำหรับการทดสอบการปล่อยมลพิษในประเทศไทยนั้น กรมควบคุมมลพิษและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการทดสอบในโครงการต่างๆ มาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากการทดสอบดังกล่าวยังไม่ได้มีการเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันเพื่อเป็นฐานข้อมูลรวมด้านการทดสอบปริมาณมลพิษ

เพื่อให้การดำเนินการศึกษาด้านข้อมูลการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะมีความครบถ้วนสมบูรณ์ ในการศึกษาโครงการเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศนี้ ที่ปรึกษาได้จัดทำฐานข้อมูลการปล่อยมลพิษทางอากาศที่รวบรวมจากโครงการต่างๆ ในประเทศไทย ทั้งนี้ เพื่อให้ สนข. ได้ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการศึกษา ด้านมลพิษจากการขนส่งในอนาคต และยังเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่จะใช้ในการจัดทำแบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศรวมถึงใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาคัดเลือกจำนวน ประเภท ของยานพาหนะตัวแทนที่จะทำการทดสอบการปล่อยมลพิษเพิ่มเติมในการศึกษาโครงการ

สำหรับงานในส่วนนี้ เนื่องจากข้อมูลจากการศึกษาในโครงการต่างๆ ที่ทางที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมมามีรายละเอียดค่อนข้างมาก ที่ปรึกษาจึงจะขอเสนอข้อมูลสรุปผลการศึกษาปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะในโครงการสำคัญๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับโครงการศึกษานี้ จำนวน 3 โครงการ ได้แก่ The Study to Promote CDM Projects in Transport Sector in order to Resolve Global Environmental Problem (Bangkok Metropolitan Area Case) โครงการ Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land-Transport (DIESEL) และโครงการศึกษาความเหมาะสม ในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่งระยะที่ 2 ดังมีรายละเอียดแสดงในบทที่ 2 โดยในส่วนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการทำข้อมูลค่าอัตราการระบายมลพิษ จะนำไปแสดงไว้ในตารางแสดงค่าอัตราการระบายมลพิษที่นำมาใช้สำหรับโครงการนี้

3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะที่ใช้ทดสอบการปล่อยมลพิษ

จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษปริมาณมลพิษจากการขนส่งในโครงการศึกษาที่เกี่ยวข้องพบว่า โครงการดังกล่าวได้มีการทดสอบปริมาณการปล่อยมลพิษของยานพาหนะเพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลองการปล่อยมลพิษไว้แล้ว อย่างไรก็ตาม ประเภทของยานพาหนะในกระแสรถปัจจุบันและประเภทของยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษาก่อนหน้านี้เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างมาก เช่น ปัจจุบันมีสัดส่วนของรถประจำทางและรถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการศึกษานี้ที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมและสรุปปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภทที่ได้เคยมีการทดสอบปริมาณมลพิษมาแล้วโดยแยกตามชนิดเชื้อเพลิง จากนั้นจึงทำการคัดเลือกประเภทยานพาหนะและสั่มตัวแทนยานพาหนะเพิ่มเติม โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลเดิมเป็นหลัก เพื่อให้ครอบคลุมยานพาหนะที่อยู่ในกระแสรถปัจจุบัน รวมถึงครอบคลุมประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบันได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในขั้นแรก ที่ปรึกษาได้ใช้ข้อมูลทางสถิติของจำนวนยานพาหนะ ประเภท ชนิดเชื้อเพลิง และอายุการใช้งาน ประกอบการพิจารณาคัดเลือกตัวแทนยานพาหนะในการทดสอบ โดยกรมการขนส่งทางบกได้รวบรวมปริมาณยานพาหนะจดทะเบียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ไว้แล้ว ดังแสดงในตารางที่ 3.2-1 และข้อมูลอายุการใช้

งานของยานพาหนะแต่ละประเภทแสดงในตารางที่ 3.2-2 เพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการเลือกประเภทและเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่นำมาทดสอบ

ตารางที่ 3.2-1 สถิติจำนวนยานพาหนะจดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ปี 2553

ประเภทรถ	รวม	เบนซิน	ดีเซล	ก๊าซ LPG	LPG และ เบนซิน	LPG และ ดีเซล	CNG	CNG และ เบนซิน	CNG และ ดีเซล	ไฟฟ้า	ไม่ใช่เชื้อเพลิง	ไฮบริด	อื่น ๆ
รวมทั้งสิ้น	7,548,457	4,949,330	1,927,917	13,386	425,487	2,547	18,919	135,272	3,060	2,358	41,203	10,466	18,512
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	7,303,674	4,948,772	1,753,681	12,632	424,477	2,332	5,643	126,046	1,710	2,337	1,293	10,466	14,285
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	2,589,435	1,753,136	431,557	1,343	337,185	574	122	53,413	355	4	-	10,400	1,346
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	217,791	24,943	167,361	157	10,242	333	46	7,805	300	-	-	1	6,603
รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	1,184,391	42,501	1,085,688	2,131	32,868	1,417	3,797	8,636	1,051	5	-	-	6,297
รถสามล้อส่วนบุคคล	1,152	615	24	315	171	-	2	6	-	1	-	-	18
รถจักรยานระหว่างจังหวัด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	98,056	1,638	98	119	40,119	5	6	56,063	4	1	-	-	3
รถสี่ล้อเล็กรับจ้าง	2,911	1,063	2	1,304	536	-	-	-	-	1	-	-	5
รถสามล้อรับจ้าง	12,075	409	5	7,263	2,708	1	1,670	6	-	-	-	-	13
รถบริการธุรกิจ	929	320	305	-	144	-	-	100	-	-	-	60	-
รถบริการทัศนาจร	682	126	34	-	501	2	-	15	-	-	-	4	-
รถบริการให้เช่า	58	16	36	-	3	-	-	2	-	-	-	1	-
รถจักรยานยนต์	3,036,405	3,034,080	-	-	-	-	-	-	-	2,325	-	-	-
รถแทรกเตอร์	64,931	-	64,931	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รถดัดถนน	3,626	-	3,626	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รถใช้ในงานเกษตรกรรม	14	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รถพ่วง	1,293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,293	-	-
รถจักรยานยนต์สาธารณะ	89,925	89,925	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	244,783	558	174,236	754	1,010	215	13,276	9,226	1,350	21	39,910	-	4,227
รวมรถโดยสาร	47,939	357	30,936	411	946	21	5,902	9,211	99	17	8	-	31
แยกเป็น -ประจำทาง	30,759	289	14,865	392	827	16	5,489	8,808	54	2	4	-	13
-ไม่ประจำทาง	12,797	49	11,773	15	116	4	370	399	41	15	2	-	13
-ส่วนบุคคล	4,383	19	4,298	4	3	1	43	4	4	-	2	-	5
รวมรถบรรทุก	196,729	176	143,222	341	56	194	7,373	14	1,251	4	39,902	-	4,196
แยกเป็น -ไม่ประจำทาง	76,634	21	41,580	62	11	54	4,390	3	569	-	27,185	-	2,759
-ส่วนบุคคล	120,095	155	101,642	279	45	140	2,983	11	682	4	12,717	-	1,437
โดยรถขนาดเล็ก	115	25	78	2	8	-	1	1	-	-	-	-	-

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก 2553

ตารางที่ 3.2-2 ปริมาณยานพาหนะจดทะเบียนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แยกตามอายุการใช้งาน ปี 2553

	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	7,548,457	819,357	648,910	631,547	639,757	609,684	607,575	533,260	435,235	343,530	229,407	178,057	796,226	670,850	405,062
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	7,303,674	806,599	637,842	618,104	626,477	598,886	594,299	516,425	420,153	332,442	220,569	170,731	754,143	632,815	374,189
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	2,589,435	280,846	194,096	184,661	174,142	163,059	176,103	168,452	149,170	117,461	88,321	66,047	343,528	313,516	170,033
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	217,791	13,062	9,473	10,866	13,078	9,925	9,530	7,212	7,411	6,748	5,928	4,665	27,917	44,087	47,889
รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	1,184,391	93,364	73,711	76,630	93,253	89,095	97,940	83,094	68,786	52,356	34,733	34,179	188,964	138,633	59,653
รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	1,152	53	54	51	47	43	55	42	13	7	31	-	18	196	542
รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	98,056	7,484	8,802	11,831	8,549	10,940	13,375	8,239	7,355	7,927	5,560	4,298	2,394	946	356
รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	2,911	29	64	749	474	2	-	-	-	-	-	-	-	6	1,587
รถยนต์รับจ้างสามล้อ	12,075	3	5	21	901	752	2	4	1	-	8	8	28	978	9,364
รถยนต์บริการธุรกิจ	929	119	152	93	203	236	20	33	17	11	1	1	19	23	1
รถยนต์บริการทัศนาจร	682	22	40	25	17	36	43	47	54	78	15	8	94	192	11
รถยนต์บริการให้เช่า	58	2	2	3	9	7	3	15	6	6	-	-	5	-	-
รถจักรยานยนต์	3,036,405	394,848	333,190	317,216	315,664	312,201	281,206	234,221	175,224	137,790	80,464	58,184	184,678	130,935	80,584
รถแทรกเตอร์	64,931	13,291	14,139	11,170	14,775	3,816	365	359	184	193	199	250	1,920	1,339	2,931
รถดัดถนน	3,626	142	117	92	70	102	105	154	70	53	100	119	1,109	650	743
รถใช้ในงานเกษตรกรรม	14	1	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	3	4	2
รถพ่วง	1,293	94	146	122	135	48	43	8	4	11	12	5	76	286	303
รถจักรยานยนต์สาธารณะ	89,925	3,239	3,850	4,574	5,160	8,622	15,509	14,544	11,858	9,801	5,197	2,967	3,390	1,024	190
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	244,783	12,758	11,068	13,443	13,280	10,798	13,276	16,835	15,082	11,088	8,838	7,326	42,083	38,035	30,873
รวมรถโดยสาร	47,939	4,600	4,025	4,291	3,393	1,848	1,934	2,143	1,961	1,870	1,634	1,398	5,813	6,531	6,498
แยกเป็น -ประจำทาง	30,759	3,936	3,298	3,175	1,650	1,178	1,141	978	983	1,137	1,041	660	3,202	4,371	4,009
-ไม่ประจำทาง	12,797	559	564	677	1,586	471	583	857	722	471	421	418	1,907	1,581	1,980
-ส่วนบุคคล	4,383	105	163	439	157	199	210	308	256	262	172	320	704	579	509
รวมรถบรรทุก	196,729	8,156	7,041	9,145	9,885	8,949	11,341	14,688	13,116	9,217	7,202	5,922	36,248	31,491	24,328
แยกเป็น -ไม่ประจำทาง	76,634	5,666	4,358	4,815	5,213	4,170	5,334	6,695	5,436	3,135	2,218	2,031	11,893	9,550	6,120
-ส่วนบุคคล	120,095	2,490	2,683	4,330	4,672	4,779	6,007	7,993	7,680	6,082	4,984	3,891	24,355	21,941	18,208
โดยรถขนาดเล็ก	115	2	2	7	2	1	1	4	5	1	2	6	22	13	47

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก 2553

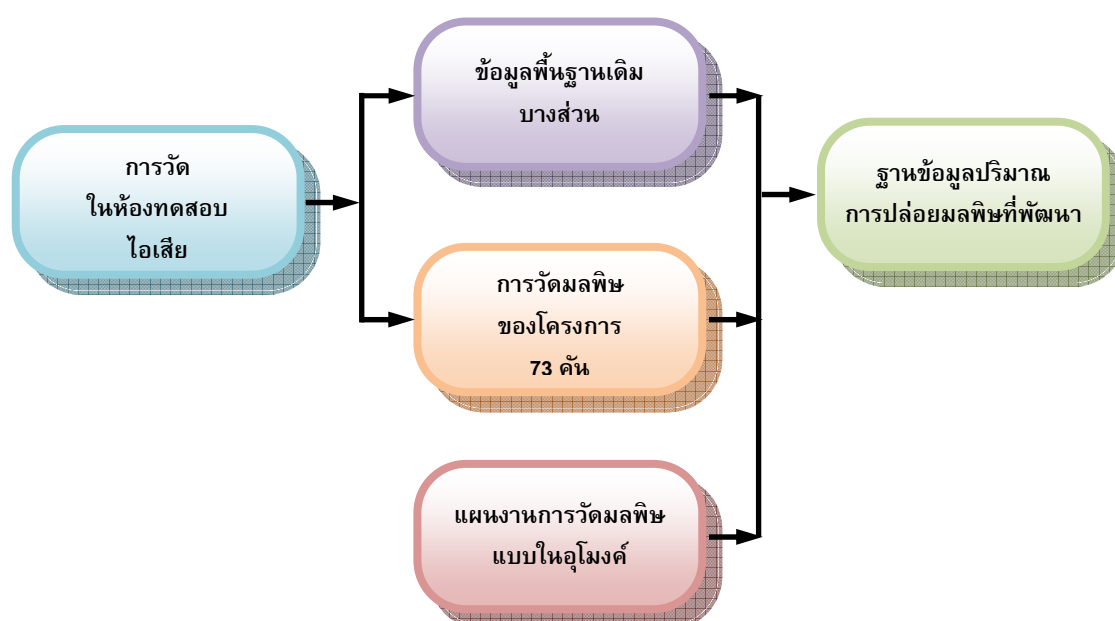
ในการจัดทำค่าอัตราการระบายมลพิษจากยานพาหนะ ได้รวบรวมข้อมูลตัวอย่างการทดสอบที่มีอยู่เดิมซึ่งจัดทำโดยกรมควบคุมมลพิษ พบว่า กรมควบคุมมลพิษได้ทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะมาแล้วจำนวน 926 คัน โดยมีรายละเอียดจำนวนยานพาหนะ สรุปดังแสดงในตารางที่ 3.2-3

ตารางที่ 3.2-3 จำนวนและประเภทยานพาหนะแยกตามชนิดเชื้อเพลิง ที่ได้มีการทดสอบปริมาณการปล่อยมลพิษมาแล้วในอดีต

ประเภทของการทดสอบ	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	รถมอเตอร์ไซด์	รถยนต์สามล้อ (รถตุ๊ก-ตุ๊ก)
1. ตาม มอก. กระทรวงอุตสาหกรรม	120	119	-	22	-
2. งานโครงการวิจัยต่างๆ	193	158	187	120	-
3. อื่นๆ			-	-	7
รวม (926คัน)	313	277	187	142	7

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

เนื่องจากชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบันมีความแตกต่างไปจากอดีตพอสมควร ดังนั้นเพื่อให้ฐานข้อมูลการทดสอบปริมาณมลพิษที่จะนำมาใช้ในการจัดทำแบบจำลองการปล่อยมลพิษมีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน ที่ปรึกษาจึงทำการทดสอบยานพาหนะ 4 ประเภทที่ใช้เชื้อเพลิงแตกต่างกันอีกจำนวน 73 คัน ประเภทยานพาหนะและชนิดของเชื้อเพลิงที่จะทำการทดสอบในโครงการนี้ ที่ปรึกษาได้พิจารณาจากข้อมูลจำนวนและประเภทยานพาหนะที่กรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการมาแล้ว รวมถึงข้อคิดเห็นจากการประสานงานและความเห็นจากกรมควบคุมมลพิษและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวน และประเภทของยานพาหนะที่จะทำการทดสอบ



รูปที่ 3.2-1 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการจัดทำอัตราการระบายมลพิษจากยานพาหนะ (Emission Factor)

ทั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจากกรมควบคุมมลพิษ (926 ตัวอย่าง) เป็นข้อมูลที่ได้ทดสอบตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นข้อมูลส่วนใหญ่จึงเป็นตัวแทนข้อมูลของยานพาหนะเก่าที่มีอายุการใช้งานมานาน และข้อมูลในแต่ละประเภทของการทดสอบหลายส่วนไม่สามารถจะนำมาใช้จัดทำค่าอัตราการระบายมลพิษในรูปแบบของสมการการคำนวณเพื่อจะนำมาใช้ในแบบจำลองได้ ที่ปรึกษาจึงได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการจำนวน 73 ตัวอย่าง โดยทดสอบกับยานพาหนะรุ่นเก่าและรุ่นใหม่ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกันที่ไม่ได้มีข้อมูลทดสอบในอดีต เพื่อให้มีข้อมูลที่จะใช้ในการจัดทำแบบจำลองมีสัดส่วนอายุการใช้งานของยานพาหนะใกล้เคียงกับที่เป็นอยู่ในกระแสจราจรมากที่สุด

จากการพิจารณาข้อมูลการตรวจวัดที่มีอยู่ รวมถึงข้อคิดเห็นจากกรมควบคุมมลพิษและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ปรึกษาได้ทำการคัดเลือกยานพาหนะที่ควรตรวจวัดเพิ่มเติม โดยมีหลักเกณฑ์ว่าจะคัดเลือกยานพาหนะตามมาตรฐานรถยนต์ใหม่ที่มีอายุการใช้งานและการใช้เชื้อเพลิงต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เชื้อเพลิงที่ยังไม่มีการทดสอบมาก่อนหรือมีการทดสอบมาแล้วแต่มีจำนวนไม่มากนัก เช่น แก๊สโซฮอลล์ CNG เพื่อให้ครอบคลุมข้อมูลในส่วนที่ยังมีไม่ครบถ้วน โดยสามารถแบ่งประเภทและจำนวนของยานพาหนะที่คัดเลือกนำมาทดสอบได้ดังนี้

- (1) รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน จำนวน 37 คัน
- (2) รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล จำนวน 19 คัน
- (3) รถจักรยานยนต์ จำนวน 16 คัน
- (4) รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล จำนวน 1 คัน

ในการทดสอบรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเกิดปัญหาและอุปสรรค ทำให้ทดสอบได้เพียง 1 คัน เนื่องจากขณะดำเนินการทดสอบรถคันที่ 2 อุปกรณ์ในการทดสอบเกิดชำรุดไม่สามารถดำเนินการทดสอบต่อไปได้ กรมควบคุมมลพิษได้พยายามดำเนินการซ่อมแซมแก้ไขแล้ว แต่ก็ไม่สามารถใช้งานได้ จึงได้แจ้งให้ที่ปรึกษาทราบว่าจำเป็นต้องสั่งซื้ออะไหล่มาเปลี่ยนในแท่นทดสอบและในการสั่งซื้อจะใช้ระยะเวลานาน คาดว่าจะไม่สามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จได้ทันภายในช่วงระยะเวลาการศึกษาของโครงการ ดังนั้นสำหรับข้อมูลในส่วนของรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลนี้ ที่ปรึกษาจะใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดที่ได้มีการดำเนินการตรวจวัดที่ห้องปฏิบัติการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ

สรุปจำนวนรถที่ทำการทดสอบในโครงการนี้ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3.2-4

ตารางที่ 3.2-4 สรุปจำนวนรถที่ทำการทดสอบการปล่อยมลพิษของโครงการ

ประเภทรถ/ประเภทเชื้อเพลิงที่ทดสอบ	Gasoline		Gasohol			CNG	LPG	B3	B5	รวม
	91	95	91	95	E20					
รถยนต์เบนซิน	5	-	5	7	5	9	6			37
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก								11	8	19
รถจักรยานยนต์	11	1	4	-	-					16
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่								1	-	1
รวม	16	1	10	7	5	8	6	12	8	73

สำหรับข้อมูลการระบายมลพิษจากรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถทดสอบได้จากโครงการนี้จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากโครงการ DIESEL ซึ่งเป็นโครงการที่ UNDP/ World Bank Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP) ได้ทำการตรวจวัดการระบายมลพิษจากรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในกรุงเทพมหานคร เพื่อจัดทำเป็นค่าตัวคูณอัตรา การปล่อยมลพิษของรถยนต์โดยสารประจำทาง และรถบรรทุกดีเซลขนาดใหญ่ไว้แล้ว โดยครอบคลุมรถตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 1995 จนถึงหลังปี ค.ศ. 2001 รายละเอียดปรากฏในรายงาน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 สำหรับข้อมูลการระบายมลพิษจากรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่โครงการ DIESEL ไม่ได้ครอบคลุมถึง ซึ่งได้แก่ รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิง CNG ข้อมูลในส่วนนี้จะนำข้อมูลที่กรมควบคุมมลพิษได้เคยทำการทดสอบรถประเภทนี้ไว้จากโครงการศึกษาอื่นมาใช้

โดยสรุปแล้ว แม้ว่าในโครงการนี้จะไม่สามารถทดสอบรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้เอง แต่ก็สามารถนำค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษจากโครงการอื่นมาใช้ได้โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานในขั้นตอนต่อไปแต่อย่างใด

3.3 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วัฏจักรการขับขี่

(1) ชนิดการทดสอบและตัวแปรที่ทำการทดสอบ

ในการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะจำนวน 73 คัน โดยใช้วิธีการการขับเคลื่อนที่กรุงเทพมหานคร ได้มีการใช้มาตรฐานการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.ของรถแต่ละประเภทโดยใช้วิธีการการขับเคลื่อนของกรุงเทพฯ ที่ครอบคลุมความเร็วทุกช่วง โดยมีชนิดของการทดสอบ และตัวแปรที่ทำการทดสอบดังนี้

ชนิดของการทดสอบ

- 1) ทดสอบสมรรถนะของรถยนต์
- 2) ทดสอบปริมาณสารมลพิษภายหลังติดเครื่องขณะร้อน (โดยใช้รูปแบบการขับเคลื่อนที่กรุงเทพมหานคร)
- 3) ทดสอบควันดำ (กรณีเครื่องยนต์ดีเซล)
- 4) ทดสอบปริมาณก๊าซมีเทน (กรณีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง)

ตัวแปรที่ทำการทดสอบ

- 1) สมรรถนะของรถยนต์แต่ละประเภทเครื่องยนต์ ชนิดของเชื้อเพลิง สภาพการดัดแปลงของเครื่องยนต์
- 2) ทดสอบด้านมลพิษ หน่วยกรัมต่อกิโลเมตร ได้แก่ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (THC), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และ ฝุ่นละออง (PM)
- 3) ทดสอบควันดำ

(2) ระบบเครื่องมือ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ

ภายในห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะมีเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างและตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ ประกอบด้วย

- 1) แชสซิสไดนาโมมิเตอร์ (Chassis Dynamometer) ประกอบด้วย ลูกกลิ้ง (Roller) พัดลมระบายความร้อน (Cooling fan) ที่ให้ความเร็วลมแปรผันตามความเร็วของลูกกลิ้ง
- 2) ระบบเก็บตัวอย่าง (Exhaust gas sampling system) เป็นเครื่องมือสำหรับใช้เก็บและเตรียมตัวอย่างสำหรับการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษ ทั้งแบบวัดโดยตรง (Direct Sampler) และวัดโดยการเจือจางไอเสีย (Constant Volume Sampler (CVS))
- 3) ระบบวิเคราะห์ค่ามลพิษ (Emission analysis system) สามารถวัดค่ามลพิษได้ทั้งแบบ Direct Measurement และ CVS Measurement โดยมีระบบวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.3.1 และวิธีที่ใช้ในการตรวจวัดสรุป ดังแสดงในตารางที่

3.3-2

- 4) ระบบควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูล (Vehicle emission test control system) ประกอบด้วยเครื่องควบคุมการทำงานและประมวลผล อุปกรณ์ช่วยการขับรถยนต์ (Driver's Aid)
- 5) อุปกรณ์และวัสดุต่างๆ สำหรับปรับเทียบเครื่องมือ (Calibration equipment)
- 6) ก๊าซชนิดต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์และปรับเทียบเครื่องมือ (Calibration and operating gases)

ตารางที่ 3.3-1 ระบบวิเคราะห์มลพิษของห้องทดลองการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ของกรมควบคุมมลพิษ (PCD)

ประเภทยานพาหนะ	ประเภทมลพิษทางอากาศ					วิธีการวัด	น้ำหนักของรถรวม น้ำหนักบรรทุกทุก	ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)
	CO	CO ₂	HC	NO _x	PM			
จักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓	-	Direct, CVS	100 - 450	200
รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน	✓	✓	✓	✓	-	Direct, CVS	400 - 3,500	200
รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล	✓	✓	✓	✓	✓	Direct, CVS	400 - 3,500	200
รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล	✓	✓	✓	✓	✓	Direct, CVS	5,000 – 21,000	100
เครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	✓	✓	✓	✓	✓	Direct, CVS	110-500 แรงม้า	Torque 2,500 Nm

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

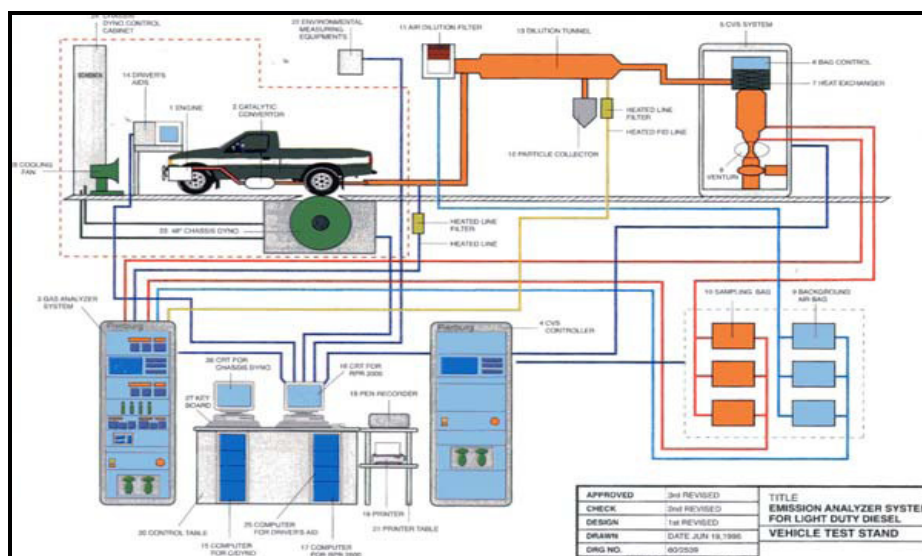
หมายเหตุ: Direct: Direct Sampler คือการวัดโดยตรง CVS: Constant Volume Sampling คือ การวัดโดยการเจือจางไอเสีย

ตารางที่ 3.3-2 แสดงวิธีการตรวจวัดและระบบเครื่องมือที่ใช้ในห้องทดลอง การปล่อยมลพิษจากรถยนต์ของกรมควบคุมมลพิษ (PCD)

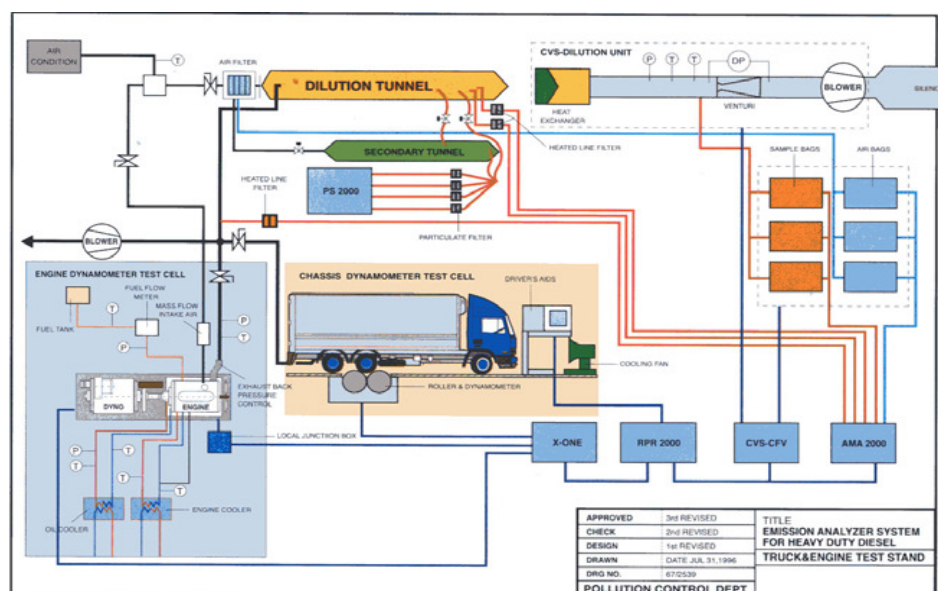
วิธีตรวจวัด	สารมลพิษ	เครื่องมือ
Direct Measurement	CO/CO ₂	Non-Dispersive Infrared (NDIR)
	HC	Flame Ionization Detector (FID)
	NO _x	Chemiluminescence Detector (CLD)
CVS Measurement	CO/CO ₂	Non-Dispersive Infrared (NDIR)
	THC (Total HC)	Flame Ionization Detector (FID)
	NO _x	Chemiluminescence Detector (CLD)
Weighing	Particulate Matter (PM)	Micro Balance

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

ตัวอย่างรูปแบบการจัดเตรียมแท่นทดสอบ (Chassis Dynamometer) และอุปกรณ์การตรวจวัดมลพิษสำหรับรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 3.3-1 และรูปที่ 3.3-2



รูปที่ 3.3-1 การจัดเตรียมแท่นทดสอบ (Chassis Dynamometer) และอุปกรณ์ตรวจวัดการปล่อยมลพิษในห้องทดลองการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กของกรมควบคุมมลพิษ (PCD)



รูปที่ 3.3-2 การจัดเตรียมแท่นทดสอบ (Chassis Dynamometer) และอุปกรณ์ตรวจวัดการปล่อยมลพิษในห้องทดลองการปล่อยมลพิษจากรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ของกรมควบคุมมลพิษ (PCD)

(3) ขั้นตอนการทดสอบมลพิษจากรถยนต์

การทดสอบมลพิษจากยานพาหนะเริ่มจากการนำรถยนต์ขึ้นวิ่งบนแท่นทดสอบ (Chassis Dynamometer) และทำการขับรถยนต์ทดสอบตามรูปแบบการขับที่มาตรฐาน (Driving Cycle) ซึ่งการทดสอบดังกล่าวเป็นการจำลองสภาพการวิ่งของรถยนต์ให้ใกล้เคียงกับการวิ่งบนถนนให้มากที่สุด เพื่อให้ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นมีปริมาณที่ใกล้เคียงจากการใช้งานรถยนต์จริง ขณะทำการขับที่ระบบการเก็บตัวอย่างไอเสีย (Constant Volume Sampling : CVS) จะทำการเก็บตัวอย่างไอเสีย และเมื่อเสร็จสิ้นการขับที่ ระบบวิเคราะห์มลพิษจะประมวลผลต่อไป โดยระบบประมวลผลจะประเมินความเข้มข้นของมลพิษแต่ละชนิดในหน่วยของกรัมต่อกิโลเมตรต่อกัน ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1) การเตรียมรถยนต์ตัวอย่าง

เพื่อให้การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานสากล การเตรียมรถยนต์ตัวอย่างให้พร้อมก่อนการทดสอบเป็นขั้นตอนที่สำคัญ รถยนต์ตัวอย่างจะต้องมีการซังน้ำหนักรถและตรวจสอบสภาพของเครื่องยนต์ ระบบเบรก ระบบเกียร์ ระบบท่อไอเสีย และตรวจสอบความดันลมยางของรถยนต์ตัวอย่าง เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3-3



รูปที่ 3.3-3 การตรวจสอบเพื่อเตรียมรถยนต์ตัวอย่าง

2) การนำรถขึ้นแท่นทดสอบ

รถยนต์ตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบสภาพความพร้อมเรียบร้อยแล้วจะนำขึ้นบนแท่นทดสอบเพื่อเตรียมความพร้อมในการจำลองสภาพของรถยนต์ตัวอย่างให้เหมือนสภาพขับขี่จริงบนท้องถนนมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3.3-4



รูปที่ 3.3-4 การนำรถขึ้นแท่นทดสอบ

3) การเตรียมข้อมูลรถทดสอบและรูปแบบการขับขี่

ก่อนที่จะทำการทดสอบ ผู้ควบคุมการทดสอบจะทำการเตรียมข้อมูลที่มีคุณลักษณะของรถยนต์ตัวอย่าง ได้แก่ รายละเอียดด้านเทคนิคของเครื่องยนต์ น้ำหนักรถยนต์ ตัวอย่างรูปแบบการขับขี่ที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3-5



รูปที่ 3.3-5 การเตรียมข้อมูลรถทดสอบและรูปแบบการขับขี่

4) การเตรียมเครื่องมือและระบบทดสอบ

การเตรียมเครื่องมือและระบบทดสอบเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเริ่มทำการทดสอบมลพิษจากรถยนต์ ผู้ควบคุมการทดสอบจะทำการเตรียมและตรวจสอบความพร้อมของรถยนต์ตัวอย่าง ระบบแท่นทดสอบ ระบบเก็บตัวอย่างไอเสีย ระบบ

วิเคราะห์สารมลพิษ และระบบประมวลผล รวมทั้งคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นของห้องทดสอบ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3-6



รูปที่ 3.3-6 การเตรียมเครื่องมือและระบบทดสอบ

5) การเตรียมกระดาศกรองในกรณีทดสอบรถยนต์ดีเซล

ในกรณีที่ทำทดสอบมลพิษจากรถยนต์ดีเซล ขั้นตอนการเตรียมกระดาศกรอง ทั้งก่อนการทดสอบและหลังจากการทดสอบมีความสำคัญ ฝุ่นละอองซึ่งเป็นสารมลพิษที่สำคัญที่ระบายออกมาจากไอเสียรถยนต์ดีเซล จะถูกเก็บโดยกระดาศกรอง โดยน้ำหนักของกระดาศกรอง ที่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง จะใช้ในการประเมินปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากรถยนต์ตัวอย่างในหน่วย กรัม/กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3-7



รูปที่ 3.3-7 การเตรียมกระดาดากรองในกรณีทดสอบรถยนต์ดีเซล

6) การดำเนินการทดสอบมลพิษจากรถยนต์

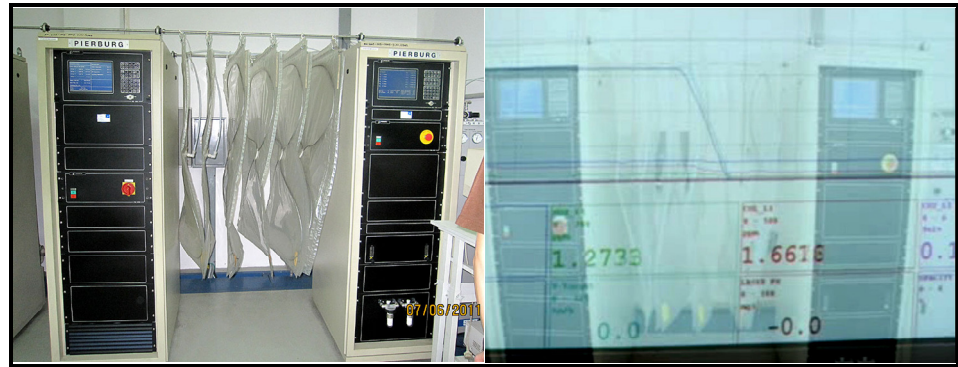
ผู้ควบคุมการทดสอบจะเริ่มทำการทดสอบเมื่อระบบทดสอบมลพิษจากรถยนต์ทุกส่วนพร้อม โดยในการทดสอบผู้ขับขี่จะทำการขับรถตัวอย่างตามรูปแบบการขับขี่ที่เลือกไว้ด้วยความเร็วและระยะเวลาที่กำหนดที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เดียวกันระบบเก็บตัวอย่างสารมลพิษก็จะทำการเก็บตัวอย่างไอเสียจากรถยนต์ทดสอบ และอากาศที่ใช้ในการเจือจางไอเสียในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดเข้าถุงเก็บตัวอย่าง เพื่อทำการวิเคราะห์ผลและประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษแต่ละชนิดต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.3-8



รูปที่ 3.3-8 การดำเนินการทดสอบมลพิษจากรถยนต์ด้วยวิธีการการขับขี่

7) การวิเคราะห์ข้อมูล

ระบบวิเคราะห์สารมลพิษจะทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษจากถุงเก็บตัวอย่างอากาศที่ใช้ในการเจือจางไอเสีย และในถุงเก็บตัวอย่างของไอเสียที่เจือจางแล้ว จากนั้น จะทำการประเมินปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดต่างๆ ในหน่วย กรัม/กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3-9



รูปที่ 3.3-9 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมลพิษจากการทดสอบ
ด้วยวัฏจักรการขับขี่

8) การประมวลผลข้อมูล

สารพิษที่ได้จากการเก็บไอเสียรถยนต์ตัวอย่างจะนำมาประเมินผลปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดต่างๆ ในหน่วย กรัม/กิโลเมตร รวมทั้งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในหน่วย กิโลเมตร/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3-10

CHASSIS DYNO PROTOCOL

TEST CELL 4

PAGE 1

TEST NO: 11166005
TESTNAME: LD BKK 345 HOT EMISSION TEST
TESTMODE: Diluted mode, analysis

COUNTRY: THP
CYCLE: LD345BKK

CUSTOMER: CTP PROJECT
OPERATOR: ALLIANCE
DRIVER: ARIEN

BASIC DATA

VEHICLE MODEL: TOYOTA HIACE VIGO
CHASSIS ID: 1800473879
ENGINE ID: 2809473879
COMPUTER: 11378
TRANSMISSION: MANUAL

VEHICLE MASS kg: 1590
FUEL TYPE: DIESEL 95
TEST START: 04.06.11 09:20:19
TEST END: 04.06.11 10:05:14
STARTING TIME min: 0

ENVIRONMENTAL DATA

AIR/INT. TEMPERATURE °C
BAROMETRIC PRESSURE hPa
RELATIVE HUMIDITY %
ABSOLUTE HUMIDITY g/kg da
OXYGEN %
HUMID. CORRECT. FACTOR
DILUTION FACTOR
WVE CVC N.T.O 273.15K km/h
DISTANCE km
TIME s

PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3
22.9	24.7	25.8
1005.0	1005.0	1006.0
62.9	63.1	51.3
12.9	12.9	12.9
1.079	1.077	1.077
69.896	69.329	69.142
287.410	337.610	342.060
3.994	6.813	5.643
661.0	706.0	726.0

EMISSIONS

	THC	NOx	CO	CO2	HCNtr
PHASE 1	0.34	4.978	1.762	861.069	5.512
PHASE 2	0.492	7.743	2.090	1271.415	8.435
PHASE 3	0.915	11.861	2.256	1781.046	12.778
PHASE 1	0.134	5.246	0.441	215.591	1.380
PHASE 2	0.102	1.136	0.294	186.616	1.238
PHASE 3	0.099	1.290	0.238	164.098	1.325
TOTAL	0.105	1.202	0.294	191.331	1.307
No standard for in-use car	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

FUEL ECONOMY

	mpg	l/100km	km/l
PHASE 1	28.74	8.18	12.22
PHASE 2	31.24	7.08	14.13
PHASE 3	33.60	7.00	14.29
TOTAL	32.41	7.26	13.78

CYCLE SUMMARY

	DEVIATION	FAULTS	CRANE	HOT SOAK
	%	No.	%	%
BEFORE TEST: HOT EMISSION TEST	471.80	0	0.00	
AFTER TEST: TEST CYCLE 124899 CAR NO. 5				

COMMENTS

BEFORE TEST: HOT EMISSION TEST
AFTER TEST: TEST CYCLE 124899 CAR NO. 5

Automotive Emission Laboratory • 13818 Moo 10 Bang Phli District, Bangkok • Thailand • Tel: 0 2617 5447 • Fax: 0 2617 5447

รูปที่ 3.3-10 การประมวลผลข้อมูลและผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ

9) การรายงานผลการทดสอบมลพิษจากรถยนต์

ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะจะรายงานผลให้ผู้ขอใช้บริการได้ทราบหลังจากการดำเนินการทดสอบแล้วภายใน 2 วัน

(4) รูปแบบวัฏจักรการขับขี่ (Driving Cycle) ที่ใช้ในการทดสอบ

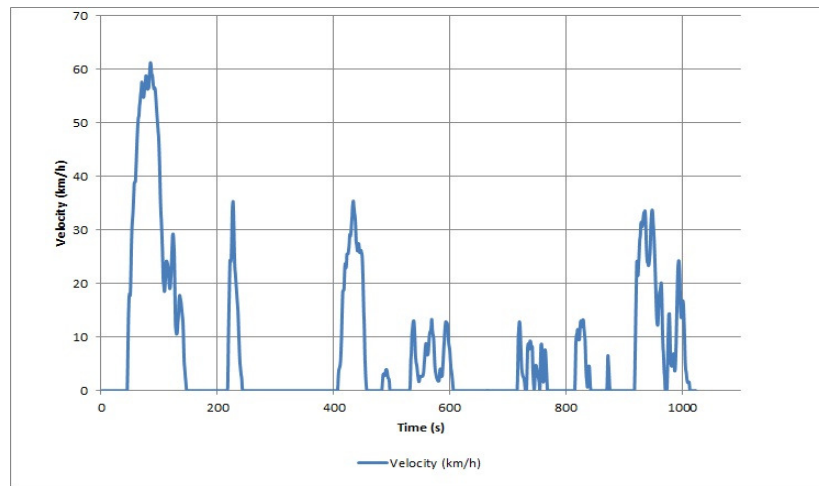
ในการทดสอบจะใช้รูปแบบวัฏจักรการขับขี่ของกรุงเทพมหานคร (Bangkok Driving Cycle) ตามประเภทของรถที่ทดสอบ ดังนี้

1) รถยนต์เบนซิน

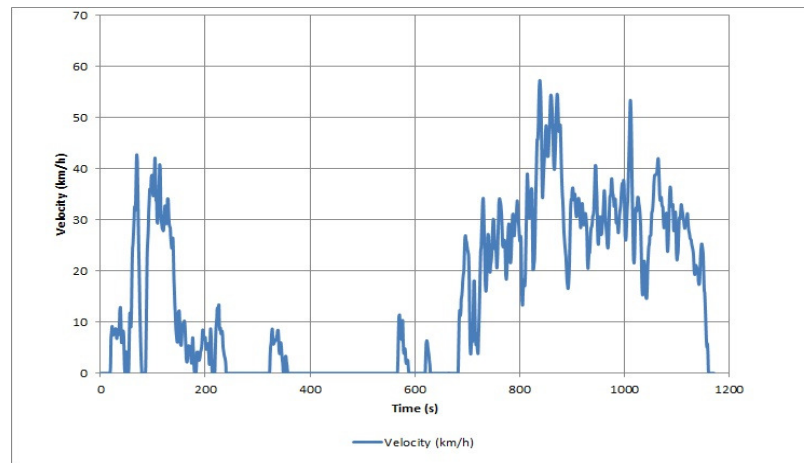
มีรูปแบบการขับขี่ทั้งสิ้น จำนวน 6 ลักษณะ โดย มีความเร็วเฉลี่ย จากน้อยไปหา มาก ซึ่งเป็นการจำลองรูปแบบการขับขี่ของรถยนต์เบนซินในกรุงเทพมหานคร โดยแบบที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ย 7.6 กม./ชม. ใช้เวลาในการขับขี่ 1,002 วินาที แบบที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ย 14.9 กม./ชม. ใช้เวลา 1,151 วินาที ในการขับขี่ แบบที่ 3 มีความเร็วเฉลี่ย 24.3 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 510 วินาที แบบที่ 4 มีความเร็วเฉลี่ย 35.2 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 357 วินาที แบบที่ 5 มีความเร็วเฉลี่ย 44.6 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 557 วินาที และแบบที่ 6 มีความเร็วเฉลี่ย 73.9 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 695 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3.3-3 และรูปแบบการขับขี่ในกลุ่มที่ 1-6 ดังแสดงในรูปที่ 3.3-11 ถึง รูปที่ 3.3-16

ตารางที่ 3.3-3 เวลาและความเร็วของรูปแบบการขับขี่ของรถยนต์เบนซิน

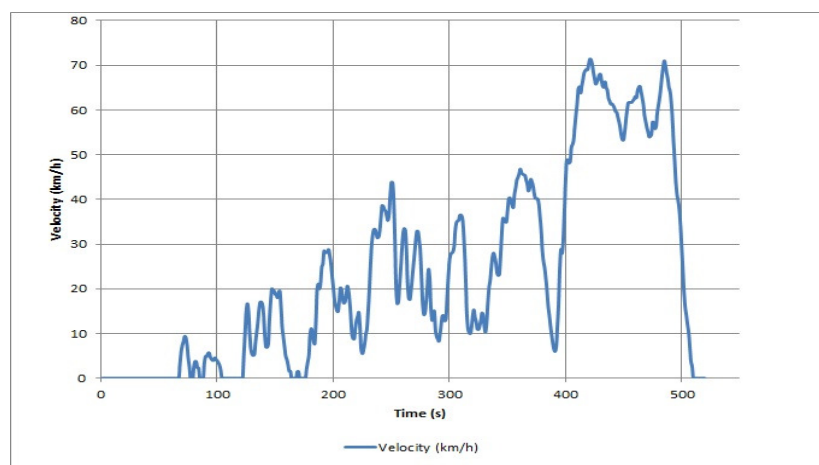
Type	Time (s)	Velocity (km/h)	
		Max	Average
1	1,002	61.3	7.6
2	1,151	57.3	14.9
3	510	71.4	24.3
4	357	74.4	35.2
5	557	90.9	44.6
6	695	90.0	73.9



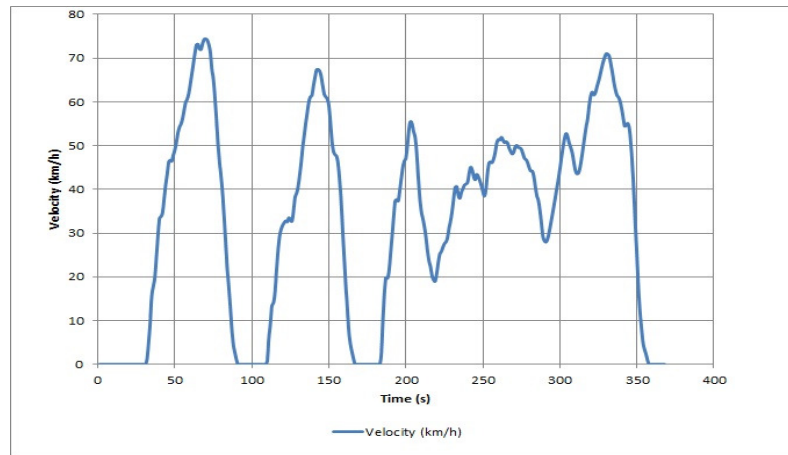
รูปที่ 3.3-11 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 1 ของรถยนต์เบนซิน



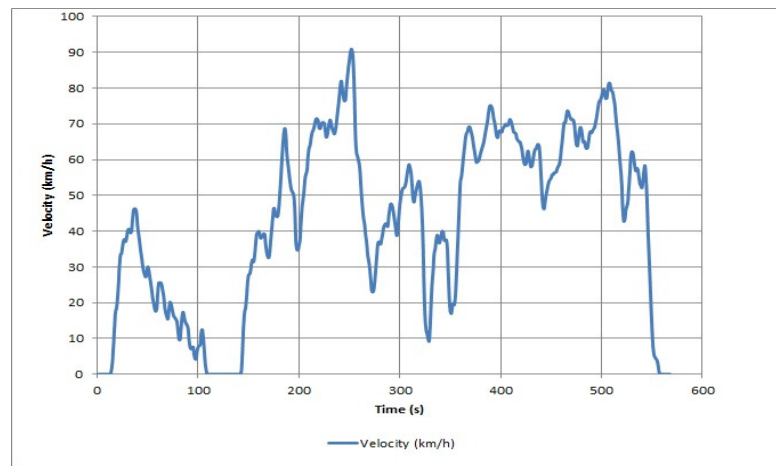
รูปที่ 3.3-12 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 2 ของรถยนต์เบนซิน



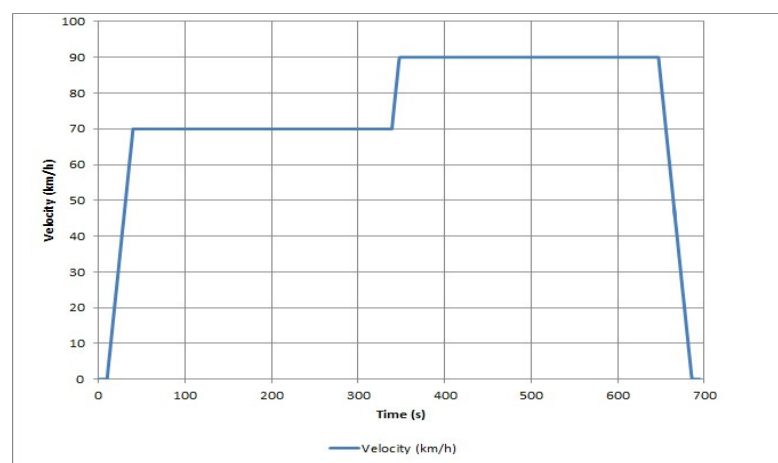
รูปที่ 3.3-13 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 3 ของรถยนต์เบนซิน



รูปที่ 3.3-14 รูปแบบการขับขีในกลุ่มลักษณะการขับขีที่ 4 ของรถยนต์เบนซิน



รูปที่ 3.3-15 รูปแบบการขับขีในกลุ่มลักษณะการขับขีที่ 5 ของรถยนต์เบนซิน



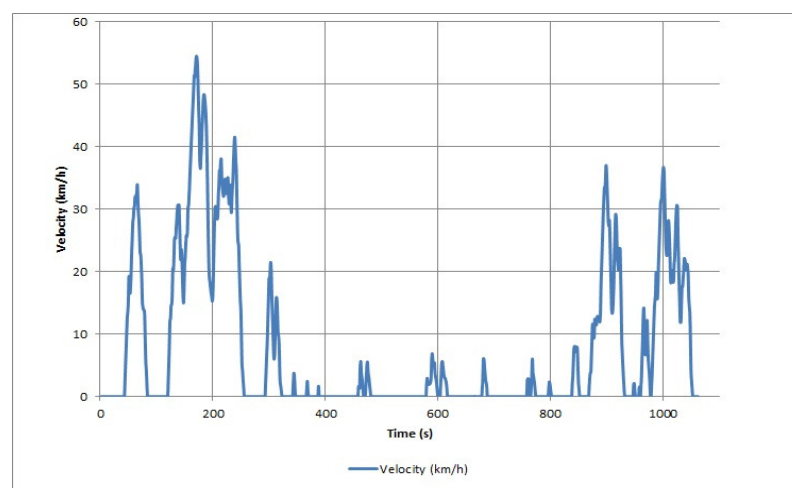
รูปที่ 3.3-16 รูปแบบการขับขีในกลุ่มลักษณะการขับขีที่ 6 ของรถยนต์เบนซิน

2) รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

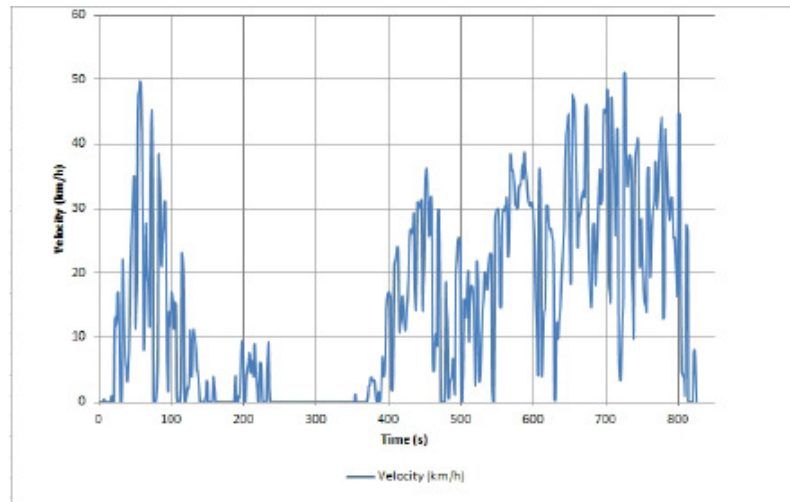
มีรูปแบบการขับขี้นั้นทั้งสิ้น จำนวน 6 ลักษณะ โดย มีความเร็วเฉลี่ย จากน้อยไปหามาก ซึ่งเป็นการจำลองรูปแบบการขับขี้นั้นของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กในกรุงเทพมหานคร ในค่าความเร็วเฉลี่ยต่างๆ กัน โดยแบบที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ย 7.76 กม./ชม. ใช้เวลาในการขับขี้นั้น 1,063 วินาที รูปแบบที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ย 14.53 กม./ชม. ใช้เวลา 823 วินาที ในการขับขี้นั้น รูปแบบที่ 3 มีความเร็วเฉลี่ย 23.13 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี้นั้น 601 วินาที รูปแบบที่ 4 มีความเร็วเฉลี่ย 33.94 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี้นั้น 706 วินาที รูปแบบที่ 5 มีความเร็วเฉลี่ย 46.77 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี้นั้น 730 วินาที และรูปแบบที่ 6 มีความเร็วเฉลี่ย 72.53 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี้นั้น 725 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3.3-4 และรูปที่ 3.3-17 ถึง รูปที่ 3.3-22

ตารางที่ 3.3-4 เวลาและความเร็วของรูปแบบการขับขี้นั้นของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

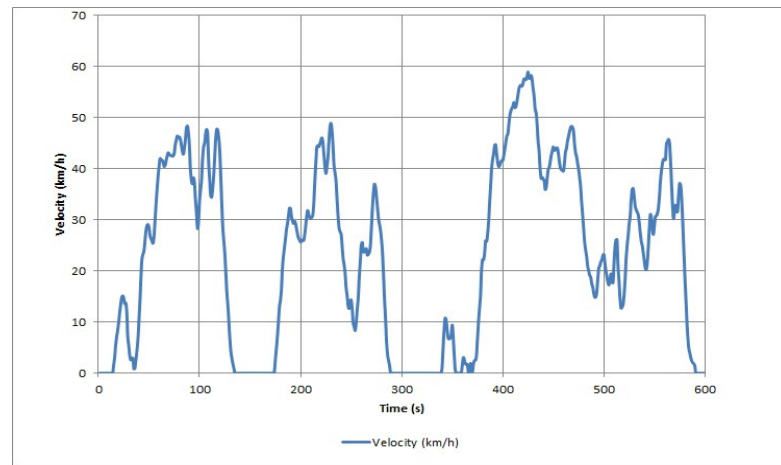
Type	Time (s)	Velocity (km/h)	
		Max	Average
1	1,063	54.53	7.76
2	823	57.32	14.57
3	601	58.97	23.13
4	706	77.56	33.94
5	730	86.42	46.77
6	725	90	72.53



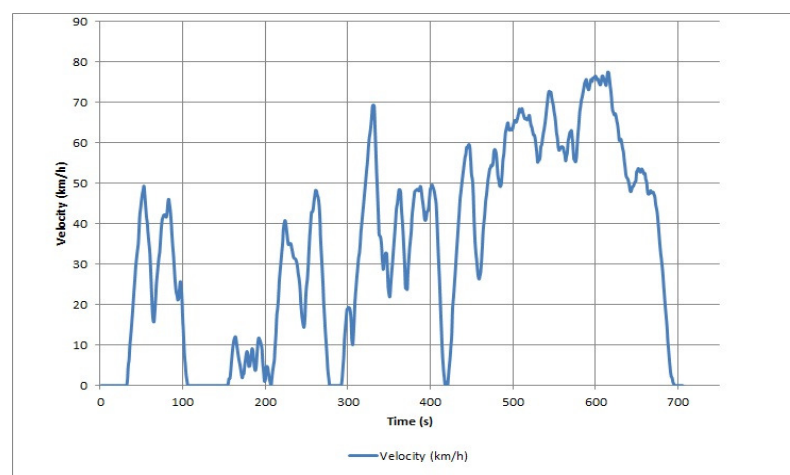
รูปที่ 3.3-17 รูปแบบการขับขี้นั้นในกลุ่มลักษณะการขับขี้นั้นที่ 1 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก



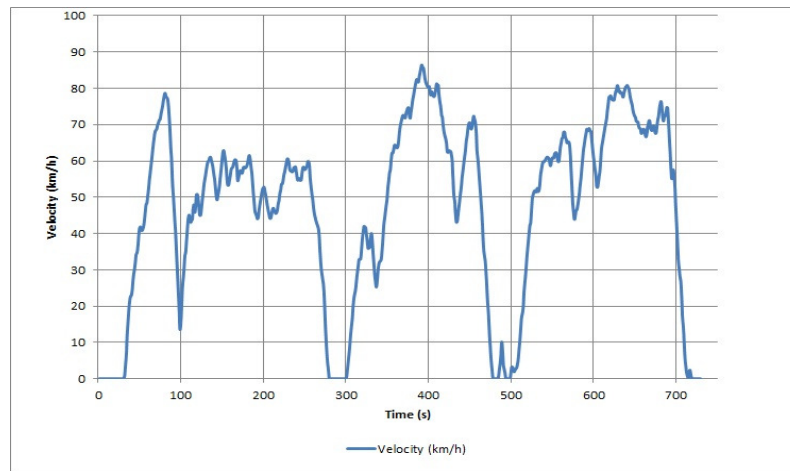
รูปที่ 3.3-18 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 2 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก



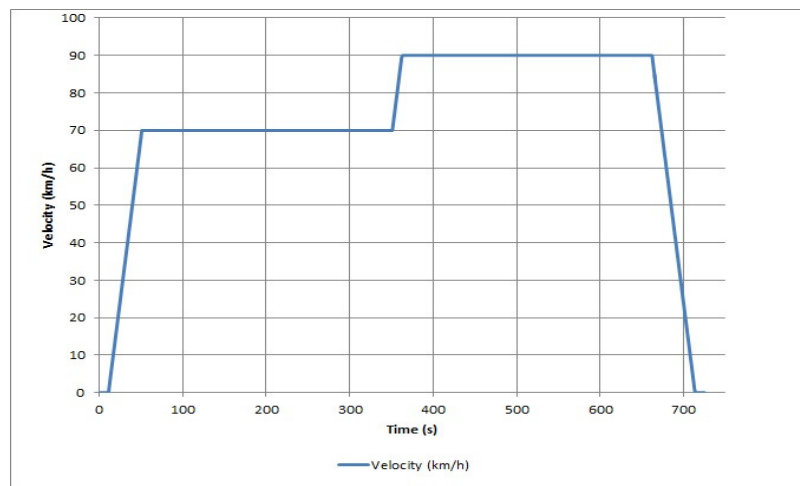
รูปที่ 3.3-19 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 3 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก



รูปที่ 3.3-20 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 4 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก



รูปที่ 3.3-21 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 5 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก



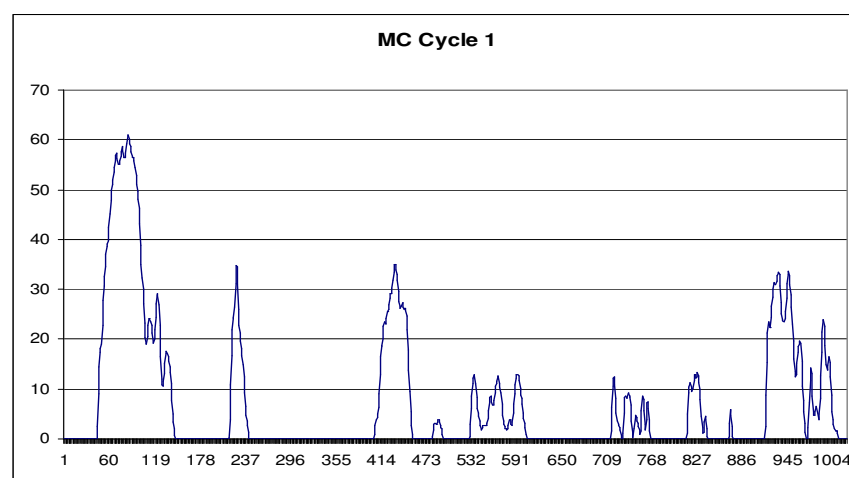
รูปที่ 3.3-22 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 6 ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

3) รถจักรยานยนต์

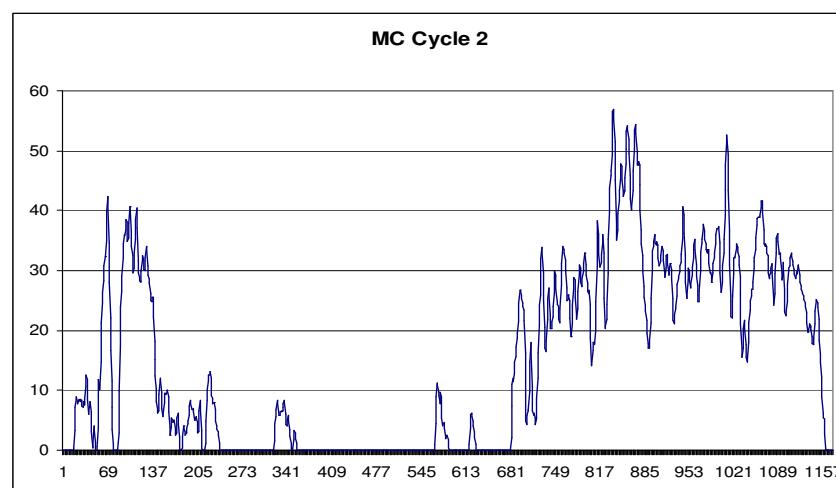
มีรูปแบบการขับขี่ ทั้งสิ้น จำนวน 6 ลักษณะ โดย มีความเร็วเฉลี่ย จากน้อยไปหา มาก ซึ่งเป็นการจำลองรูปแบบการขับขี่ของรถจักรยานยนต์ในกรุงเทพมหานครใน ค่าเร็วเฉลี่ยต่างๆ กัน โดยแบบที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ย 7.4 กม./ชม. ใช้เวลาในการขับขี่ 1,024 วินาที รูปแบบที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ย 14.7 กม./ชม. ใช้เวลา 1,172 วินาที ในการขับขี่ รูปแบบที่ 3 มีความเร็วเฉลี่ย 23.35 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 520 วินาที รูปแบบที่ 4 มีความเร็วเฉลี่ย 33.17 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 368 วินาที รูปแบบที่ 5 มีความเร็วเฉลี่ย 42.92 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 568 วินาที รูปแบบที่ 6 มีความเร็วเฉลี่ย 56.1 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 680 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3.3-5 และ รูปแบบการขับขี่ ในกลุ่มที่ 1-4 ดังแสดงในรูปที่ 3.3-23 ถึง รูปที่ 3.3-28

ตารางที่ 3.3-5 เวลาและความเร็วของรูปแบบการขับขี่ของรถจักรยานยนต์

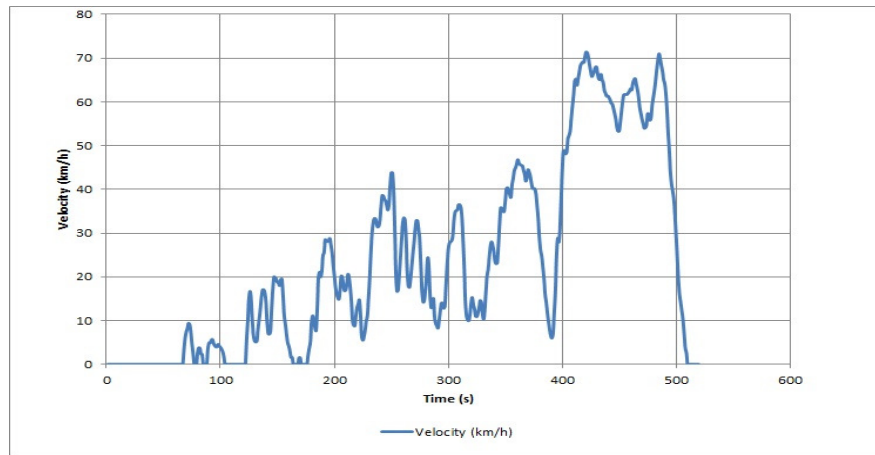
Type	Time (s)	Velocity (km/h)	
		Max	Average
1	1,024	61	7.4
2	1,172	56.8	14.7
3	520	71.4	23.35
4	368	74.2	33.17
5	568	90.92	42.92
6	680	70	56.1



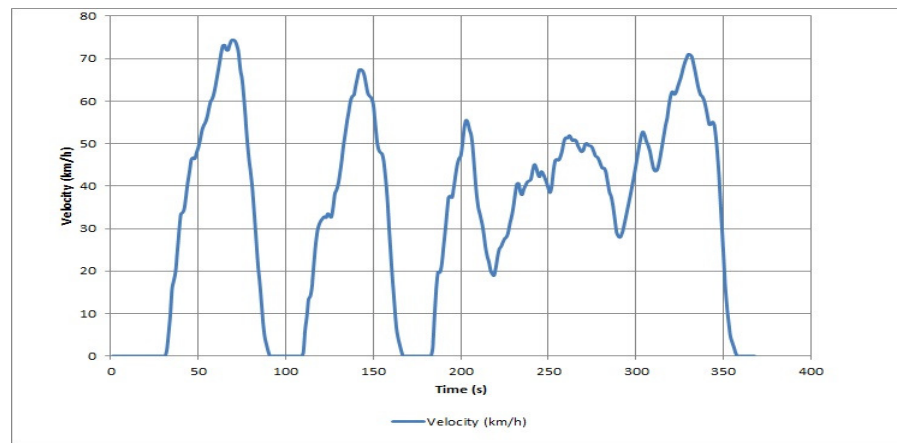
รูปที่ 3.3-23 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 1 ของรถจักรยานยนต์



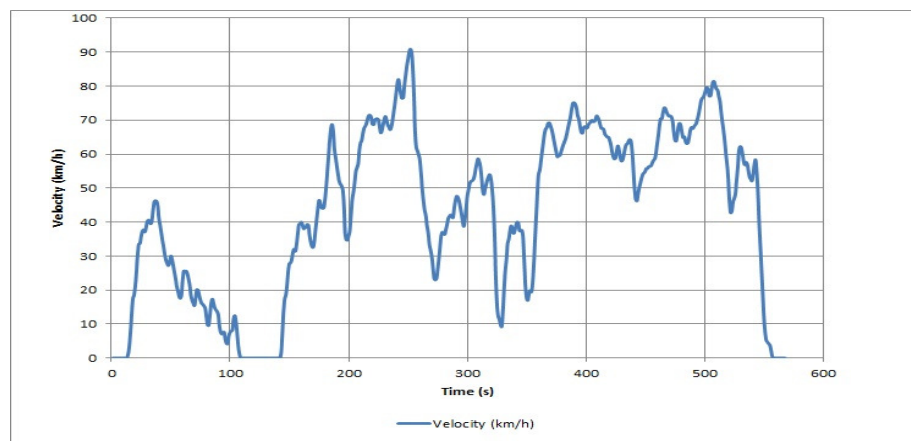
รูปที่ 3.3-24 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 2 ของรถจักรยานยนต์



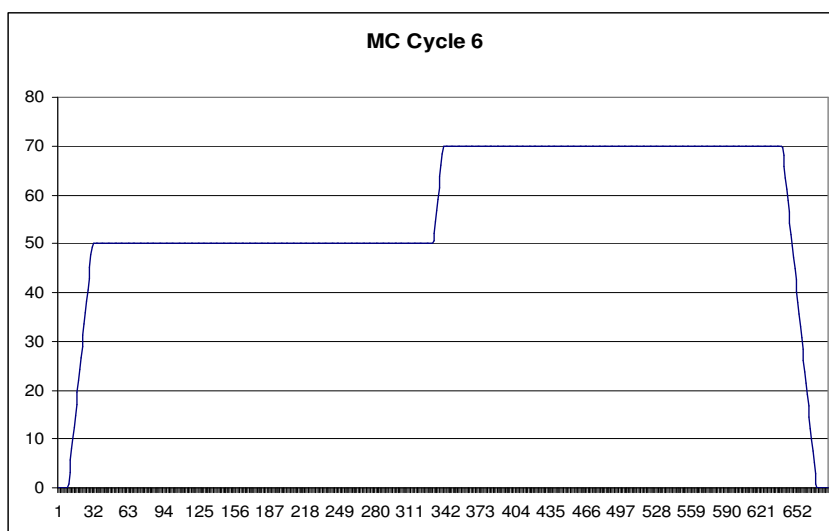
รูปที่ 3.3-25 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 3 ของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 3.3-26 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 4 ของรถจักรยานยนต์



รูปที่ 3.3-27 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 5 ของรถจักรยานยนต์



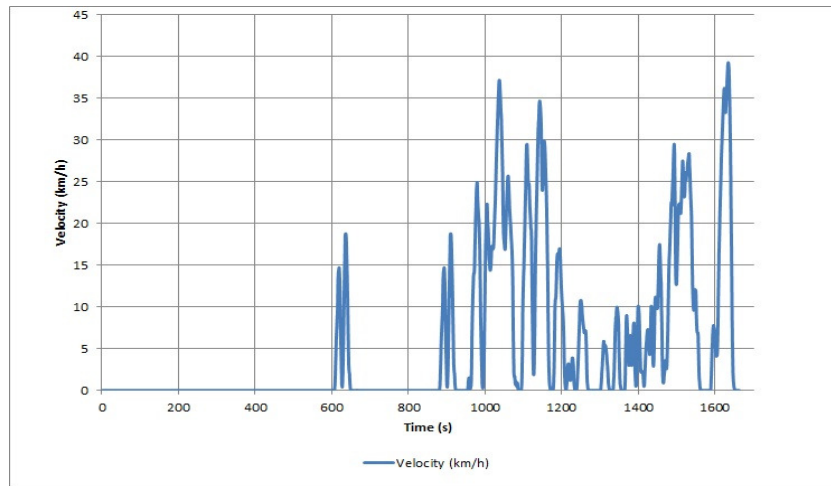
รูปที่ 3.3-28 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 6 ของรถจักรยานยนต์

4) รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

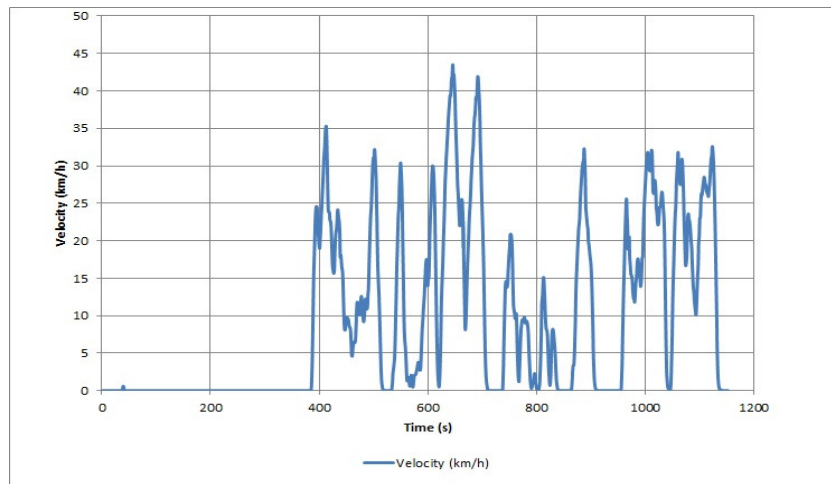
มีรูปแบบการขับขี่ ทั้งสิ้น จำนวน 6 ลักษณะ โดย มีความเร็วเฉลี่ย จากน้อยไปหามาก ซึ่งเป็นการจำลองรูปแบบการขับขี่ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร ในค่าความเร็วเฉลี่ยต่าง ๆ กัน โดยแบบที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ย 5.14 กม./ชม. ใช้เวลาในการขับขี่ 1,663 วินาที รูปแบบที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ย 9.23 กม./ชม. ใช้เวลา 1,153 วินาที ในการขับขี่ รูปแบบที่ 3 มีความเร็วเฉลี่ย 15.32 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 576 วินาที รูปแบบที่ 4 มีความเร็วเฉลี่ย 22.95 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 447 วินาที รูปแบบที่ 5 มีความเร็วเฉลี่ย 36.21 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 376 วินาที รูปแบบที่ 6 มีความเร็วเฉลี่ย 59.79 กม./ชม. ใช้เวลาขับขี่ 277 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3.3-6 และ รูปที่ 3.3-29 ถึง รูปที่ 3.3-34

ตารางที่ 3.3-6 เวลาและความเร็วของรูปแบบการขับขี่ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

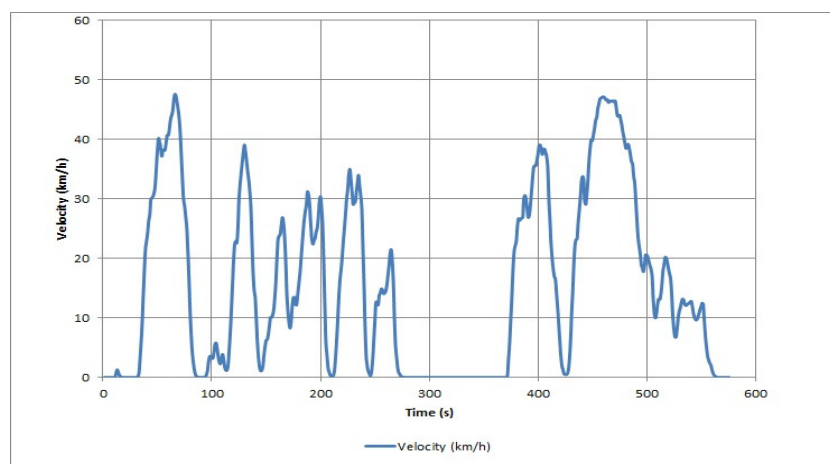
Type	Time (s)	Velocity (km/h)	
		Max	Average
1	1663	39.3	5.14
2	1153	43.5	9.23
3	576	47.6	15.32
4	447	63.6	22.95
5	376	66.9	36.21
6	277	80	59.79



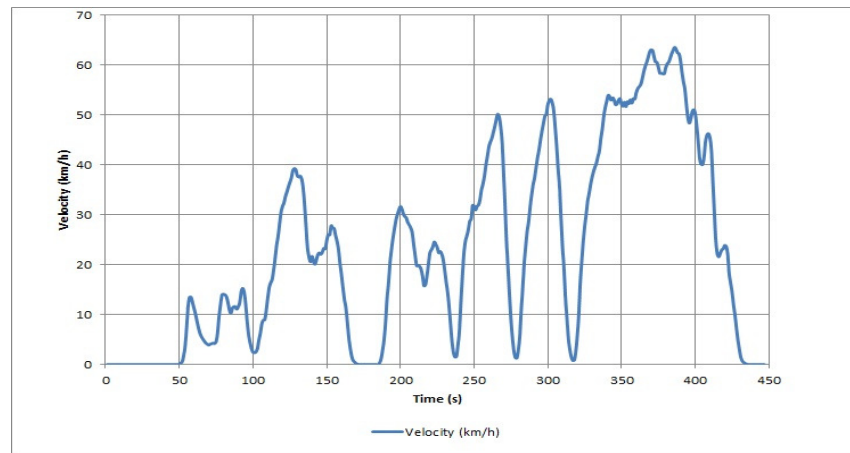
รูปที่ 3.3-29 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 1 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่



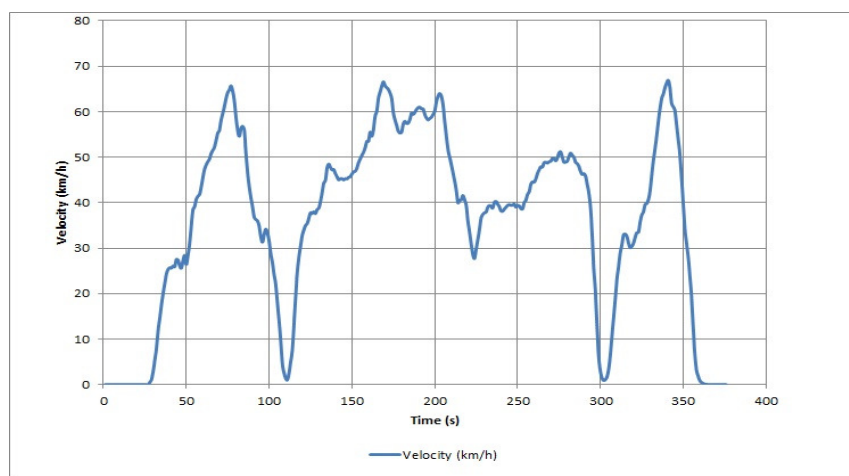
รูปที่ 3.3-30 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 2 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่



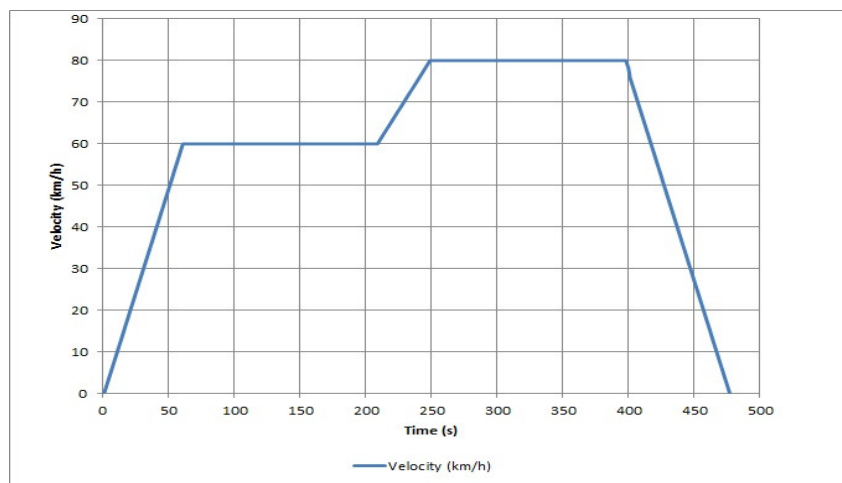
รูปที่ 3.3-31 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 3 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่



รูปที่ 3.3-32 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 4 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่



รูปที่ 3.3-33 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 5 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่



รูปที่ 3.3-34 รูปแบบการขับขี่ในกลุ่มลักษณะการขับขี่ที่ 6 ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

3.4 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์ถ่วง

นอกเหนือจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ที่ปรึกษายังทำการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์ถ่วงด้วย ที่ปรึกษาได้ทำการตรวจวัดปริมาณมลพิษด้วยวิธีดังกล่าวเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงติดต่อกัน จากการสำรวจสภาพของอุโมงค์ 4 แห่ง ได้แก่ อุโมงค์บนถนนรัชดาภิเษก อุโมงค์บนถนนพหลโยธิน อุโมงค์บนถนนดินแดง และอุโมงค์บางพลัด ที่ปรึกษาพิจารณาเห็นว่าอุโมงค์ถ่วงที่มีความยาวพอสมควร มีสภาพปิด มีระบบการระบายอากาศที่ชัดเจน มีพื้นที่ในการทำงาน และมีปริมาณจราจรหนาแน่นพอสมควรเหมาะสมในการทดสอบ ได้แก่ อุโมงค์บางพลัด ซึ่งที่ปรึกษาได้ทำการตรวจวัดปริมาณมลพิษจากการจราจรของยานพาหนะที่วิ่งผ่านอุโมงค์ โดยตั้งเครื่องตรวจวัดไอเสียรถยนต์ภายในอุโมงค์ และวัดอัตราการไหลของอากาศ พร้อมกับการเก็บตัวอย่างจำนวนและชนิดรถยนต์ ความเร็วที่ถ่วง สภาพถนนและสภาพการจราจรอื่นๆ ข้อมูลที่ได้จากวิธีการนี้เป็นข้อมูลประเภทของมลพิษเช่นเดียวกันกับวิธีการตรวจวัดด้วยการวิ่งในวัฏจักรการขับขี่ โดยเป็นข้อมูลปริมาณมลพิษรวมที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ทั้งหมดที่อยู่ในอุโมงค์ในเวลานั้น

การทดสอบการปล่อยมลพิษโดยใช้วิธีอุโมงค์ถ่วงได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 4-5 มิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

(1) การสำรวจและคัดเลือกอุโมงค์ที่ใช้ในการทดสอบ

ในการสำรวจและคัดเลือกอุโมงค์ที่เหมาะสมเพื่อการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 1) อุโมงค์ควรมีความยาวพอสมควรเพื่อให้มีปริมาณการจราจรภายในอุโมงค์ในระยะเวลานึงสูงพอเพื่อให้สามารถคำนวณค่า VKT ที่ถูกต้อง (ปริมาณการจราจรคูณระยะเดินทางมีความคลาดเคลื่อนน้อย) ทั้งนี้ อุโมงค์ที่มีความยาวเพียงพอช่วยลดความแปรปรวนในเรื่องความเร็วรถ และความลาดของถนน นอกจากนี้ ในแง่ของการตรวจวัดมลพิษอากาศจะต้องคำนึงถึงการเจือจางของอากาศบริเวณปากอุโมงค์ โดยหลักการตรวจวัดมลพิษอากาศในปล่อง ปล่อง (หรืออุโมงค์) จะต้องมีความยาวอย่างน้อย 10 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางปล่อง หรือหากเป็นอุโมงค์ 3 ช่องทาง จะต้องมีความยาวอุโมงค์อย่างน้อย 120 เมตร (10 เท่า ของ 3 ช่องทาง 12 เมตร)
- 2) เป็นอุโมงค์ปิด เนื่องจากหากเป็นอุโมงค์เปิด หรือใช้การระบายอากาศโดยธรรมชาติทางเพดานของอุโมงค์ จะไม่สามารถคำนวณอัตราการระบายอากาศและปริมาณการปล่อยมลพิษได้ ส่วนอุโมงค์ปิดจะสามารถคำนวณอัตราการระบายอากาศได้ โดยการวัดความเร็วลมที่พัดออกจากปากอุโมงค์
- 3) มีรูปแบบ ระบบ และทิศทางการระบายอากาศที่ชัดเจนโดยการระบายอากาศด้วยพัดลม การระบายอากาศด้วยพัดลมจะระบายอากาศจากปากอุโมงค์ด้านหนึ่งไปปลาย

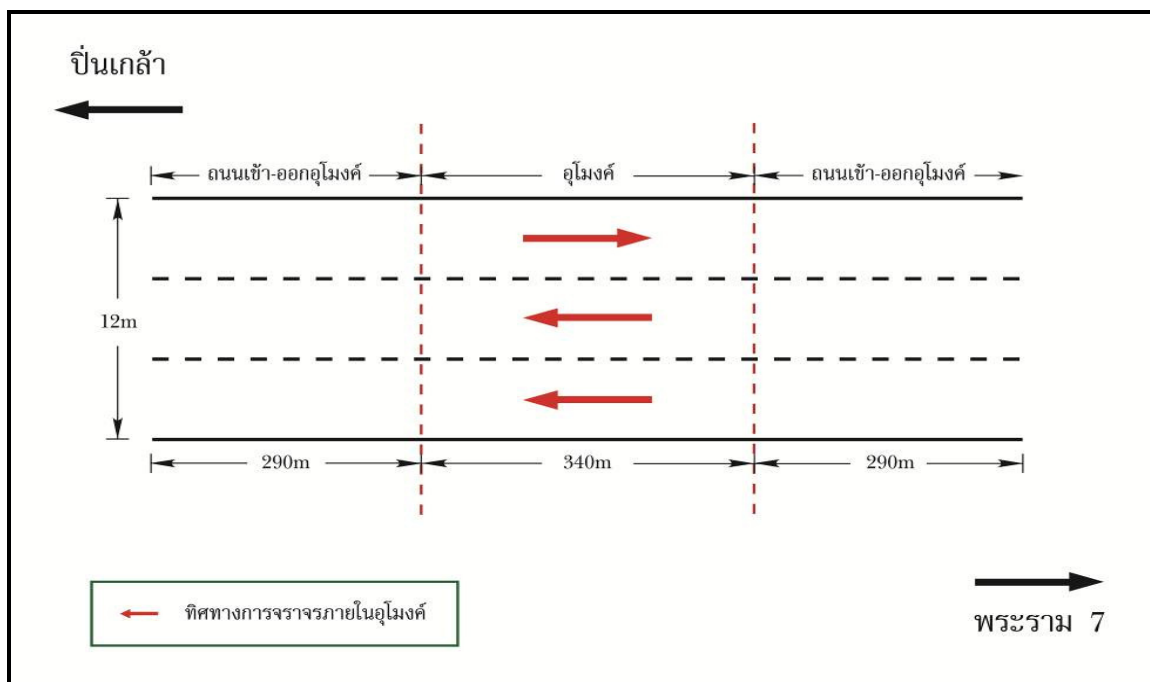
อุโมงค์อีกด้านหนึ่งอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถตรวจวัดความเข้มข้นมลพิษที่พัดเข้าทางปากอุโมงค์และความเข้มข้นมลพิษที่สะสมภายในอุโมงค์ตามระยะทางได้ลงได้ถูกต้อง แต่หากเป็นการระบายอากาศโดยธรรมชาติจะมีทิศทางลมที่ไม่แน่นอน

- 4) มีพื้นที่ในการทำงานอย่างปลอดภัย เพื่อติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศ และการนับปริมาณจราจร
- 5) มีปริมาณจราจรหนาแน่นพอสมควร และประกอบด้วยประเภทยานพาหนะที่ต้องการตรวจวัดปริมาณการปล่อยมลพิษ

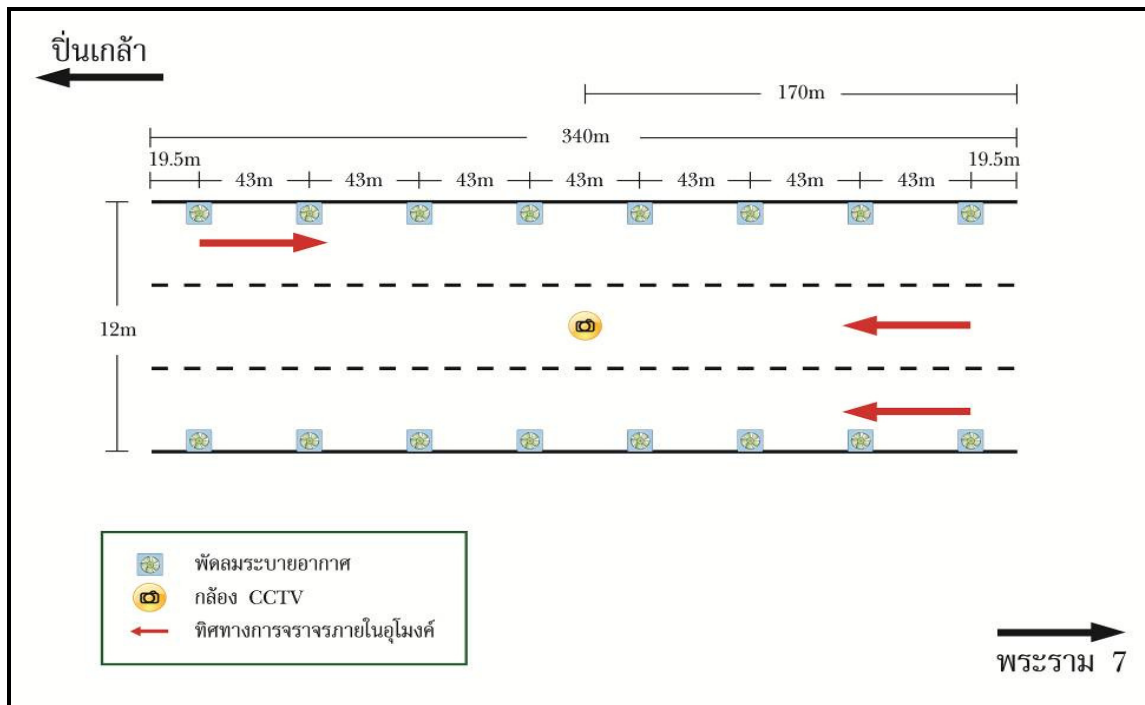
โดยอ้างอิงหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ที่ปรึกษาได้พิจารณาว่าอุโมงค์บางพลัดบนถนนจรัลสนิทวงศ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.4-1 ถึง รูปที่ 3.4-3 มีความเหมาะสมที่จะใช้เพื่อทดสอบการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ โดยเหตุผลดังต่อไปนี้ คือ อุโมงค์บางพลัดเป็นอุโมงค์ปิดที่มีความยาวมากที่สุดคือ 800 เมตร และปิดที่ด้านบน ความกว้าง 12 เมตร ความสูง 5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.4-4 ตั้งแต่ที่ระยะ 230 เมตร ถึง 570 เมตร คิดเป็นระยะทาง 340 เมตร มีพัดลมระบายอากาศที่ระบายอากาศจากปากอุโมงค์ด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง มีช่องทางเดินรถไป 2 ช่องทาง กลับ 1 ช่องทาง ทำให้สามารถปิดช่องทางเดินรถได้ 1 ช่องทาง เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องมือได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้ อุโมงค์บางพลัดมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยประมาณ 4 พันคันต่อชั่วโมง หรือประมาณ 5 หมื่นคันต่อวัน



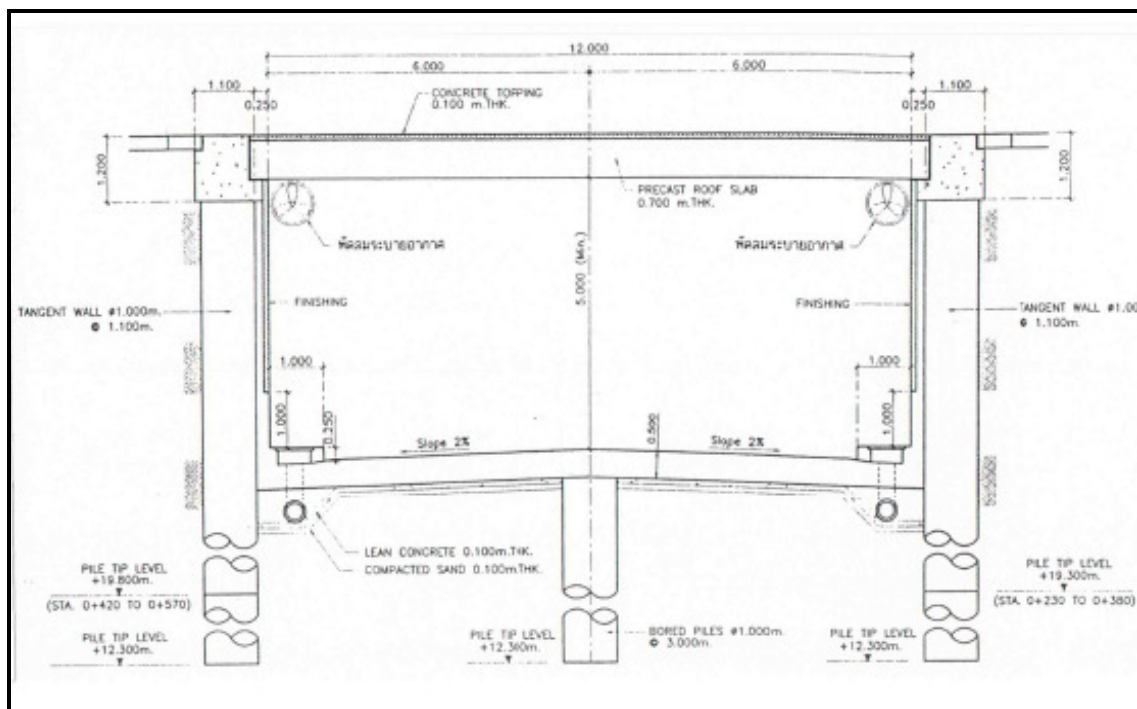
รูปที่ 3.4-1 แผนที่แสดงตำแหน่งของอุโมงค์บางพลัด



รูปที่ 3.4-2 ความยาวช่วงต่าง ๆ ของอุโมงค์บางพลัด



รูปที่ 3.4-3 รายละเอียดพัดลมระบายอากาศและกล่องวงจรปิดภายในตู้โมดูล



รูปที่ 3.4-4 รูปหน้าตัดตอโมงค์

(2) วิธีการทดสอบ

ในการตรวจวัดปริมาณการปล่อยมลพิษภายในอุโมงค์ ได้มีการนับปริมาณการจราจรแยกประเภทรถเป็นเวลา 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง ระหว่างวันเสาร์ที่ 4 มิถุนายน ถึงวันอาทิตย์ที่ 5 มิถุนายน พ.ศ.2554 โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษอากาศ 2 จุด คือ บริเวณต้นลมก่อนเข้าอุโมงค์ และภายในอุโมงค์ก่อนปลายทางออกของอุโมงค์

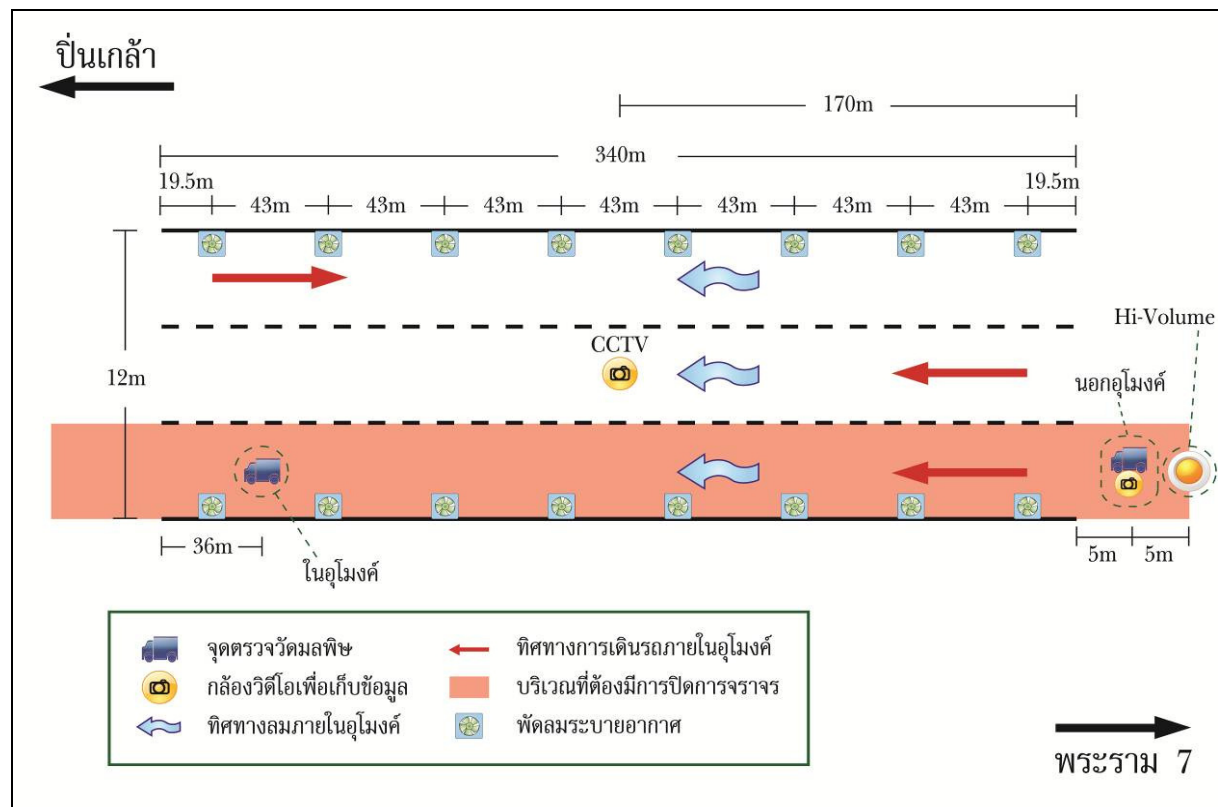
ชนิดมลพิษอากาศที่ทำการตรวจวัด มี 6 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดแบบอ่านค่าต่อเนื่อง (Continuous monitor) และบันทึกข้อมูลด้วยหน่วยความจำ (Data logger) ทั้งนี้ วิธีการตรวจวัดที่ใช้เป็นไปตามวิธีมาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษหรือเทียบเท่า ดังนี้

ตารางที่ 3.4-1 วิธีตรวจวัดมลพิษอากาศภายในอุโมงค์รถวิ่ง

ชนิดมลพิษ	วิธีตรวจวัด
1. คาร์บอนไดออกไซด์	Non-dispersive Infrared
2. คาร์บอนมอนอกไซด์	Non-dispersive Infrared
3. ไนโตรเจนออกไซด์	Chemiluminescence
4. ไฮโดรคาร์บอน	Flame Ionization Detector
5. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน	Gravimetric
6. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน	Light scattering

ส่วนการนับปริมาณการจราจรและแยกประเภทยานพาหนะตลอดระยะเวลาการตรวจวัด ใช้กล้องวิดีโอที่บันทึกภาพการจราจร 2 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งแรกจะอยู่บริเวณก่อนทางเข้าอุโมงค์ เพื่อทำการตรวจวัดข้อมูลหมายเลขทะเบียนรถเพื่อใช้ในการตรวจสอบอายุของรถที่ผ่านเข้าไปในอุโมงค์ และตำแหน่งที่ 2 คือ บริเวณภายในอุโมงค์ โดยที่ปรึกษาได้ขอใช้ข้อมูลกล้องวงจรปิดจากสำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ในการบันทึกปริมาณรถ จำแนกตามประเภทรถยนต์ ได้แก่ รถยนต์ รถบรรทุกเล็ก รถประจำทาง รถบรรทุกขนาดใหญ่ และรถจักรยานยนต์ โดยประมวลผลข้อมูลทุก 10 นาที ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ทำการตรวจวัดเพื่อหาข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรที่ผ่านอุโมงค์ โดยใช้การจับเวลาในการเดินทางผ่านอุโมงค์ในช่วงเวลาต่างๆ ของวัน

ในช่วงที่ทำการตรวจวัดมลพิษและนับปริมาณการจราจรนั้น ได้มีการตรวจวัดความเร็วลมในการระบายอากาศ มิติและขนาดของอุโมงค์ สภาพการจราจรโดยทั่วไป สภาพแวดล้อมของพื้นที่ ตลอดจนสภาพอากาศที่อาจส่งผลต่อการทดสอบด้วย



รูปที่ 3.4-5 การจัดวางตำแหน่งจุดตรวจวัดปริมาณมลพิษในอุโมงค์บางพลัด

(3) การวิเคราะห์และคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ

การคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จะคำนวณจากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นมลพิษระหว่างทางเข้าและทางออกของอุโมงค์ ซึ่งเท่ากับปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากยานพาหนะที่วิ่งในอุโมงค์ ในเบื้องต้นสามารถคำนวณค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษจากการจราจรโดยรวมได้ดังสมการต่อไปนี้ (Colberg et al. Atmospheric Environment, 39 (2005) 2499-2511)

$$EF_i = \frac{\Delta C_i W_i S \Delta t_i}{n_i d}$$

เมื่อ EF_i = ปริมาณการปล่อยมลพิษในช่วงเวลา i

ΔC = ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นมลพิษระหว่างจุดวัด

w_i = ความเร็วลม

S = พื้นที่หน้าตัดของอุโมงค์

Δt_i = ระยะเวลาแต่ละช่วง

n_i = ปริมาณการจราจรในช่วงเวลา i

d = ระยะทางระหว่างจุดวัดทั้งสอง

(4) ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบประกอบด้วย

- 1) การสำรวจและคัดเลือกอุโมงค์ที่เหมาะสม
- 2) การประสานงานติดต่อขอใช้พื้นที่อุโมงค์จาก กทม. ประสานงานกับตำรวจจราจร เพื่อปิดช่องทางจราจร และขอใช้ไฟฟ้ากับการไฟฟ้านครหลวง
- 3) การติดตั้งอุปกรณ์และทำการตรวจวัด มีกำหนดการโดยสังเขป ดังนี้

วันเสาร์ที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2554

15.30 น. ปิดการจราจรในอุโมงค์ 1 ช่องทาง

สำรวจสภาพอุโมงค์ พัฒลมระบายอากาศ และตรวจวัดขนาดกว้าง ความสูง ความยาว และช่วงระยะทางลาดของอุโมงค์ รวมถึงตรวจวัดทิศทางและความเร็วลม

18.00 น. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษ 2 ตำแหน่ง ได้แก่ รถตรวจวัดมลพิษที่ปากทางเข้าอุโมงค์ และตู้ตรวจวัดมลพิษบริเวณภายในอุโมงค์ และกล้องวีดิทัศน์ 1 จุด และเปิดเครื่องตรวจวัดมลพิษเพื่ออุ่นเครื่อง

21.00 น. เริ่มการตรวจวัดเมื่ออุปกรณ์ปรับสภาพพร้อมใช้งาน

เดินเครื่องตลอดเวลาจนกระทั่งครบระยะเวลาการตรวจวัด

วันอาทิตย์ที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2554

เดินเครื่องต่อเนื่องจากวันที่ 4

15.00 น. ตรวจสอบข้อมูล และทำการปิดเครื่อง และขนย้ายออกจากอุโมงค์

4) การวิเคราะห์ผลและคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ

ทั้งนี้ ในการดำเนินการตรวจวัดมลพิษเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2554 ที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจพื้นที่ศึกษาบริเวณโดยรอบและภายในอุโมงค์ รวมไปถึงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษและติดตั้งกล้องวีดิทัศน์ โดยรายละเอียดการดำเนินการ ที่ปรึกษาได้ทำการสรุปไว้โดยสังเขป ดังนี้

หลังจากดำเนินการปิดการจราจรเสร็จสิ้น เป็นการสำรวจลักษณะโดยทั่วไปของอุโมงค์ ซึ่งประกอบด้วย การตรวจวัดความกว้างและความยาวของอุโมงค์ จำนวนช่องทางจราจร ทิศทางการจราจร ระบบพัฒลมระบายอากาศ ซึ่งดังแสดงในรูปที่ 3.4-6 ถึง รูปที่ 3.4-8 จากนั้นจึงเริ่มทำการตรวจวัดทิศทางและความเร็วลมภายในอุโมงค์ เพื่อให้ทราบถึงอัตราการระบายมลพิษที่เกิดขึ้นจากการจราจร โดยการตรวจวัดนี้จะดำเนินการใน

บริเวณจุดต่างๆ ที่มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในอุโมงค์ เพื่อให้ทราบถึงทิศทางการไหลเวียนของอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.4-9



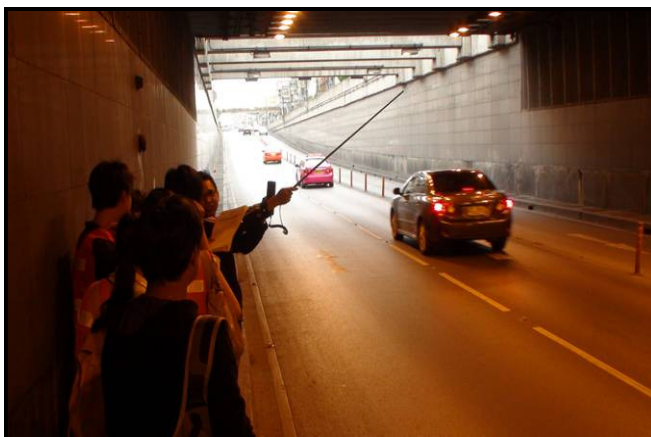
รูปที่ 3.4-6 สภาพภายนอกอุโมงค์บางพลัด



รูปที่ 3.4-7 สภาพภายในอุโมงค์บางพลัด



รูปที่ 3.4-8 ลักษณะการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในอุโมงค์



รูปที่ 3.4-9 การตรวจวัดทิศทางและความเร็วลมภายในอุโมงค์บางพลัด

จากนั้นจะเป็นขั้นตอนในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษบริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 ด้านนอกอุโมงค์ ซึ่งเริ่มจากการต่อเชื่อมสายไฟฟ้าเข้ามายังรถอุปกรณ์ และทำการจัดเตรียมอุปกรณ์การตรวจวัดมลพิษ ประกอบด้วย

- Dustmate ใช้ในการตรวจวัด Particulate : ติดตั้งอยู่ห่างจากปลายอุโมงค์ 10 เมตร
- อุปกรณ์ตรวจวัด PM-10 : ติดตั้งห่างจากปลายอุโมงค์ 15 เมตร
- อุปกรณ์ตรวจวัด SO₂ : ติดตั้งอยู่ภายในรถอุปกรณ์ (ห่างจากปลายอุโมงค์ 5 เมตร)
- อุปกรณ์ตรวจวัด NO₂ : ติดตั้งอยู่ภายในรถอุปกรณ์ (ห่างจากปลายอุโมงค์ 5 เมตร)
- อุปกรณ์ตรวจวัด CO : ติดตั้งอยู่ภายในรถอุปกรณ์ (ห่างจากปลายอุโมงค์ 5 เมตร)
- อุปกรณ์ตรวจวัด CO₂ : ติดตั้งอยู่ภายในรถอุปกรณ์ (ห่างจากปลายอุโมงค์ 5 เมตร)
- อุปกรณ์ตรวจวัด THC : ติดตั้งอยู่ภายในรถอุปกรณ์ (ห่างจากปลายอุโมงค์ 5 เมตร)



รูปที่ 3.4-10 รถอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษบริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 ติดตั้งห่างปลายอุโมงค์ 5 เมตร



รูปที่ 3.4-11 อุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษภายในรถ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1



รูปที่ 3.4-12 อุปกรณ์ตรวจวัด Particulate ติดตั้งห่างจากปลายอุโมงค์ 10 เมตร



รูปที่ 3.4-13 อุปกรณ์ตรวจวัด PM-10 ติดตั้งห่างจากปลายอุโมงค์ 15 เมตร

ภายในรถอุปกรณ์บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 จะทำการติดตั้งกล่องวิดิทัศน์เพื่อบันทึกหมายเลขทะเบียนรถ ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบอายุของรถยนต์ที่ผ่านเข้าไปในอุโมงค์

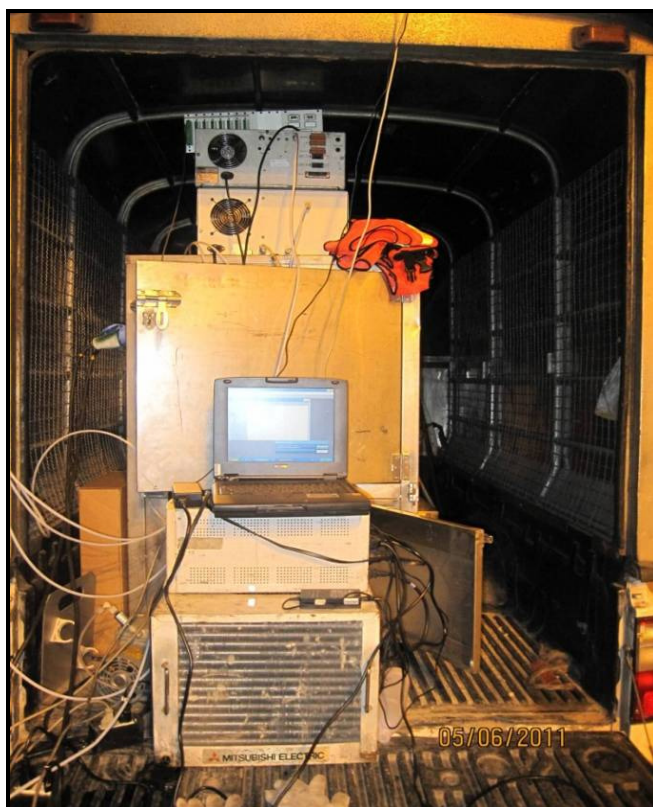


รูปที่ 3.4-14 กล่องวิดิทัศน์เพื่อบันทึกหมายเลขทะเบียนรถยนต์
ภายในรถอุปกรณ์ ที่จุดตรวจวัดที่ 1

สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2 จะเป็นการตรวจวัดมลพิษที่เกิดขึ้นภายในอุโมงค์ จุดที่จะทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์อยู่ห่างจากปลายอุโมงค์เข้ามาภายในอุโมงค์เป็นระยะทาง 3 เท่าของความกว้างรวมของอุโมงค์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตรวจวัดมลพิษที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่จะมีการระบายออกจากอุโมงค์ ทั้งนี้ เนื่องจากอุโมงค์บางพลัดมีความกว้างรวมทั้งสิ้น 12 เมตร (3 ช่องจราจร) การจัดวางตำแหน่งของรถอุปกรณ์บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2 จึงจะอยู่ในจุดที่ห่างจากปลายอุโมงค์เข้ามายังภายในอุโมงค์เป็นระยะทาง 36 เมตร



รูปที่ 3.4-15 รถอุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษภายในอุโมงค์ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2



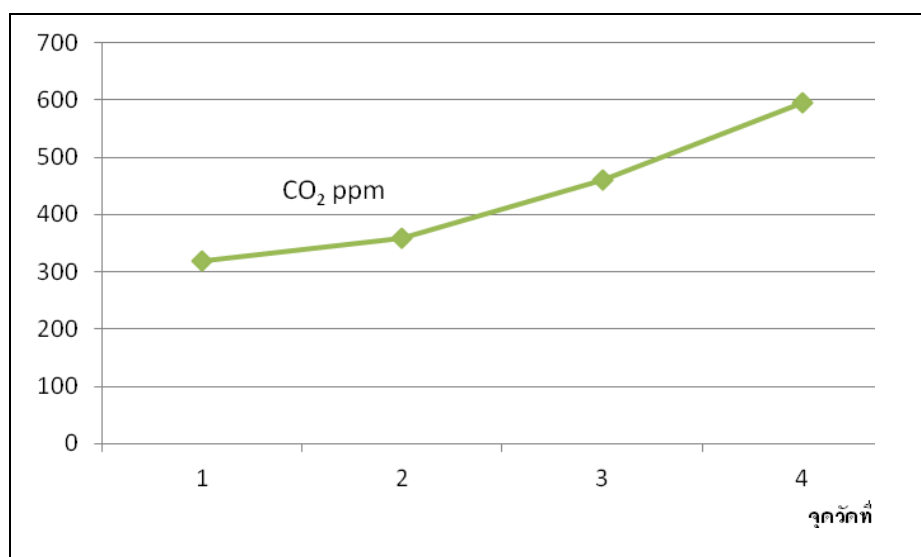
รูปที่ 3.4-16 อุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษภายในรถ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2

(5) ผลการทดสอบ

ความเร็วลมและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดความยาวของอุโมงค์

เมื่อเริ่มต้นการทดสอบจะทำการตรวจวัดความเร็วลมและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอุโมงค์ตลอดความยาวของอุโมงค์ ทั้งนี้มีความประสงค์ที่จะควบคุมความเร็วลมภายในอุโมงค์ที่ระดับพอสมควร คือ มีความเร็วเพียงพอที่จะพามลพิษจากปลายด้านหนึ่งของอุโมงค์ไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง ในขณะที่เดียวกันไม่ต้องการให้มีความเร็วลมสูงเกินไปและเจือจางมลพิษจนมีค่าต่ำกว่าที่จะตรวจวัดได้ ในการนี้ที่ปรึกษา ได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ในการเปิดพัดลมภายในอุโมงค์ให้เปิดพัดลม 3 ตัว จากทั้งหมด 16 ตัว เพื่อควบคุมความเร็วลมภายในอุโมงค์ที่ประมาณ 1 เมตรต่อวินาที

ในขณะที่เดียวกัน ที่ปรึกษา ได้ตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดความยาวของอุโมงค์ที่พัดลมตำแหน่งที่ 1 3 5 และ 7 ดังแสดงในรูปที่ 3.4-17 ผลการตรวจวัดแสดงว่ามีการสะสมความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเพิ่มขึ้นตามระยะทางในอุโมงค์ จนถึงทางออกของอุโมงค์ ดังนั้นจึงยืนยันได้ว่าสภาพในอุโมงค์เหมาะสมกับการทดสอบการปล่อยมลพิษ



รูปที่ 3.4-17 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามความยาวของอุโมงค์

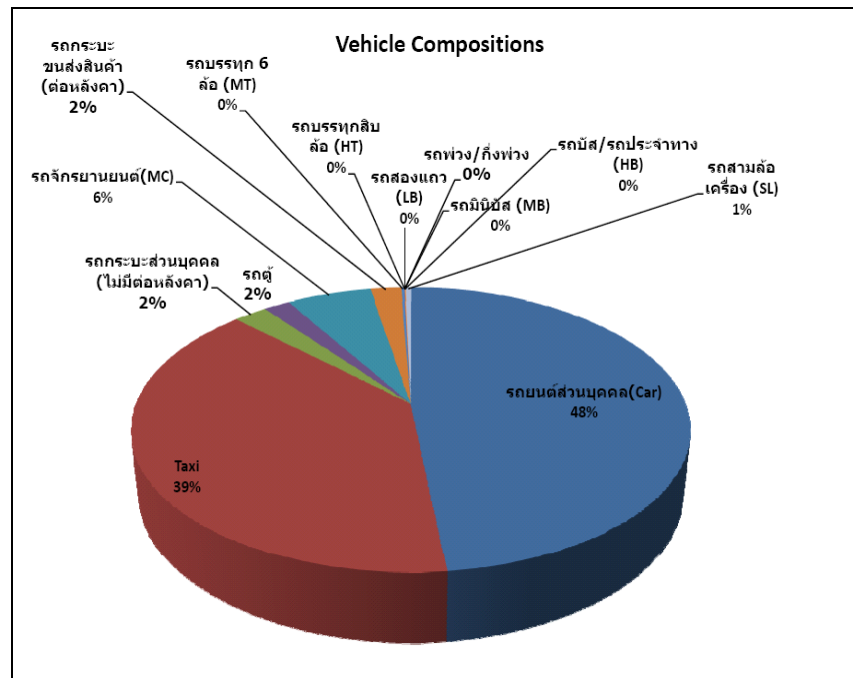
ผลการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษ

การคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จะคำนวณจากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นมลพิษระหว่างทางเข้าและทางออกของอุโมงค์ ซึ่งเท่ากับปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากยานพาหนะที่วิ่งในอุโมงค์ ในเบื้องต้นสามารถคำนวณค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษจากการจราจรโดยรวมได้ดังสมการต่อไปนี้ (Colberg et al. Atmospheric Environment, 39 (2005) 2499-2511)

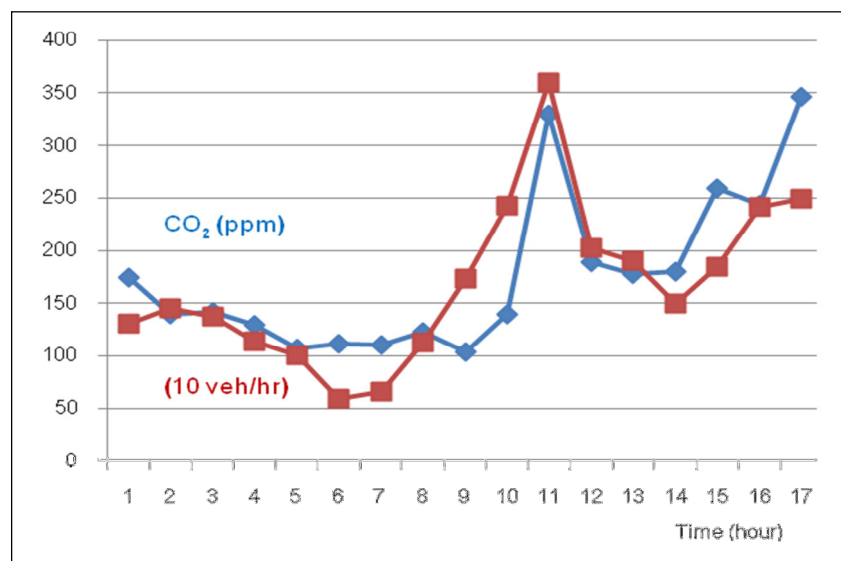
$$EF_i = \frac{\Delta C_i W_i S \Delta t_i}{n_i d}$$

- เมื่อ EF_i = ปริมาณการปล่อยมลพิษในช่วงเวลา i
- ΔC = ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นมลพิษระหว่างจุดวัด
- w_i = ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที
- S = พื้นที่หน้าตัดของอุโมงค์ 5x12 เท่ากับ 60 ตารางเมตร
- Δt_i = ระยะเวลาที่ลมพัดระหว่างจุดวัด เท่ากับระยะทาง 304 เมตรหารด้วยความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที เท่ากับ 304 วินาที
- n_i = ปริมาณการจราจรในช่วงเวลา 304 วินาที
- d = ระยะทางระหว่างจุดวัดทั้งสอง 304 เมตร (0.304 กิโลเมตร)

การจำแนกประเภทยานพาหนะแสดง ดังแสดงในรูปที่ 3.4-18 ส่วนปริมาณการจราจรแต่ละชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.4-19



รูปที่ 3.4-18 สัดส่วนประเภทยานพาหนะที่วิ่งในอุโมงค์ทดสอบ



รูปที่ 3.4-19 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับปริมาณการจราจร

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ยรายชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.4-19 จะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นแปรผันตามปริมาณการจราจรรายชั่วโมง ในช่วงเวลากลางคืนที่มีปริมาณการจราจรน้อย พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าต่ำ ส่วนในช่วงเวลากลางวันที่มีปริมาณการจราจรสูง พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงตามกันในแต่ละชั่วโมง ผลการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษก๊าซ

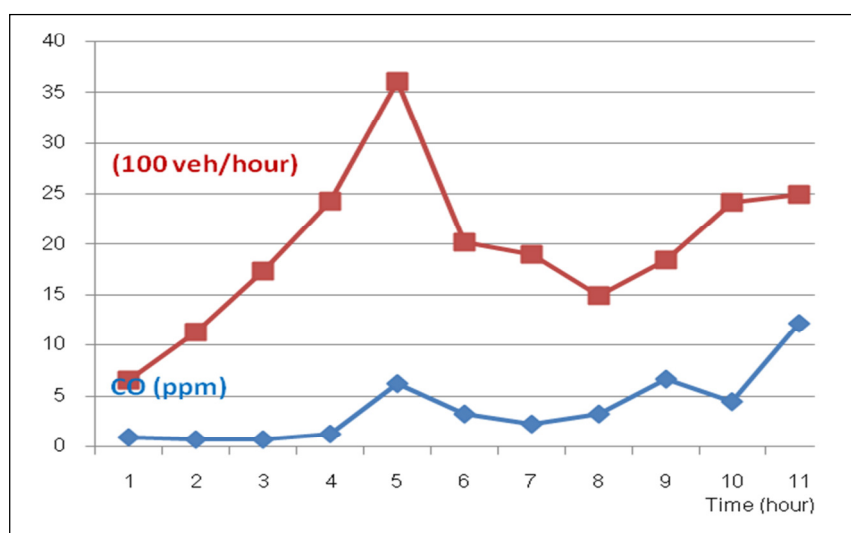
คาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาทดสอบเท่ากับ 147 gCO₂/VKT โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 80-264 gCO₂/VKT ทั้งนี้ ขึ้นกับช่วงเวลาการจราจรหรือความเร็วรถวิ่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.4-2

ตารางที่ 3.4-2 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดสอบในอุโมงค์

Time	diff CO2 (ppm)	Vehicles (veh/hour)	EF (g/VKT)
21:00-22:00	-	1,870	-
22:00-23:00	174.9	1,312	86
23:00-24:00	139.3	1,456	133
00:00-01:00	142.1	1,376	144
01:00-02:00	129.4	1,136	159
02:00-03:00	107.2	1,008	148
03:00-04:00	112.2	592	264
04:00-05:00	110.8	656	235
05:00-06:00	123.0	1,128	152
06:00-07:00	104.3	1,730	84
07:00-08:00	140.0	2,430	80
08:00-09:00	330.3	3,604	128
09:00-10:00	189.5	2,018	131
10:00-11:00	177.7	1,898	130
11:00-12:00	180.3	1,496	168
12:00-13:00	259.3	1,848	195
13:00-14:00	243.9	2,414	141
14:00-15:00	346.4	2,490	194
Average	177.1	1682	147

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เฉลี่ยรายชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.4-20 จะเห็นว่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แปรตามปริมาณจราจรรายชั่วโมงเช่นเดียวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่มีความผันแปรสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืนที่มีปริมาณการจราจรน้อยความเร็วรถสูงพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าต่ำมากน้อยกว่า 1 ส่วนในล้านส่วน ส่วนช่วงกลางวันพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงตามปริมาณการจราจรและโดยเฉพาะในช่วงเวลาบ่ายที่การจราจรติดขัดมีรถติดค้างในอุโมงค์ แม้ว่าปริมาณการจราจรจะไม่สูงสุด ผลการคำนวณค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่า ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาทดสอบเท่ากับ 1.48 gCO/VKT โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0.34-3.98 gCO/VKT โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรถวิ่งสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงในตารางที่ 3.4-3



รูปที่ 3.4-20 ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์กับปริมาณการจราจร

ตารางที่ 3.4-3 ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากการทดสอบในอุโมงค์

Time	diff CO (ppm)	Vehicles (veh/hour)	EF (mg/VKT)
03:00-04:00	-	592	
04:00-05:00	0.89	656	1.10
05:00-06:00	0.75	1,128	0.54
06:00-07:00	0.72	1,730	0.34
07:00-08:00	1.24	2,430	0.42
08:00-09:00	6.17	3,604	1.39
09:00-10:00	3.29	2,018	1.33
10:00-11:00	2.27	1,898	0.97
11:00-12:00	3.19	1,496	1.73
12:00-13:00	6.68	1,848	2.94
13:00-14:00	4.40	2,414	1.48
14:00-15:00	12.19	2,490	3.98
Average	3.80	1974	1.48

การนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์

การทดสอบไอเสียรถในอุโมงค์รถวิ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนผลการทดสอบรถในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ผลการทดสอบรถในห้องปฏิบัติการเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการพัฒนาตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษที่เปลี่ยนแปลงตามประเภทยานพาหนะ ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง และความเร็วรถ ส่วนผลการทดสอบไอเสียในอุโมงค์รถวิ่งจะได้ค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษรวมบนท้องถนนซึ่งรวมรถทุกประเภทที่ใช้ น้ำมัน

เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ตามสัดส่วนที่ใช้จริงบนท้องถนนสายนั้น และในสภาพการจราจรและความเร็วรถในเวลานั้น ดังนั้นผลการทดสอบไอเสียในอุโมงค์รถจึงไม่สามารถใช้ในการจัดทำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะแต่ละประเภท แต่มีประโยชน์ในการใช้ตรวจสอบกับค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ว่ามีความถูกต้องสมเหตุผลและน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้งานในสภาพถนนจริงได้มากเพียงใด

ผลการทดสอบไอเสียรถในอุโมงค์รถวิ่งในโครงการนี้ พบว่ามีค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สำหรับรถยนต์เบนซินขนาดเล็ก เนื่องจากการจราจรภายในอุโมงค์ประกอบด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลและรถแท็กซี่รวมกันถึง 87 % ของรถทั้งหมด

นอกจากนี้ ผลการทดสอบในอุโมงค์ครั้งนี้สามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต โดยการเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต เนื่องมาจากมาตรการลดมลพิษที่นำมาใช้ เช่น การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีรถยนต์และอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ ฯลฯ ซึ่งไม่สามารถวัดในท้องถนนทั่วไป เนื่องจากมีตัวแปรด้านสภาพอากาศและอื่นๆที่ไม่อาจควบคุมได้ แต่การวัดในอุโมงค์เป็นการวัดปริมาณการปล่อยมลพิษโดยตรงซึ่งขึ้นกับปริมาณและความเร็วของรถ แต่ไม่ขึ้นกับสภาพอากาศหรือเวลา

ข้อจำกัดของการทดสอบไอเสียในอุโมงค์ได้แก่ ผลที่ได้เป็นค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษรวม โดยไม่แยกประเภทรถยนต์และชนิดเชื้อเพลิง และเป็นข้อมูลเฉพาะกับประเภทการจราจรจริงภายในอุโมงค์ดังกล่าว กล่าวคือ มีการจำกัดประเภทรถที่ยอมให้วิ่งในอุโมงค์เป็นรถยนต์ขนาดเล็ก

การเปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากการทดสอบรถวิ่งในอุโมงค์กับค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการ

ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการของกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 3.4-4 เป็นผลการทดสอบไอเสียยานพาหนะในห้องปฏิบัติการในโครงการนี้ ที่ความเร็วรถ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่า ค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการทดสอบรถวิ่งในอุโมงค์เท่ากับ 157 gCO₂/VKT ใกล้เคียงกับค่าตัวคูณที่ได้จากห้องปฏิบัติการซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนระหว่าง 129-154 gCO₂/VKT สำหรับรถยนต์ประเภทต่างๆ ส่วนการศึกษา CDM (CDM Study Report) รายงานว่า ค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าลดลงตามความเร็วรถที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าตัวคูณประมาณ 200 gCO₂/VKT ที่ความเร็วสูงกว่า 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และลดลงเหลือประมาณ 100 gCO₂/VKT ที่ความเร็ว 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.4-21 จึงสรุปได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการมีค่าสอดคล้องกับผลการทดสอบในอุโมงค์และผลการทดสอบจากโครงการ CDM

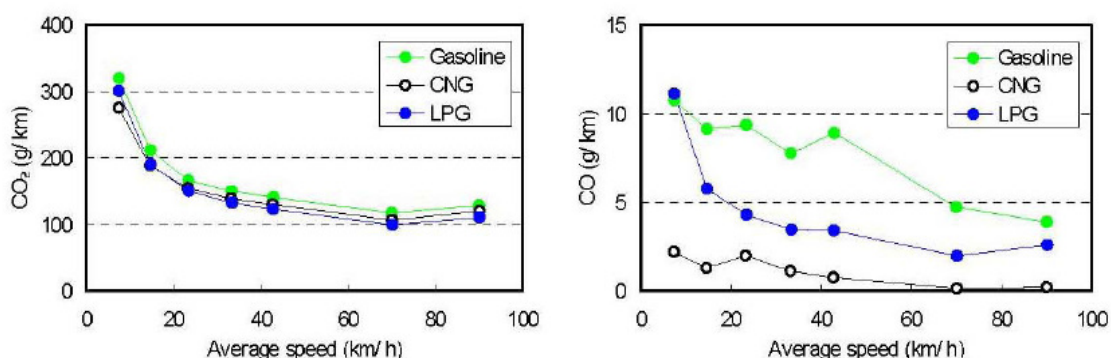
ค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้จากการทดสอบรถวิ่งในอุโมงค์เท่ากับ 1.48 gCO/VKT อยู่ในช่วงของค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนระหว่าง 0.09 ถึง 2.38 gCO/VKT สำหรับรถยนต์ประเภทต่างๆ ส่วนการศึกษา CDM (CDM Study Report) รายงานว่าค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าลดลงตามความเร็วรถที่เพิ่มขึ้น และเปลี่ยนตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่าตัวคูณประมาณ 1 ถึง 7 gCO/VKT สำหรับเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก๊าซแอลพีจี และเบนซิน ดังแสดงในรูปที่ 3.4-21 จึงสรุปได้ว่าค่าตัวคูณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการมีค่าสอดคล้องกับผลการทดสอบในอุโมงค์ และต่ำกว่าผลการทดสอบจากโครงการ CDM ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงเทคโนโลยีควบคุมมลพิษที่ดีขึ้นของรถยนต์

ตารางที่ 3.4-4 เปรียบเทียบค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากการทดสอบรถวิ่งในอุโมงค์กับค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการสำหรับรถยนต์เบนซินขนาดเล็ก

Fuel Type	CO (g/km)	CO ₂ (g/km)
Gasoline 91 Euro I II	0.58-1.18	141-148
Gasohol 91 Euro II III	0.23-2.38	129-131
Gasohol 95 Euro II III	0.09-0.91	132-154
LPG Euro II III	0.26-0.34	142-148
Tunnel Study	1.48	157

หมายเหตุ: ค่าตัวคูณเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละ Euro ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- Passenger car



ที่มา: Summary of the CDM Study Report on F.Y. 2003

รูปที่ 3.4-21 ค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับความเร็วมอเตอร์ สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ

3.5 การพัฒนาตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ

3.5.1 ตัวคูณมลพิษที่ได้จากผลการทดสอบจากโครงการ

หลังจากทดสอบยานพาหนะแล้วเสร็จ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษของกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะที่ได้จากห้องทดสอบแต่ละประเภท แล้วจึงนำผลดังกล่าวมาทำการสรุปอธิบายถึงรายละเอียดของค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะว่ามีลักษณะแตกต่างหรือใกล้เคียงกับผลที่ได้รับจากการทดสอบในโครงการอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันอย่างไร รวมถึงอธิบายความถูกต้อง และสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบที่พบระหว่างการทดสอบในกระบวนการพัฒนาตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศ ก่อนที่จะนำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะไปใช้งาน

(1) ผลการทดสอบรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน

จากการทดสอบรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินจำนวน 37 คัน ได้นำมาจัดทำตารางแสดงค่าตัวคูณมลพิษโดยแบ่งตามมาตรฐานรถยนต์ มอก. ตามมาตรฐาน Euro และตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

- รถตามมาตรฐาน Euro I รถที่จดทะเบียนก่อนปี พ.ศ. 2544 (Pre- 2000) หรือรถที่มีอายุมากกว่า 11 ปี โดยแบ่งประเภทการใช้เชื้อเพลิงเป็น
 - Gasoline 91 จำนวน 3 คัน
 - Gasohol 95 จำนวน 2 คัน
 - E20 จำนวน 1 คัน
 - LPG จำนวน 3 คัน
- รถตามมาตรฐาน Euro II รถที่จดทะเบียนระหว่างปี พ.ศ. 2544-2547 (2001-2004) หรือรถที่มีอายุ 8-11 ปี โดยแบ่งประเภทการใช้เชื้อเพลิงเป็น
 - Gasoline 91 จำนวน 2 คัน
 - Gasohol 91 จำนวน 1 คัน
 - Gasohol 95 จำนวน 2 คัน
 - Gasohol E20 จำนวน 1 คัน
 - LPG จำนวน 2 คัน
- รถตามมาตรฐาน Euro III รถที่จดทะเบียนระหว่างปี พ.ศ. 2548-2554 (2005-2011) หรือรถที่มีอายุ 1-7 ปี โดยมีการแบ่งเป็นประเภทเชื้อเพลิง ดังนี้

- Gasohol 91 จำนวน 4 คัน
- Gasohol 95 จำนวน 3 คัน
- Gasohol E20 จำนวน 3 คัน
- CNG/NGV จำนวน 9 คัน
- LPG จำนวน 1 คัน

สรุปประเภทของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินที่ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-1 และรายละเอียดโดยแบ่งเป็นประเภทของรถชนิดของเชื้อเพลิงและอายุรถที่จดทะเบียนตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.5-2

ตารางที่ 3.5-1 สรุปจำนวนรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินที่ทดสอบตามประเภทรถและชนิดเชื้อเพลิง

การแบ่งประเภท	Gasoline 91	Gasohol		Gas			รวม (คัน)
		91	95	E20	CNG	LPG	
1. Passenger Car	5 (I,II)	5 (II,III)	7 (I,II,III)	5 (I,II,III)	2 (III)	5 (I,II)	29
2. Van	-	-	-	-	2 (III)	-	2
3. Pick-up	-	-	-	-	2 (III)	-	2
4. Taxi	-	-	-	-	3 (III)	1 (III)	4
รวม(คัน)	5	5	7	5	9	6	37

ตารางที่ 3.5-2 สรุปรายละเอียดของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินที่นำมาทดสอบ

รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน							
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car)							
ประเภทเชื้อเพลิง		Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
Gasoline 91		Euro I	Mitsubishi Lancer	1995	1,130	3ค – 9688 กทม	1
			Mitsubishi Lancer	1999	1,020	กค – 5608 ปทุมธานี	2
			Nissan March	1999	1,360	ภม – 3067 กทม	6
		Euro II	Ford Laser	2002	1,250	กจ – 1633 ปทุมธานี	15
			Toyota Altis	2003	1,250	ชง – 7314 กทม	7
Gasohol	91	Euro I					
		Euro II	Toyota Soluna Vios	2004	1,130	ชว – 9793 กทม	4
		Euro III	Toyota Vios	2005	1,130	ศล – 2689 กทม	16
			Honda City	2009	1,250	ฉห – 8354 กทม	8
			Honda Civic	2009	1,250	ฉม – 2689 กทม	24
			Nissan March	2010	1,020	ภูอ – 4423 กทม	5
	95	Euro I	Toyota Corona	1992	1,130	กจ – 9424 ปทุมธานี	29
			Mitsubishi Lancer	1995	1,130	3ค – 9688 กทม	28
		Euro II	Nissan Sunny	2003	1,360	กจ – 7665 ปทุมธานี	9
			Toyota Corolla Altis	2004	1,360	ชท – 1587 กทม	32
		Euro III	Honda City	2005	1,130	ศท – 5882 กทม	20
			Toyota Vios	2007	1,130	ชธ – 6616 กทม	19
			Toyota Corolla Altis	2011	1,360	ญฉ – 1929 กทม	18
	E20	Euro I	Nissan Cefiro	1999	1,590	ภจ – 9752 กทม	17
		Euro II	Toyota Camry	2004	1,590	ศช – 7898 กทม	10
		Euro III	Toyota Soluna Vios	2007	1,020	ชธ – 6616 กทม	27
			Honda Jazz	2008	1,130	ฉต – 8738 กทม	21
			Honda Civic	2009	1,250	ฉม – 2689 กทม	3
Gas	CNG/NGV	Euro III	Chevrolet Optra	2008	1,360	ชห – 9896 กทม	13
			Mitsubishi Lancer	2011	1,360	ภูอ – 1995 กทม	34
	LPG	Euro I	Toyota Corolla	1996	1,810	ฉส – 3072 กทม	35
			Mazda Astina	1998	1,250	พบ – 4496 กทม	25
			Nissan Sunny	2000	1,360	กง – 9209 กาญจนบุรี	12
	LPG	Euro II	Mitsubishi Lancer	2002	1,360	วต-5169 กทม	36
Nissan Sunny Neo			2003	1,360	วล – 8473 กทม	26	
Taxi							
ประเภทเชื้อเพลิง		Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
CNG/NGV		Euro III	Nissan Tiida	2009	1,250	มฉ – 5740 กทม	37
			Toyota Altis	2010	1,360	ทศ – 4601 กทม	23
			Toyota Altis	2011	1,360	มช – 1011 กทม	14
LPG		Euro III	Toyota Altis	2008	1,360	มฉ – 1842 กทม	22
Pick-Up							
ประเภทเชื้อเพลิง		Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
CNG/NGV		Euro III	Toyota Hiace	2011	1,700	ฉจ – 183 กทม	31
			Toyota Commuter Hiace	2011	1,810	บท – 992 ปทุมธานี	33
Van							
ประเภทเชื้อเพลิง		Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
CNG/NGV		Euro III	Toyota Hiace	2011	2,270	32 – 2313 กทม	11
			Toyota Commuter Hiace	2011	2,270	สน – 6661 กทม	30

หมายเหตุ : รายละเอียดของผลการทดสอบของรถแต่ละคันแสดงในภาคผนวก ก.

จากผลการตรวจวัด พบว่า หากเปรียบเทียบรถใช้เชื้อเพลิงประเภทเดียวกัน คือ Gasohol-91 รถยนต์ตามมาตรฐาน Euro III มีการระบายมลพิษ ได้แก่ THC NO และ CO น้อยกว่า รถยนต์ตามมาตรฐาน EURO II และเมื่อเปรียบเทียบรถยนต์มาตรฐาน Euro II ที่ใช้เชื้อเพลิง Gasoline 91 จะมีการระบายมลพิษน้อยกว่า รถยนต์มาตรฐาน Euro I ที่ใช้เชื้อเพลิง Gasoline 91 ชนิดเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.5-3

ค่าอัตราการระบายมลพิษที่ได้แสดงไว้ในตารางนั้นได้ข้อมูลจากผลการตรวจวัดในช่วงค่าความเร็วเฉลี่ย 7.6-73.9 กม./ชม. มีแนวโน้มให้เห็นว่า ระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น การระบายมลพิษมีแนวโน้มลดลง สำหรับอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว 80-90 กม./ชม. ได้ค่ามาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษกับความเร็วของรถ เนื่องจากค่าที่ระบายออกในช่วงความเร็วเฉลี่ยสูงเกินกว่า 73.9 กม./ชม. นั้นเป็นค่าที่ไม่ได้จากการทดสอบโดยตรงแต่เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

ตารางที่ 3.5-3 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ที่ทดสอบในโครงการ

Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.436	-0.834	0.650	0.365	0.260	0.205	0.170	0.146	0.128	0.115	0.104
CO (g/km)	11.676	-0.528	3.462	2.401	1.938	1.665	1.480	1.344	1.239	1.155	1.085
NOx (g/km)	1.406	-0.213	0.861	0.743	0.681	0.641	0.611	0.588	0.569	0.553	0.539
CO2 (g/km)	681.840	-0.402	270.20	204.49	173.73	154.76	141.48	131.48	123.58	117.12	111.71
Fuel (km/l)	3.248	0.405	8.25	10.93	12.88	14.47	15.84	17.05	18.15	19.16	20.10
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.497	-0.629	0.117	0.075	0.059	0.049	0.042	0.038	0.034	0.032	0.029
CO (g/km)	0.373	0.114	0.485	0.525	0.550	0.568	0.583	0.595	0.606	0.615	0.623
NOx (g/km)	2.123	-0.641	0.485	0.311	0.240	0.200	0.173	0.154	0.139	0.128	0.119
CO2 (g/km)	642.700	-0.374	271.65	209.62	180.12	161.75	148.80	138.99	131.20	124.81	119.43
Fuel (km/l)	3.574	0.375	8.47	10.99	12.79	14.25	15.50	16.59	17.58	18.48	19.32
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	2.559	-0.802	0.404	0.232	0.167	0.133	0.111	0.096	0.085	0.076	0.069
CO (g/km)	4.138	-0.141	2.991	2.712	2.562	2.460	2.384	2.323	2.273	2.231	2.194
NOx (g/km)	1.089	-0.184	0.713	0.627	0.582	0.552	0.530	0.512	0.498	0.486	0.476
CO2 (g/km)	532.420	-0.357	234.02	182.72	158.10	142.67	131.74	123.44	116.83	111.39	106.80

Fuel (km/l)	4.407	0.354	9.96	12.74	14.71	16.28	17.62	18.80	19.85	20.82	21.70
-------------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ตารางที่ 3.5-3 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ที่ทดสอบในโครงการ (ต่อ)

Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.032	-0.269	0.0173	0.0143	0.0129	0.0119	0.0112	0.0107	0.0102	0.0099	0.0096
CO (g/km)	0.606	-0.253	0.3383	0.2839	0.2562	0.2382	0.2252	0.2150	0.2068	0.1999	0.1940
NOx (g/km)	0.028	-0.149	0.0197	0.0177	0.0167	0.0160	0.0155	0.0150	0.0147	0.0144	0.0142
CO2 (g/km)	634.600	-0.407	248.60	187.49	158.97	141.40	129.13	119.89	112.60	106.65	101.65
Fuel (km/l)	3.781	0.404	9.58	12.67	14.92	16.76	18.34	19.74	21.00	22.17	23.25
Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	47.010	-0.893	6.01	3.24	2.25	1.74	1.43	1.21	1.06	0.94	0.85
CO (g/km)	25.917	-0.169	17.56	15.62	14.59	13.89	13.38	12.97	12.64	12.36	12.11
NOx (g/km)	3.259	-0.182	2.14	1.89	1.75	1.67	1.60	1.55	1.50	1.47	1.44
CO2 (g/km)	685.780	-0.432	253.62	187.99	157.79	139.35	126.54	116.96	109.42	103.29	98.16
Fuel (km/l)	2.789	0.417	7.29	9.73	11.52	12.99	14.25	15.38	16.40	17.34	18.21
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.230	-0.534	0.067	0.046	0.037	0.032	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021
CO (g/km)	1.445	-0.119	1.10	1.01	0.96	0.93	0.91	0.89	0.87	0.86	0.85
NOx (g/km)	1.963	-0.536	0.57	0.39	0.32	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18
CO2 (g/km)	718.260	-0.392	291.26	221.96	189.34	169.15	154.98	144.29	135.83	128.91	123.09
Fuel (km/l)	3.215	0.392	7.93	10.40	12.19	13.65	14.90	16.00	16.99	17.91	18.75
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.017	-0.297	0.0087	0.0071	0.0063	0.0058	0.0054	0.0051	0.0049	0.0047	0.0045
CO (g/km)	0.099	-0.026	0.0935	0.0919	0.0909	0.0902	0.0897	0.0893	0.0889	0.0886	0.0883
NOx (g/km)	0.796	-0.897	0.1009	0.0542	0.0377	0.0291	0.0238	0.0202	0.0176	0.0156	0.0141
CO2 (g/km)	491.550	-0.335	227.28	180.19	157.30	142.85	132.56	124.71	118.43	113.25	108.87
Fuel (km/l)	4.641	0.334	10.02	12.63	14.46	15.92	17.15	18.23	19.20	20.07	20.88
Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.213	-0.700	0.0424	0.0261	0.0197	0.0161	0.0137	0.0121	0.0109	0.0099	0.0091
CO (g/km)	0.668	-0.525	0.1993	0.1385	0.1120	0.0963	0.0856	0.0778	0.0718	0.0669	0.0629
NOx (g/km)	5.809	-0.899	0.7330	0.3931	0.2730	0.2108	0.1725	0.1464	0.1275	0.1130	0.1017
CO2 (g/km)	1,004.400	-0.404	396.19	299.43	254.18	226.29	206.79	192.10	180.50	171.02	163.08

Fuel (km/l)	2.199	0.397	5.48	7.21	8.47	9.50	10.37	11.15	11.85	12.50	13.10
-------------	-------	-------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

ตารางที่ 3.5-3 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ที่ทดสอบในโครงการ (ต่อ)

Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	2.181	-1.158	0.1516	0.0679	0.0425	0.0304	0.0235	0.0190	0.0159	0.0136	0.0119
CO (g/km)	48.097	-0.755	8.4551	5.0100	3.6889	2.9687	2.5084	2.1858	1.9457	1.7591	1.6094
NOx (g/km)	1.110	-0.509	0.3437	0.2415	0.1965	0.1697	0.1515	0.1381	0.1276	0.1193	0.1123
CO2 (g/km)	1,028.800	-0.478	342.24	245.72	202.43	176.42	158.57	145.34	135.01	126.66	119.73
Fuel (km/l)	2.020	0.481	6.12	8.54	10.38	11.92	13.27	14.49	15.61	16.64	17.61
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.011	-0.076	0.0095	0.0090	0.0087	0.0085	0.0084	0.0083	0.0082	0.0081	0.0080
CO (g/km)	0.059	0.024	0.0620	0.0630	0.0636	0.0641	0.0644	0.0647	0.0649	0.0652	0.0653
NOx (g/km)	0.130	-0.490	0.0419	0.0299	0.0245	0.0213	0.0191	0.0174	0.0162	0.0151	0.0143
CO2 (g/km)	582.320	-0.385	239.97	183.77	157.21	140.72	129.14	120.39	113.45	107.76	102.99
Fuel (km/l)	3.738	0.385	9.06	11.83	13.82	15.44	16.82	18.04	19.14	20.15	21.09
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (CNG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	1.086	-0.669	0.233	0.146	0.112	0.092	0.079	0.070	0.063	0.058	0.053
CO (g/km)	0.593	-0.652	0.132	0.084	0.065	0.053	0.046	0.041	0.037	0.034	0.032
NOx (g/km)	0.139	0.233	0.238	0.280	0.307	0.329	0.346	0.361	0.374	0.386	0.397
CO2 (g/km)	877.800	-0.469	298.12	215.38	178.08	155.61	140.15	128.66	119.69	112.42	106.38
Fuel (km/l)	2.031	0.470	5.99	8.29	10.03	11.48	12.75	13.89	14.93	15.90	16.80
Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (LPG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	8.231	-0.679	1.724	1.077	0.817	0.672	0.578	0.511	0.460	0.420	0.388
CO (g/km)	9.107	-0.267	4.925	4.093	3.673	3.401	3.204	3.052	2.929	2.826	2.739
NOx (g/km)	1.642	-0.035	1.514	1.478	1.457	1.443	1.431	1.422	1.415	1.408	1.402
CO2 (g/km)	1,010.700	-0.521	304.52	212.22	171.81	147.89	131.66	119.73	110.49	103.07	96.93
Fuel (km/l)	1.358	0.519	4.48	6.43	7.93	9.21	10.34	11.36	12.31	13.19	14.02
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (LPG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	1.169	-0.522	0.351	0.245	0.198	0.170	0.152	0.138	0.127	0.119	0.112
CO (g/km)	116.780	-1.494	3.744	1.329	0.725	0.472	0.338	0.258	0.205	0.168	0.141
NOx (g/km)	2.715	0.041	2.986	3.072	3.124	3.161	3.190	3.214	3.235	3.253	3.269
CO2 (g/km)	996.160	-0.487	324.59	231.59	190.10	165.24	148.23	135.63	125.82	117.90	111.33

Fuel (km/l)	1.559	0.497	4.90	6.91	8.46	9.76	10.90	11.94	12.89	13.78	14.61
-------------	-------	-------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

ตารางที่ 3.5-3 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ที่ทดสอบในโครงการ (ต่อ)

Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Taxi) - (CNG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.475	-0.771	0.758	0.444	0.325	0.260	0.219	0.190	0.169	0.153	0.139
CO (g/km)	2.796	-0.422	1.058	0.790	0.666	0.590	0.537	0.497	0.466	0.440	0.419
NOx (g/km)	1.916	-0.659	0.420	0.266	0.204	0.168	0.145	0.129	0.117	0.107	0.099
CO2 (g/km)	542.620	-0.383	224.64	172.27	147.49	132.10	121.28	113.10	106.62	101.30	96.83
Fuel (km/l)	3.053	0.389	7.48	9.79	11.46	12.82	13.98	15.00	15.93	16.78	17.57
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Taxi) - (LPG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	6.043	-0.697	1.214	0.749	0.565	0.462	0.395	0.348	0.313	0.285	0.262
CO (g/km)	3.446	-0.665	0.745	0.470	0.359	0.296	0.256	0.226	0.204	0.187	0.173
NOx (g/km)	5.189	-0.197	3.297	2.876	2.655	2.509	2.401	2.316	2.247	2.189	2.138
CO2 (g/km)	440.620	-0.288	227.02	185.94	165.44	152.29	142.81	135.51	129.62	124.73	120.57
Fuel (km/l)	3.620	0.295	7.14	8.76	9.87	10.75	11.48	12.11	12.68	13.19	13.65
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Pick Up) - (CNG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	16.056	-1.419	0.612	0.229	0.129	0.086	0.062	0.048	0.039	0.032	0.027
CO (g/km)	7.565	-1.473	0.255	0.092	0.050	0.033	0.024	0.018	0.014	0.012	0.010
NOx (g/km)	0.914	-0.162	0.629	0.562	0.527	0.503	0.485	0.471	0.459	0.449	0.441
CO2 (g/km)	859.150	-0.413	331.95	249.31	210.87	187.25	170.76	158.38	148.61	140.63	133.96
Fuel (km/l)	2.284	0.419	5.99	8.01	9.49	10.71	11.76	12.69	13.54	14.32	15.04
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Van) - (CNG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	3.442	-1.337	0.158	0.063	0.036	0.025	0.018	0.014	0.012	0.010	0.008
CO (g/km)	0.016	0.004	0.017	0.01660	0.01663	0.01665	0.01667	0.01668	0.01669	0.01670	0.01671
NOx (g/km)	0.428	-0.592	0.109	0.073	0.057	0.048	0.042	0.038	0.035	0.032	0.030
CO2 (g/km)	855.310	-0.392	346.84	264.31	225.47	201.43	184.56	171.83	161.75	153.50	146.58
Fuel (km/l)	2.092	0.393	5.17	6.78	7.95	8.91	9.72	10.44	11.10	11.69	12.25

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

(2) ผลการทดสอบรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

จากการทดสอบรถจำนวน 19 คัน ได้นำมาจัดทำตารางแสดงค่าตัวคูณมลพิษโดยแบ่งตามมาตรฐานรถยนต์ มอก. ตามมาตรฐาน Euro และตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

- รถตามมาตรฐาน Euro I รถที่จดทะเบียนก่อนปี พ.ศ. 2544 (Pre- 2000) หรือรถที่มีอายุมากกว่า 11 ปี โดยแบ่งประเภทการใช้เชื้อเพลิงเป็น
 - น้ำมันดีเซล B3 จำนวน 3 คัน
 - น้ำมันดีเซล B5 จำนวน 2 คัน
- รถตามมาตรฐาน Euro II รถที่จดทะเบียนระหว่างปี พ.ศ. 2544-2547 (2001-2004) หรือรถที่มีอายุ 8-11 ปี โดยแบ่งประเภทการใช้เชื้อเพลิงเป็น
 - น้ำมันดีเซล B3 จำนวน 2 คัน
 - น้ำมันดีเซล B5 จำนวน 2 คัน
- รถตามมาตรฐาน Euro III รถที่จดทะเบียนระหว่างปี พ.ศ. 2548-2554 (2005-2011) หรือรถที่มีอายุ 1-7 ปี โดยมีการแบ่งเป็นประเภทเชื้อเพลิง ดังนี้
 - น้ำมันดีเซล B3 จำนวน 6 คัน
 - น้ำมันดีเซล B5 จำนวน 4 คัน

สรุปประเภทของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-4 และรายละเอียดโดยแบ่งเป็นประเภทของรถ ชนิดของเชื้อเพลิง และอายุรถที่จดทะเบียนตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.5-5

ตารางที่ 3.5-4 สรุปจำนวนรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ทดสอบตามประเภทรถและชนิดเชื้อเพลิง

การแบ่งประเภท	Diesel B3			Diesel B5			รวม (คัน)
	Euro I	Euro II	Euro III	Euro I	Euro II	Euro III	
1. Pick-up	2	2	6	2	2	4	18
2. Van	1	-	-	-	-	-	1
รวม(คัน)	3	2	6	2	2	4	19

จากข้อมูลอัตราการระบายมลพิษ พบว่า รถตามมาตรฐาน Euro III ที่มีการใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ น้ำมันดีเซล B3 และ น้ำมันดีเซล B5 มีอัตราการระบายมลพิษ PM ไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับแนวโน้มการระบายมลพิษโดยภาพรวม พบว่า รถมาตรฐาน Euro III จะระบายมลพิษต่ำกว่ารถตามมาตรฐาน Euro II และรถตาม

มาตรฐาน EuroII จะระบายมลพิษต่ำกว่ารถตามมาตรฐาน Euro I ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-6

ค่าอัตราการระบายมลพิษที่ได้แสดงไว้ในตารางนั้นได้ข้อมูลจากผลการตรวจวัดในช่วงค่าความเร็วเฉลี่ย 7.8-72.6 กม./ชม. มีแนวโน้มให้เห็นว่า ระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้นการระบายมลพิษมีแนวโน้มลดลง สำหรับอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว 80-90 กม./ชม. ได้ค่ามาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษกับความเร็วของรถเนื่องจากค่าที่ระบายออกในช่วงความเร็วเฉลี่ยสูงเกินกว่า 72.6 กม./ชม. นั้น เป็นค่าที่ไม่ได้จากการทดสอบโดยตรงแต่เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

ตารางที่ 3.5-5 สรุปรายละเอียดของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่นำมาทดสอบ

รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก						
Pick-Up (Light Duty)						
ประเภทเชื้อเพลิง	Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
Diesel-B3	Euro I	Nissan Big M	1989	1,590	ม – 5354 ปทุมธานี	14
		Toyota Mighty X	1991	1,590	6ฉ – 8937 กทม	7
	Euro II	Mitsubishi Strada L200	2002	1,700	ปธ – 4963 กทม	10
		Toyota Hilux D4D	2003	1,590	บฉ-9935 ปทุมธานี	19
	Euro III	Ford Ranger	2010	1,810	บษ – 2325 อุดรธานี	3
		Isuzu D-Max 2.5	2009	1,700	ถย – 5490 กทม	6
		Nissan Frontier	2006	1,590	ตท – 4388 กทม	9
		Isuzu MU7	2006	1,590	สน – 9250 กทม	15
		Nissan Navara	2007	1,810	กข – 4851 ตราด	2
		Isuzu D-Max	2006	1,810	สน – 5402 กทม	16
Diesel-B5	Euro I	Isuzu TFR 2.5	1993	1,590	ผท – 2850 กทม	12
		Ford Ranger	2000	1930	ภภ – 8332 กทม	8
	Euro II	Isuzu Dragon Power	2002	1,810	วง – 4707 กทม	13
		Toyota Hilux D4D	2003	1,590	บฉ – 9935 ปทุมธานี	18
	Euro III	Isuzu D-Max 3.0	2005	1,590	ตข – 5105 กทม	1
		Toyota Hilux Vigo	2005	1,590	ตข – 3559 กทม	5
		Isuzu D-Max	2006	1,810	สน – 5402 กทม	17
		Mitsubishi Triton	2011	1,700	ฉข – 6649 กทม	4
Van (Light Duty)						
ประเภทเชื้อเพลิง	Euro	Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
Diesel –B3	Euro I	Toyota Hiace 2.5	1994	2,040	นค-2841 ปทุมธานี	11

หมายเหตุ : รายละเอียดของผลการทดสอบของรถแต่ละคันแสดงในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 3.5-6 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ขนาดเล็ก
ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ทดสอบในโครงการ

Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.467	-0.405	0.184	0.139	0.118	0.105	0.096	0.089	0.084	0.079	0.075
CO (g/km)	5.293	-0.572	1.418	0.954	0.756	0.642	0.565	0.509	0.466	0.432	0.404
NOx (g/km)	13.584	-0.456	4.754	3.465	2.880	2.526	2.282	2.100	1.957	1.842	1.745
CO2 (g/km)	1,169.400	-0.431	433.47	321.53	269.98	238.49	216.62	200.25	187.38	176.90	168.15
PM (g/km)	0.3254	-0.212	0.200	0.172	0.158	0.149	0.142	0.137	0.132	0.129	0.125
Fuel (km/l)	2.228	0.431	6.01	8.11	9.66	10.93	12.04	13.02	13.91	14.74	15.51
Euro II (2001-2004)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.119	-0.258	0.065	0.055	0.049	0.046	0.043	0.041	0.040	0.038	0.037
CO (g/km)	6.153	-0.928	0.726	0.382	0.262	0.201	0.163	0.138	0.119	0.105	0.095
NOx (g/km)	4.947	-0.542	1.420	0.975	0.783	0.670	0.594	0.538	0.495	0.460	0.432
CO2 (g/km)	821.790	-0.380	342.58	263.25	225.66	202.29	185.85	173.41	163.54	155.45	148.64
PM (g/km)	0.1359	-0.355	0.060	0.047	0.041	0.037	0.034	0.032	0.030	0.029	0.028
Fuel (km/l)	3.202	0.381	7.70	10.02	11.70	13.05	14.21	15.23	16.16	17.00	17.78
Euro III (2005-2011)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.215	-0.305	0.107	0.086	0.076	0.070	0.065	0.062	0.059	0.057	0.055
CO (g/km)	7.471	-0.729	1.394	0.841	0.626	0.508	0.431	0.378	0.338	0.306	0.281
NOx (g/km)	9.842	-0.735	1.812	1.088	0.808	0.654	0.555	0.485	0.433	0.393	0.360
CO2 (g/km)	790.710	-0.382	328.11	251.78	215.65	193.21	177.42	165.49	156.02	148.26	141.74
PM (g/km)	0.1232	-0.201	0.078	0.067	0.062	0.059	0.056	0.054	0.052	0.051	0.050
Fuel (km/l)	3.285	0.384	7.95	10.37	12.11	13.53	14.74	15.81	16.77	17.65	18.47
Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.457	-0.820	0.675	0.382	0.274	0.216	0.180	0.155	0.137	0.123	0.111
CO (g/km)	9.534	-0.666	2.057	1.297	0.990	0.817	0.704	0.624	0.563	0.515	0.476
NOx (g/km)	4.655	-0.341	2.123	1.676	1.460	1.323	1.226	1.152	1.093	1.045	1.004
CO2 (g/km)	939.790	-0.412	363.94	273.53	231.45	205.58	187.52	173.95	163.25	154.51	147.19
PM (g/km)	0.3674	-0.359	0.161	0.125	0.108	0.098	0.090	0.084	0.080	0.076	0.073
Fuel (km/l)	2.750	0.415	7.154	9.541	11.290	12.723	13.958	15.056	16.052	16.967	17.818

ตารางที่ 3.5-6 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ทดสอบในโครงการ (ต่อ)

Euro II (2001-2004)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.519	-0.643	0.118	0.076	0.058	0.048	0.042	0.037	0.034	0.031	0.029
CO (g/km)	19.631	-1.094	1.581	0.741	0.475	0.347	0.272	0.223	0.188	0.163	0.143
NOx (g/km)	3.900	-0.509	1.208	0.849	0.691	0.596	0.532	0.485	0.449	0.419	0.395
CO2 (g/km)	809.770	-0.395	326.11	248.00	211.30	188.60	172.69	160.69	151.20	143.43	136.91
PM (g/km)	0.4756	-0.324	0.226	0.180	0.158	0.144	0.134	0.126	0.120	0.115	0.111
Fuel (km/l)	3.310	0.396	8.240	10.843	12.733	14.269	15.588	16.755	17.810	18.778	19.674
Euro III (2005-2011)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.473	-0.428	0.176	0.131	0.110	0.097	0.089	0.082	0.077	0.072	0.069
CO (g/km)	12.780	-0.895	1.628	0.875	0.609	0.471	0.385	0.327	0.285	0.253	0.228
NOx (g/km)	3.435	-0.455	1.205	0.879	0.731	0.641	0.579	0.533	0.497	0.468	0.443
CO2 (g/km)	806.070	-0.405	317.23	239.58	203.30	180.94	165.31	153.54	144.25	136.65	130.29
PM (g/km)	0.1279	-0.219	0.077	0.066	0.061	0.057	0.054	0.052	0.050	0.049	0.048
Fuel (km/l)	3.271	0.408	8.37	11.11	13.10	14.74	16.14	17.39	18.52	19.55	20.51
Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Van) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.452	-0.445	0.162	0.119	0.100	0.088	0.079	0.073	0.068	0.064	0.061
CO (g/km)	3.372	-0.417	1.291	0.967	0.816	0.724	0.660	0.611	0.573	0.542	0.516
NOx (g/km)	7.604	-0.487	2.478	1.768	1.451	1.261	1.132	1.035	0.960	0.900	0.850
CO2 (g/km)	1210.700	-0.441	438.57	323.06	270.16	237.97	215.67	199.01	185.93	175.30	166.42
PM (g/km)	0.4304	-0.299	0.216	0.176	0.156	0.143	0.134	0.127	0.121	0.116	0.112
Fuel (km/l)	2.156	0.441	5.95	8.08	9.66	10.96	12.10	13.11	14.03	14.88	15.68

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

(3) ผลการทดสอบรถจักรยานยนต์

ในการทดสอบรถจักรยานยนต์ มีจำนวนรถที่นำมาทดสอบจำนวน 16 คัน โดยได้นำมาจัดทำตารางแสดงค่าตัวคูณมลพิษโดยแบ่งตามอายุรถที่จดทะเบียนและตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ สามารถแบ่งได้ดังนี้

- รถจักรยานยนต์มีอายุมากกว่า 8 ปี หรือรถยนต์ที่จดทะเบียนก่อนปี พ.ศ. 2547 - (Pre - ค.ศ. 2003) โดยใช้เชื้อเพลิง 1 ชนิด ดังนี้
 - Gasoline 91 จำนวน 3 คัน

- ในรถจักรยานยนต์ที่มีอายุ 4-8 ปี หรือรถยนต์ที่จดทะเบียนในปี พ.ศ. 2547 - พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2004 - ค.ศ. 2008) โดยมีการแบ่งเป็นประเภทเชื้อเพลิง 2 ชนิด ดังนี้
 - Gasoline 91 จำนวน 3 คัน
 - Gasoline 95 จำนวน 1 คัน
- รถจักรยานยนต์ที่มีอายุ 1-3 ปี หรือรถยนต์ที่จดทะเบียนในปี พ.ศ. 2552 - พ.ศ. 2554 (ค.ศ. 2009 - ค.ศ. 2011) โดยมีการแบ่งเป็นประเภทเชื้อเพลิง 2 ชนิด ดังนี้
 - Gasoline 91 จำนวน 5 คัน
 - Gasohol 91 จำนวน 4 คัน

สรุปประเภทของจักรยานยนต์ที่ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-7 และรายละเอียดโดยแบ่งเป็นประเภทของรถ ชนิดของเชื้อเพลิง และอายุรถที่จดทะเบียนตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.5-8

ตารางที่ 3.5-7 สรุปจำนวนจักรยานยนต์ที่ทดสอบตามอายุรถและชนิดเชื้อเพลิง

การแบ่งประเภท	Gasoline		Gasohol	รวม (คัน)
	91	95	91	
1. มอก.2350-2550 อายุ 1-3 ปี (2552-2554)	5	-	4	9
2. มอก.2130-2545 อายุ 4-8 ปี (2547-2551)	3	1	-	4
3. อายุมากกว่า 8 ปี (ก่อน พ.ศ. 2547)	3	-	-	3
รวม(คัน)	11	1	4	16

ตารางที่ 3.5-8 สรุปรายละเอียดของรถจักรยานยนต์ที่ทดสอบตามอายุรถและชนิดเชื้อเพลิง

รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)						
ประเภทเชื้อเพลิง		Manufacturer Model	Model Year	Weight (kg)	ID	เลขที่ทดสอบ
Gasoline 91	1-3 ปี	Honda Click I	2009	170	สตร 158 กทม	2
		Suzuki Shogun	2010	180	สธ 90 กทม	8
		Yamaha Mio	2010	170	สปจ 689 กทม	10
		Honda Scoopy I	2010	170	สยช 898 กทม	15
		Yamaha Fiore	2011	170	พดค 980 กทม	9
	4-8ปี	Honda Wave 125	2005	180	กทม 931 ชัยนาท	13
		Yamaha Spark	2005	180	ยกษ 62 กทม	4
		Yamaha Fino	2008	170	ขงข 656 สระบุรี	5
	9 ปี+	Yamaha Speed	2001	180	ขตท 573 ขอนแก่น	1
		Honda Nova Dash	2002	170	บคล 26 กทม	7
		Honda Dream	2003	170	ปคล 575 กทม	3
	Gasoline 95	Suzuki Smash	2006	170	ยลธ 74 กทม	6
Gasohol 91	1-3 ปี	Suzuki Jelato	2009	180	กฉย 67 ปทุมธานี	12
		Honda Wave I	2010	170	สรจ 985 กทม	11
		Honda Wave 125i	2011	180	พขง 877 กทม	14
		Yamaha Mio 125 GTX	2011	180	พงท 616 กทม	16

หมายเหตุ : รายละเอียดของผลการทดสอบของรถแต่ละคันแสดงในภาคผนวก ก.

การเปรียบเทียบค่าตัวคูณอัตราการระบายมลพิษในรถจักรยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดเดียวกันในกรณีใช้ Gasoline 91 พบว่า รถยนต์ที่มีอายุการใช้งานน้อย คือ รถอายุการใช้งาน 1-3 ปีจะมีอัตราการระบายมลพิษ CO น้อยกว่า รถที่มีอายุการใช้งานมากกว่า คือ 4-8 ปี และรถที่มีอายุการใช้งาน 4-8 ปี ก็จะมีการระบายมลพิษ CO น้อยกว่ารถที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 8 ปี และในแง่ของการใช้เชื้อเพลิงก็มีแนวโน้มแบบเดียวกัน คือ เมื่อมีการใช้เชื้อเพลิงปริมาณเท่ากัน คือ 1 ลิตร พบว่ารถที่อายุการใช้งานน้อยหรือรถอายุ 1-3 ปี สามารถวิ่งได้ระยะทางมากกว่ารถที่มีอายุการใช้งาน 4-8 ปี และมากกว่า 8 ปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-9

ค่าอัตราการระบายมลพิษที่แสดงไว้ในตารางนั้นได้ข้อมูลจากผลการตรวจวัดในช่วงค่าความเร็วเฉลี่ย 7.4-56.1 กม/ชม มีแนวโน้มให้เห็นว่าที่ ระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้น การระบายมลพิษมีแนวโน้มลดลง สำหรับอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว 70-90 กม./ชม ได้ค่ามาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษกับความเร็วของรถ เนื่องจากค่าที่ระบายออกในช่วงความเร็วเฉลี่ยสูงเกินกว่า 56.1 กม/ชม นั้นเป็นค่าที่ไม่ได้จากการทดสอบโดยตรงแต่เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

ตารางที่ 3.5-9 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์
ที่ทดสอบในโครงการ

Pre-2003			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	33.561	-0.663	7.292	4.605	3.520	2.909	2.509	2.223	2.007	1.837	1.699
CO (g/km)	41.614	-0.429	15.497	11.511	9.673	8.550	7.769	7.185	6.725	6.351	6.038
NOx (g/km)	0.087	-0.004	0.086	0.086	0.086	0.086	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
CO ₂ (g/km)	161.250	-0.317	77.71	62.38	54.86	50.08	46.66	44.04	41.94	40.20	38.73
Fuel (km/l)	7.325	0.380	17.59	22.89	26.71	29.80	32.44	34.77	36.87	38.79	40.57
2004-2008			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	3.215	-0.386	1.322	1.011	0.865	0.774	0.710	0.662	0.624	0.592	0.566
CO (g/km)	16.077	-0.084	13.250	12.500	12.082	11.793	11.574	11.398	11.252	11.126	11.017
NOx (g/km)	0.141	-0.023	0.134	0.132	0.131	0.130	0.129	0.129	0.128	0.128	0.127
CO ₂ (g/km)	87.480	-0.294	44.45	36.26	32.18	29.57	27.70	26.25	25.09	24.12	23.30
Fuel (km/l)	18.925	0.237	32.66	38.49	42.38	45.37	47.83	49.94	51.80	53.46	54.98
2009-2011			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.767	-0.407	0.300	0.227	0.192	0.171	0.156	0.145	0.136	0.129	0.123
CO (g/km)	1.772	0.128	2.377	2.597	2.735	2.837	2.919	2.987	3.047	3.099	3.146
NOx (g/km)	0.045	0.307	0.091	0.113	0.128	0.140	0.149	0.158	0.166	0.173	0.179
CO ₂ (g/km)	102.390	-0.254	57.05	47.84	43.16	40.12	37.91	36.19	34.80	33.64	32.65
Fuel (km/l)	22.273	0.220	36.96	43.04	47.05	50.13	52.65	54.80	56.69	58.38	59.91
2004-2008			Motorcycle - (Gasoline 95)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	7.705	-0.703	1.527	0.938	0.705	0.576	0.493	0.433	0.389	0.354	0.326
CO (g/km)	67.846	-0.551	19.078	13.021	10.414	8.888	7.859	7.108	6.529	6.066	5.685
NOx (g/km)	0.061	0.438	0.166	0.224	0.268	0.304	0.335	0.363	0.388	0.412	0.434
CO ₂ (g/km)	63.574	-0.169	43.08	38.32	35.78	34.08	32.82	31.83	31.01	30.31	29.72
Fuel (km/l)	14.815	0.310	30.28	37.54	42.58	46.56	49.90	52.80	55.39	57.73	59.88
2009-2011			Motorcycle - (Gasohol 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.734	-0.406	0.288	0.217	0.184	0.164	0.150	0.139	0.131	0.124	0.118
CO (g/km)	3.109	-0.021	2.963	2.920	2.895	2.878	2.864	2.853	2.844	2.836	2.829
NOx (g/km)	0.049	0.357	0.111	0.142	0.165	0.182	0.197	0.211	0.223	0.234	0.244
CO ₂ (g/km)	61.034	-0.178	40.51	35.81	33.32	31.65	30.42	29.45	28.65	27.98	27.40
Fuel (km/l)	38.376	0.133	52.11	57.14	60.31	62.66	64.54	66.13	67.50	68.70	69.79

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 60 กม/ชม.เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

(4) ผลการทดสอบรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

จากการทดสอบรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลจำนวน 1 คัน โดยรถยนต์ที่นำมาทดสอบเป็นรถตามมาตรฐาน Euro I เป็นรถที่จดทะเบียนก่อนปี พ.ศ. 2535 (Pre - ค.ศ. 2000) ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยทดสอบในช่วงความเร็วเฉลี่ย 4.9-62.4 กม./ชม. ได้นำมาจัดทำตารางแสดงค่าตัวคูณมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-10 ซึ่งมีเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายมลพิษกับผลการตรวจวัดจากโครงการอื่นของกรมควบคุมมลพิษพบว่า มีแนวโน้มการระบายคล้ายคลึงกันคืออัตราการระบายมลพิษลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.5-10 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่ทดสอบในโครงการ

Euro I (Pre-2000)			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	5.481	-0.515	1.674	1.172	0.951	0.820	0.731	0.665	0.615	0.574	0.540
CO (g/km)	9.247	-0.379	3.864	2.971	2.548	2.285	2.099	1.959	1.848	1.757	1.680
NOx (g/km)	26.166	-0.479	8.684	6.231	5.131	4.470	4.017	3.681	3.419	3.207	3.031
CO2 (g/km)	1,583.200	-0.420	601.92	449.89	379.44	336.26	306.17	283.60	265.82	251.33	239.20
PM (g/km)	0.5728	0.0518	0.645	0.669	0.683	0.693	0.701	0.708	0.714	0.719	0.723
Fuel (km/l)	1.648	0.420	4.331	5.794	6.868	7.750	8.511	9.187	9.801	10.366	10.892

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 70 กม/ชม.เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

3.5.2 ตัวคูณมลพิษที่พัฒนาเพื่อใช้ในโครงการ

ในการพัฒนาตัวคูณอัตราการระบายมลพิษจากยานพาหนะนั้น นอกจากจะนำผลการทดสอบรถยนต์ที่ศึกษาจากโครงการนี้มาใช้แล้ว ที่ปรึกษายังได้คัดเลือกข้อมูลผลการทดสอบรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ได้มีการศึกษาจากโครงการอื่นที่ได้มีการตรวจวัดที่กรมควบคุมมลพิษมาใช้ในการพัฒนาตัวคูณมลพิษด้วย แต่ก็ไม่สามารถใช้งานข้อมูลเหล่านั้นได้ทั้งหมดเนื่องจากการตรวจวัดในบางโครงการมีวัตถุประสงค์ต่างกันไปจึงไม่สามารถนำข้อมูลมาสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายมลพิษกับความเร็วที่ต้องการมาใช้ในการคำนวณในแบบจำลองได้ และจำนวนข้อมูลก็นำมาพัฒนาตัวคูณมลพิษทั้งหมดได้สรุปไว้ในตารางที่

3.5-11

ตารางที่ 3.5-11 สรุปจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ

ห้องทดสอบ	ประเภทยานพาหนะ	เชื้อเพลิง	จำนวนผลการทดสอบ
รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ส่วนบุคคล	Gasoline 91	5
		Gasohol 91	5
		Gasohol 95	7
		Gasohol E20	5
		CNG	2
		LPG	5
	รถแท็กซี่	CNG	3
		LPG	1
	รถตู้	CNG	2
	รถกระบะ	CNG	2
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถกระบะ	Diesel	18
	รถตู้	Diesel	1
รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์	Gasoline 91	11
		Gasoline 95	1
		Gasohol 91	4
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	รถโดยสาร	Diesel	50
		CNG	2
	รถบรรทุก	Diesel	60
รถอื่นๆ	สามล้อเครื่อง	LPG	24
รวม			208

สำหรับข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในโครงการเมื่อพัฒนาออกมาในรูปแบบสมการแล้วพบว่า ข้อมูลในส่วนของการระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง เป็นข้อมูลที่มีค่าความสัมพันธ์กับความเร็วในระดับที่ดี ส่วนข้อมูลการระบายมลพิษประเภทไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจนนั้นมีค่าความสัมพันธ์น้อย ในการพัฒนาตัวคูณมลพิษได้แสดงค่าที่ความเร็วสูงสุด 90 กม./ชม. หากในกรณีที่ต้องการใช้ค่าการระบายมลพิษที่ความเร็วสูงกว่านี้ ก็จะใช้ค่าการระบายที่ 90 กม./ชม.

สรุปข้อมูลค่าอัตราการระบายมลพิษที่พัฒนาขึ้นใช้ในโครงการมีดังนี้

1. ตัวคูณอัตราการระบายมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน

1.1 เชื้อเพลิง Gasoline

ตารางที่ 3.5-12 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิง Gasoline

Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.436	-0.834	0.650	0.365	0.260	0.205	0.170	0.146	0.128	0.115	0.104
CO (g/km)	11.676	-0.528	3.462	2.401	1.938	1.665	1.480	1.344	1.239	1.155	1.085
NOx (g/km)	1.406	-0.213	0.861	0.743	0.681	0.641	0.611	0.588	0.569	0.553	0.539
CO ₂ (g/km)	681.840	-0.402	270.20	204.49	173.73	154.76	141.48	131.48	123.58	117.12	111.71
Fuel (km/l)	3.248	0.405	8.25	10.93	12.88	14.47	15.84	17.05	18.15	19.16	20.10
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.497	-0.629	0.117	0.075	0.059	0.049	0.042	0.038	0.034	0.032	0.029
CO (g/km)	0.373	0.114	0.485	0.525	0.550	0.568	0.583	0.595	0.606	0.615	0.623
NOx (g/km)	2.123	-0.641	0.485	0.311	0.240	0.200	0.173	0.154	0.139	0.128	0.119
CO ₂ (g/km)	642.700	-0.374	271.65	209.62	180.12	161.75	148.80	138.99	131.20	124.81	119.43
Fuel (km/l)	3.574	0.375	8.47	10.99	12.79	14.25	15.50	16.59	17.58	18.48	19.32

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

1.2 เชื้อเพลิง Gasohol

ตารางที่ 3.5-13 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิง Gasohol 91/95

Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol91)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	2.559	-0.802	0.404	0.232	0.167	0.133	0.111	0.096	0.085	0.076	0.069
CO (g/km)	4.138	-0.141	2.991	2.712	2.562	2.460	2.384	2.323	2.273	2.231	2.194
NOx (g/km)	1.089	-0.184	0.713	0.627	0.582	0.552	0.530	0.512	0.498	0.486	0.476
CO2 (g/km)	532.420	-0.357	234.02	182.72	158.10	142.67	131.74	123.44	116.83	111.39	106.80
Fuel (km/l)	4.407	0.354	9.96	12.74	14.71	16.28	17.62	18.80	19.85	20.82	21.70
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol91)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.032	-0.269	0.0173	0.0143	0.0129	0.0119	0.0112	0.0107	0.0102	0.0099	0.0096
CO (g/km)	0.606	-0.253	0.3383	0.2839	0.2562	0.2382	0.2252	0.2150	0.2068	0.1999	0.1940
NOx (g/km)	0.028	-0.149	0.0197	0.0177	0.0167	0.0160	0.0155	0.0150	0.0147	0.0144	0.0142
CO2 (g/km)	634.600	-0.407	248.60	187.49	158.97	141.40	129.13	119.89	112.60	106.65	101.65
Fuel (km/l)	3.781	0.404	9.58	12.67	14.92	16.76	18.34	19.74	21.00	22.17	23.25
Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	47.010	-0.893	6.01	3.24	2.25	1.74	1.43	1.21	1.06	0.94	0.85
CO (g/km)	25.917	-0.169	17.56	15.62	14.59	13.89	13.38	12.97	12.64	12.36	12.11
NOx (g/km)	3.259	-0.182	2.14	1.89	1.75	1.67	1.60	1.55	1.50	1.47	1.44
CO2 (g/km)	685.780	-0.432	253.62	187.99	157.79	139.35	126.54	116.96	109.42	103.29	98.16
Fuel (km/l)	2.789	0.417	7.29	9.73	11.52	12.99	14.25	15.38	16.40	17.34	18.21
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.230	-0.534	0.067	0.046	0.037	0.032	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021
CO (g/km)	1.445	-0.119	1.10	1.01	0.96	0.93	0.91	0.89	0.87	0.86	0.85
NOx (g/km)	1.963	-0.536	0.57	0.39	0.32	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18
CO2 (g/km)	718.260	-0.392	291.26	221.96	189.34	169.15	154.98	144.29	135.83	128.91	123.09
Fuel (km/l)	3.215	0.392	7.93	10.40	12.19	13.65	14.90	16.00	16.99	17.91	18.75
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol95)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.017	-0.297	0.0087	0.0071	0.0063	0.0058	0.0054	0.0051	0.0049	0.0047	0.0045
CO (g/km)	0.099	-0.026	0.0935	0.0919	0.0909	0.0902	0.0897	0.0893	0.0889	0.0886	0.0883
NOx (g/km)	0.796	-0.897	0.1009	0.0542	0.0377	0.0291	0.0238	0.0202	0.0176	0.0156	0.0141
CO2 (g/km)	491.550	-0.335	227.28	180.19	157.30	142.85	132.56	124.71	118.43	113.25	108.87

Fuel (km/l)	4.641	0.334	10.02	12.63	14.46	15.92	17.15	18.23	19.20	20.07	20.88
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

ตารางที่ 3.5-14 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิง

Gasohol E20

Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.213	-0.700	0.0424	0.0261	0.0197	0.0161	0.0137	0.0121	0.0109	0.0099	0.0091
CO (g/km)	0.668	-0.525	0.1993	0.1385	0.1120	0.0963	0.0856	0.0778	0.0718	0.0669	0.0629
NOx (g/km)	5.809	-0.899	0.7330	0.3931	0.2730	0.2108	0.1725	0.1464	0.1275	0.1130	0.1017
CO2 (g/km)	1,004.400	-0.404	396.19	299.43	254.18	226.29	206.79	192.10	180.50	171.02	163.08
Fuel (km/l)	2.199	0.397	5.48	7.21	8.47	9.50	10.37	11.15	11.85	12.50	13.10
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	2.181	-1.158	0.1516	0.0679	0.0425	0.0304	0.0235	0.0190	0.0159	0.0136	0.0119
CO (g/km)	48.097	-0.755	8.4551	5.0100	3.6889	2.9687	2.5084	2.1858	1.9457	1.7591	1.6094
NOx (g/km)	1.110	-0.509	0.3437	0.2415	0.1965	0.1697	0.1515	0.1381	0.1276	0.1193	0.1123
CO2 (g/km)	1,028.800	-0.478	342.24	245.72	202.43	176.42	158.57	145.34	135.01	126.66	119.73
Fuel (km/l)	2.020	0.481	6.12	8.54	10.38	11.92	13.27	14.49	15.61	16.64	17.61
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (Gasohol E20)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.011	-0.076	0.0095	0.0090	0.0087	0.0085	0.0084	0.0083	0.0082	0.0081	0.0080
CO (g/km)	0.059	0.024	0.0620	0.0630	0.0636	0.0641	0.0644	0.0647	0.0649	0.0652	0.0653
NOx (g/km)	0.130	-0.490	0.0419	0.0299	0.0245	0.0213	0.0191	0.0174	0.0162	0.0151	0.0143
CO2 (g/km)	582.320	-0.385	239.97	183.77	157.21	140.72	129.14	120.39	113.45	107.76	102.99
Fuel (km/l)	3.738	0.385	9.06	11.83	13.82	15.44	16.82	18.04	19.14	20.15	21.09

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

1.3 เชื้อเพลิงประเภท LPG

ตารางที่ 3.5-15 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิง LPG

Euro I (Pre-2000)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (LPG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	8.231	-0.679	1.724	1.077	0.817	0.672	0.578	0.511	0.460	0.420	0.388
CO (g/km)	9.107	-0.267	4.925	4.093	3.673	3.401	3.204	3.052	2.929	2.826	2.739
NOx (g/km)	1.642	-0.035	1.514	1.478	1.457	1.443	1.431	1.422	1.415	1.408	1.402
CO2 (g/km)	1,010.700	-0.521	304.52	212.22	171.81	147.89	131.66	119.73	110.49	103.07	96.93
Fuel (km/l)	1.358	0.519	4.48	6.43	7.93	9.21	10.34	11.36	12.31	13.19	14.02
Euro II (2001-2004)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (LPG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	1.169	-0.522	0.351	0.245	0.198	0.170	0.152	0.138	0.127	0.119	0.112
CO (g/km)	116.780	-1.494	3.744	1.329	0.725	0.472	0.338	0.258	0.205	0.168	0.141
NOx (g/km)	2.715	0.041	2.986	3.072	3.124	3.161	3.190	3.214	3.235	3.253	3.269
CO2 (g/km)	996.160	-0.487	324.59	231.59	190.10	165.24	148.23	135.63	125.82	117.90	111.33
Fuel (km/l)	1.559	0.497	4.90	6.91	8.46	9.76	10.90	11.94	12.89	13.78	14.61
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Taxi) - (LPG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	6.043	-0.697	1.214	0.749	0.565	0.462	0.395	0.348	0.313	0.285	0.262
CO (g/km)	3.446	-0.665	0.745	0.470	0.359	0.296	0.256	0.226	0.204	0.187	0.173
NOx (g/km)	5.189	-0.197	3.297	2.876	2.655	2.509	2.401	2.316	2.247	2.189	2.138
CO2 (g/km)	440.620	-0.288	227.02	185.94	165.44	152.29	142.81	135.51	129.62	124.73	120.57
Fuel (km/l)	3.620	0.295	7.14	8.76	9.87	10.75	11.48	12.11	12.68	13.19	13.65

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

1.4 เชื้อเพลิงประเภท CNG

ตารางที่ 3.5-16 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิง CNG

Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Passenger Car) - (CNG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	1.086	-0.669	0.233	0.146	0.112	0.092	0.079	0.070	0.063	0.058	0.053
CO (g/km)	0.593	-0.652	0.132	0.084	0.065	0.053	0.046	0.041	0.037	0.034	0.032
NOx (g/km)	0.139	0.233	0.238	0.280	0.307	0.329	0.346	0.361	0.374	0.386	0.397
CO2 (g/km)	877.800	-0.469	298.12	215.38	178.08	155.61	140.15	128.66	119.69	112.42	106.38
Fuel (km/l)	2.031	0.470	5.99	8.29	10.03	11.48	12.75	13.89	14.93	15.90	16.80
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Taxi) - (CNG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.475	-0.771	0.758	0.444	0.325	0.260	0.219	0.190	0.169	0.153	0.139
CO (g/km)	2.796	-0.422	1.058	0.790	0.666	0.590	0.537	0.497	0.466	0.440	0.419
NOx (g/km)	1.916	-0.659	0.420	0.266	0.204	0.168	0.145	0.129	0.117	0.107	0.099
CO2 (g/km)	542.620	-0.383	224.64	172.27	147.49	132.10	121.28	113.10	106.62	101.30	96.83
Fuel (km/l)	3.053	0.389	7.48	9.79	11.46	12.82	13.98	15.00	15.93	16.78	17.57
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Pick Up) - (CNG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	16.056	-1.419	0.612	0.229	0.129	0.086	0.062	0.048	0.039	0.032	0.027
CO (g/km)	7.565	-1.473	0.255	0.092	0.050	0.033	0.024	0.018	0.014	0.012	0.010
NOx (g/km)	0.914	-0.162	0.629	0.562	0.527	0.503	0.485	0.471	0.459	0.449	0.441
CO2 (g/km)	859.150	-0.413	331.95	249.31	210.87	187.25	170.76	158.38	148.61	140.63	133.96
Fuel (km/l)	2.284	0.419	5.99	8.01	9.49	10.71	11.76	12.69	13.54	14.32	15.04
Euro III (2005-2011)			Gasoline Vehicles (Van) - (CNG)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	3.442	-1.337	0.158	0.063	0.036	0.025	0.018	0.014	0.012	0.010	0.008
CO (g/km)	0.016	0.004	0.017	0.01660	0.01663	0.01665	0.01667	0.01668	0.01669	0.01670	0.01671
NOx (g/km)	0.428	-0.592	0.109	0.073	0.057	0.048	0.042	0.038	0.035	0.032	0.030
CO2 (g/km)	855.310	-0.392	346.84	264.31	225.47	201.43	184.56	171.83	161.75	153.50	146.58
Fuel (km/l)	2.092	0.393	5.17	6.78	7.95	8.91	9.72	10.44	11.10	11.69	12.25

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

2. ตัวคูณอัตราการระบายมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

2.1 น้ำมัน ดีเซล B3

ตารางที่ 3.5-17 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก
เชื้อเพลิง ดีเซล B3

Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.467	-0.405	0.184	0.139	0.118	0.105	0.096	0.089	0.084	0.079	0.075
CO (g/km)	5.293	-0.572	1.418	0.954	0.756	0.642	0.565	0.509	0.466	0.432	0.404
NOx (g/km)	13.584	-0.456	4.754	3.465	2.880	2.526	2.282	2.100	1.957	1.842	1.745
CO ₂ (g/km)	1,169.400	-0.431	433.47	321.53	269.98	238.49	216.62	200.25	187.38	176.90	168.15
PM (g/km)	0.3254	-0.212	0.200	0.172	0.158	0.149	0.142	0.137	0.132	0.129	0.125
Fuel (km/l)	2.228	0.431	6.01	8.11	9.66	10.93	12.04	13.02	13.91	14.74	15.51
Euro II (2001-2004)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.119	-0.258	0.065	0.055	0.049	0.046	0.043	0.041	0.040	0.038	0.037
CO (g/km)	6.153	-0.928	0.726	0.382	0.262	0.201	0.163	0.138	0.119	0.105	0.095
NOx (g/km)	4.947	-0.542	1.420	0.975	0.783	0.670	0.594	0.538	0.495	0.460	0.432
CO ₂ (g/km)	821.790	-0.380	342.58	263.25	225.66	202.29	185.85	173.41	163.54	155.45	148.64
PM (g/km)	0.1359	-0.355	0.060	0.047	0.041	0.037	0.034	0.032	0.030	0.029	0.028
Fuel (km/l)	3.202	0.381	7.70	10.02	11.70	13.05	14.21	15.23	16.16	17.00	17.78
Euro III (2005-2011)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.215	-0.305	0.107	0.086	0.076	0.070	0.065	0.062	0.059	0.057	0.055
CO (g/km)	7.471	-0.729	1.394	0.841	0.626	0.508	0.431	0.378	0.338	0.306	0.281
NOx (g/km)	9.842	-0.735	1.812	1.088	0.808	0.654	0.555	0.485	0.433	0.393	0.360
CO ₂ (g/km)	790.710	-0.382	328.11	251.78	215.65	193.21	177.42	165.49	156.02	148.26	141.74
PM (g/km)	0.1232	-0.201	0.078	0.067	0.062	0.059	0.056	0.054	0.052	0.051	0.050
Fuel (km/l)	3.285	0.384	7.95	10.37	12.11	13.53	14.74	15.81	16.77	17.65	18.47
Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Van) - (Diesel B3)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.452	-0.445	0.162	0.119	0.100	0.088	0.079	0.073	0.068	0.064	0.061
CO (g/km)	3.372	-0.417	1.291	0.967	0.816	0.724	0.660	0.611	0.573	0.542	0.516
NOx (g/km)	7.604	-0.487	2.478	1.768	1.451	1.261	1.132	1.035	0.960	0.900	0.850
CO ₂ (g/km)	1,210.700	-0.441	438.57	323.06	270.16	237.97	215.67	199.01	185.93	175.30	166.42
PM (g/km)	0.4304	-0.299	0.216	0.176	0.156	0.143	0.134	0.127	0.121	0.116	0.112
Fuel (km/l)	2.156	0.441	5.95	8.08	9.66	10.96	12.10	13.11	14.03	14.88	15.68

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

2.2 น้ำมันดีเซล B5

ตารางที่ 3.5-18 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก เชื้อเพลิง ดีเซล B5

Euro I (Pre-2000)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	4.457	-0.820	0.675	0.382	0.274	0.216	0.180	0.155	0.137	0.123	0.111
CO (g/km)	9.534	-0.666	2.057	1.297	0.990	0.817	0.704	0.624	0.563	0.515	0.476
NOx (g/km)	4.655	-0.341	2.123	1.676	1.460	1.323	1.226	1.152	1.093	1.045	1.004
CO ₂ (g/km)	939.790	-0.412	363.94	273.53	231.45	205.58	187.52	173.95	163.25	154.51	147.19
PM (g/km)	0.3674	-0.359	0.161	0.125	0.108	0.098	0.090	0.084	0.080	0.076	0.073
Fuel (km/l)	2.750	0.415	7.154	9.541	11.290	12.723	13.958	15.056	16.052	16.967	17.818
Euro II (2001-2004)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.519	-0.643	0.118	0.076	0.058	0.048	0.042	0.037	0.034	0.031	0.029
CO (g/km)	19.631	-1.094	1.581	0.741	0.475	0.347	0.272	0.223	0.188	0.163	0.143
NOx (g/km)	3.900	-0.509	1.208	0.849	0.691	0.596	0.532	0.485	0.449	0.419	0.395
CO ₂ (g/km)	809.770	-0.395	326.11	248.00	211.30	188.60	172.69	160.69	151.20	143.43	136.91
PM (g/km)	0.4756	-0.324	0.226	0.180	0.158	0.144	0.134	0.126	0.120	0.115	0.111
Fuel (km/l)	3.310	0.396	8.240	10.843	12.733	14.269	15.588	16.755	17.810	18.778	19.674
Euro III (2005-2011)			Light-Duty Vehicles (Pick-up) - (Diesel B5)								
Pollutant	Formula ($EF=aV^b$)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.473	-0.428	0.176	0.131	0.110	0.097	0.089	0.082	0.077	0.072	0.069
CO (g/km)	12.780	-0.895	1.628	0.875	0.609	0.471	0.385	0.327	0.285	0.253	0.228
NOx (g/km)	3.435	-0.455	1.205	0.879	0.731	0.641	0.579	0.533	0.497	0.468	0.443
CO ₂ (g/km)	806.070	-0.405	317.23	239.58	203.30	180.94	165.31	153.54	144.25	136.65	130.29
PM (g/km)	0.1279	-0.219	0.077	0.066	0.061	0.057	0.054	0.052	0.050	0.049	0.048
Fuel (km/l)	3.271	0.408	8.37	11.11	13.10	14.74	16.14	17.39	18.52	19.55	20.51

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 80 กม/ชม.ขึ้นไปเป็นค่าประมาณการเท่านั้น

3. ตัวคูณอัตราการระบายมลพิษ (Emission factor) ของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่

3.1 รถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล

ตารางที่ 3.5-19 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่ เชื้อเพลิงดีเซล

Pre-1995			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	16.53	-0.85	2.35	1.31	0.53	0.73	0.60	0.52	0.52	0.54	0.58
CO (g/km)	42.97	-0.63	10.17	6.59	5.11	4.27	3.71	3.31	3.31	3.48	3.71
NOx (g/km)	101.87	-0.71	19.68	12.00	8.58	7.31	6.24	5.48	5.48	5.75	6.13
CO ₂ (g/km)	5,451.70	-0.62	1,299	843	655	547	476	425	425	446	476
PM (mg/km)	3,760.80	-0.45	1,319	962	800	702	634	584	584	613	654
1995-1997			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	9.45	-0.72	1.81	1.10	0.82	0.67	0.57	0.50	0.50	0.53	0.56
CO (g/km)	22.92	-0.12	17.40	16.02	15.26	14.74	14.36	14.05	14.05	14.75	15.73
NOx (g/km)	127.57	-0.75	22.45	13.30	9.80	7.89	6.66	5.81	5.81	6.10	6.50
CO ₂ (g/km)	3,296.20	-0.40	1,318	1,000	851	759	694	646	646	678	723
PM (mg/km)	2,614.20	-0.13	1,929	1,760	1,668	1,606	1,559	1,522	1,522	1,598	1,705
1998-2000			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	6.56	-0.89	0.85	0.46	0.32	0.25	0.20	0.17	0.17	0.18	0.19
CO (g/km)	31.64	-0.24	18.21	15.42	13.99	13.06	12.38	11.85	11.85	12.44	13.27
NOx (g/km)	101.87	-0.71	19.68	12.00	8.98	7.31	6.24	5.48	5.48	5.75	6.13
CO ₂ (g/km)	7,662.20	-0.63	1,789	1,155	834	745	647	577	577	606	646
PM (mg/km)	2,235.80	-0.43	835	621	522	435	420	388	388	401	435
2001 & Later			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	11.46	-0.80	1.83	1.05	0.76	0.61	0.51	0.44	0.44	0.46	0.49
CO (g/km)	37.66	-0.77	6.36	3.72	2.72	2.18	1.83	1.59	1.59	1.67	1.78
NOx (g/km)	43.77	-0.51	13.50	9.47	7.70	6.65	5.93	5.40	5.40	5.67	6.05
CO ₂ (g/km)	4,731.10	-0.51	1,475	1,038	846	731	653	595	595	625	667
PM (mg/km)	1,710.50	-0.19	1,117	982	911	864	829	801	801	841	897

หมายเหตุ: หน่วยการระบายฝุ่นละอองเป็น มิลลิกรัม/กิโลเมตร มลพิษอื่นมีหน่วยการระบายมลพิษเป็น กรัม/กิโลเมตร

ที่มา: Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land-transport (DIESEL) Bangkok, Thailand จัดทำโดย Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), March 2008.

3.2 รถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล

ตารางที่ 3.5-20 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ เชื้อเพลิง ดีเซล

Pre-1995			Heavy-Duty Vehicles (TRUCK) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	6.60	-0.66	1.46	0.93	0.71	0.59	0.51	0.45	0.45	0.47	0.51
CO (g/km)	28.78	-0.34	13.12	10.35	9.02	8.17	7.57	7.12	7.12	7.47	7.97
NOx (g/km)	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO ₂ (g/km)	2,526.80	-0.34	1,164	921	804	729	677	636	636	668	713
PM (mg/km)	6,080.50	-0.40	2,446	1,859	1,584	1,414	1,294	1,204	1,204	1,264	1,349
1995-1997			Heavy-Duty Vehicles (TRUCK) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	5.09	-0.49	1.65	1.18	0.96	0.84	0.75	0.69	0.69	0.72	0.77
CO (g/km)	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NOx (g/km)	34.83	-0.39	14.24	10.88	9.30	8.31	7.62	7.10	7.10	7.46	7.95
CO ₂ (g/km)	2,227.80	-0.27	1,186	981	878	811	763	726	726	762	813
PM (mg/km)	1,135.00	-0.08	934	880	851	830	815	802	802	842	898
1998-2000			Heavy-Duty Vehicles (TRUCK) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	7.01	-0.58	1.83	1.22	0.97	0.82	0.72	0.65	0.65	0.68	0.72
CO (g/km)	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NOx (g/km)	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO ₂ (g/km)	2,886.30	-0.31	14.01	1,127	993	907	846	799	799	839	894
PM (mg/km)	3,796.10	-0.47	1,283	926	765	668	601	552	552	579	618
2001 & Later			Heavy-Duty Vehicles (TRUCK) - (Diesel)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	3.29	-0.60	0.83	0.55	0.43	0.36	0.32	0.29	0.29	0.30	0.32
CO (g/km)	20.58	-0.58	5.40	3.61	2.85	2.41	2.12	1.90	1.90	2.00	2.13
NOx (g/km)	58.21	-0.59	15.07	10.03	7.91	6.68	5.86	5.26	5.26	5.53	5.89
CO ₂ (g/km)	4,655.50	-0.51	1,438	1,010	821	709	633	577	577	606	646
PM (mg/km)	597.53	-0.13	448	410	390	376	366	358	358	375	400

หมายเหตุ: หน่วยการระบายฝุ่นละอองเป็น มิลลิกรัม/กิโลเมตร มลพิษอื่นมีหน่วยการระบายมลพิษเป็น กรัม/กิโลเมตร

ที่มา: Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land-transport (DIESEL) Bangkok, Thailand จัดทำโดย Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), March 2008.

3.3 รถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่ที่ใช้เชื้อเพลิง CNG/NGV

ตารางที่ 3.5-21 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่ เชื้อเพลิง CNG/NGV

Euro I (Pre-2000)			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (NGV)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	140.37	-0.905	17.47	9.33	6.46	4.98	4.07	3.45	3.00	2.66	2.39
CO (g/km)	2,520.4	-1.680	52.66	16.43	8.32	5.13	3.53	2.60	2.00	1.60	1.31
NOx (g/km)	137.23	-0.406	53.88	40.67	34.49	30.69	28.03	26.03	24.45	23.16	22.08
CO2 (g/km)	7,438	-0.544	2,125.48	1,457.79	1,169.24	999.85	885.56	801.94	737.43	685.76	643.20
Euro II (2001-2004)			Heavy-Duty Vehicles (BUS) - (NGV)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	40.561	-0.658	8.91	5.65	4.33	3.58	3.09	2.74	2.48	2.27	2.10
CO (g/km)	2.105	-0.237	1.22	1.03	0.94	0.88	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72
NOx (g/km)	35.812	-0.291	18.32	14.98	13.31	12.24	11.47	10.88	10.40	10.01	9.67
CO2 (g/km)	6,494.6	-0.501	2,049.05	1,447.89	1,181.72	1,023.11	914.89	835.02	772.96	722.94	681.52
Fuel (km/l)	0.266	0.509	0.86	1.22	1.50	1.73	1.94	2.13	2.30	2.47	2.62

4. ตัวคูณอัตราการระบายมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์

ตารางที่ 3.5-22 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์

Pre-2003			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	33.561	-0.663	7.292	4.605	3.520	2.909	2.509	2.223	2.007	1.837	1.699
CO (g/km)	41.614	-0.429	15.497	11.511	9.673	8.550	7.769	7.185	6.725	6.351	6.038
NOx (g/km)	0.087	-0.004	0.086	0.086	0.086	0.086	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
CO ₂ (g/km)	161.250	-0.317	77.71	62.38	54.86	50.08	46.66	44.04	41.94	40.20	38.73
Fuel (km/l)	7.325	0.380	17.59	22.89	26.71	29.80	32.44	34.77	36.87	38.79	40.57
2004-2008			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	3.215	-0.386	1.322	1.011	0.865	0.774	0.710	0.662	0.624	0.592	0.566
CO (g/km)	16.077	-0.084	13.250	12.500	12.082	11.793	11.574	11.398	11.252	11.126	11.017
NOx (g/km)	0.141	-0.023	0.134	0.132	0.131	0.130	0.129	0.129	0.128	0.128	0.127
CO ₂ (g/km)	87.480	-0.294	44.45	36.26	32.18	29.57	27.70	26.25	25.09	24.12	23.30
Fuel (km/l)	18.925	0.237	32.66	38.49	42.38	45.37	47.83	49.94	51.80	53.46	54.98
2009-2011			Motorcycle - (Gasoline 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.767	-0.407	0.300	0.227	0.192	0.171	0.156	0.145	0.136	0.129	0.123
CO (g/km)	1.772	0.128	2.377	2.597	2.735	2.837	2.919	2.987	3.047	3.099	3.146
NOx (g/km)	0.045	0.307	0.091	0.113	0.128	0.140	0.149	0.158	0.166	0.173	0.179
CO ₂ (g/km)	102.390	-0.254	57.05	47.84	43.16	40.12	37.91	36.19	34.80	33.64	32.65
Fuel (km/l)	22.273	0.220	36.96	43.04	47.05	50.13	52.65	54.80	56.69	58.38	59.91
2004-2008			Motorcycle - (Gasoline 95)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	7.705	-0.703	1.527	0.938	0.705	0.576	0.493	0.433	0.389	0.354	0.326
CO (g/km)	67.846	-0.551	19.078	13.021	10.414	8.888	7.859	7.108	6.529	6.066	5.685
NOx (g/km)	0.061	0.438	0.166	0.224	0.268	0.304	0.335	0.363	0.388	0.412	0.434
CO ₂ (g/km)	63.574	-0.169	43.08	38.32	35.78	34.08	32.82	31.83	31.01	30.31	29.72
Fuel (km/l)	14.815	0.310	30.28	37.54	42.58	46.56	49.90	52.80	55.39	57.73	59.88
2009-2011			Motorcycle - (Gasohol 91)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	0.734	-0.406	0.288	0.217	0.184	0.164	0.150	0.139	0.131	0.124	0.118
CO (g/km)	3.109	-0.021	2.963	2.920	2.895	2.878	2.864	2.853	2.844	2.836	2.829
NOx (g/km)	0.049	0.357	0.111	0.142	0.165	0.182	0.197	0.211	0.223	0.234	0.244
CO ₂ (g/km)	61.034	-0.178	40.51	35.81	33.32	31.65	30.42	29.45	28.65	27.98	27.40
Fuel (km/l)	38.376	0.133	52.11	57.14	60.31	62.66	64.54	66.13	67.50	68.70	69.79

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 70 กม/ชม.เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

5. ตัวคูณอัตราการระบายมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์สามล้อ (ตุ๊ก-ตุ๊ก)

ข้อมูลอัตราการระบายมลพิษจากรถยนต์ 3 ล้อ (ตุ๊ก-ตุ๊ก) ซึ่งใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงซึ่งกรมควบคุมมลพิษได้มีการทดสอบไว้จำนวนทั้งสิ้น 24 ชุดของการทดสอบ ในการทดสอบแต่ละชุด ใช้ความเร็วในการทดสอบ 3 ค่า คือ ที่ความเร็ว 19, 40 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยที่ปรึกษาได้นำข้อมูลมาจัดให้อยู่ในแบบของสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับการระบายมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 3.5-23

ตารางที่ 3.5-23 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ ของรถยนต์สามล้อ (ตุ๊ก-ตุ๊ก)

			Tuk Tuk - (LPG)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		Average Traffic Speed V (km/h)								
	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	90
HC (g/km)	317.040	-1.410	12.33	4.64	2.62	1.75	1.28	0.99	0.79	0.66	0.56
CO (g/km)	76.799	-1.009	7.52	3.74	2.48	1.86	1.48	1.23	1.06	0.92	0.82
NOx (g/km)	1.907	-0.494	0.61	0.43	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.21
CO2 (g/km)	403.420	-0.472	136.07	98.10	81.01	70.73	63.66	58.41	54.31	50.99	48.23
Fuel (km/l)	2.258	0.576	8.50	12.67	16.00	18.88	21.47	23.84	26.05	28.14	30.11

หมายเหตุ ค่าอัตราการระบายมลพิษในช่วงความเร็ว ตั้งแต่ 70 กม/ชม. เป็นค่าประมาณการเท่านั้น

3.6 การพัฒนาโปรแกรมคำนวณมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ

นอกเหนือจากการปรับปรุงแบบจำลองการเดินทางเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณมลพิษจากแบบจำลองการปล่อยมลพิษที่ได้พัฒนาขึ้นแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณมลพิษทางอากาศเบื้องต้นเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยมลพิษในภาพรวมจากปริมาณการเดินทาง โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณของโปรแกรมได้เองอีกด้วย ได้แก่ ข้อมูลชื่อถนน ระยะทางของช่วงถนน (กิโลเมตร) ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรบนช่วงถนน (กม./ชม.) และจำนวนยวดยานบนถนนช่วงที่ต้องการประเมินปริมาณมลพิษ โดยมีการจำแนกประเภทยวดยานออกเป็น 8 ประเภทตามข้อมูลที่ได้มีการวิเคราะห์ค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะในหัวข้อที่ผ่านมา ซึ่งได้แก่

- (1) รถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car, PC)
- (2) รถแท็กซี่ (Taxi)
- (3) รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light Duty Vehicle, LDV) หรือรถปิ๊กอัพ (Pick-up)
- (4) รถตู้ (Van)
- (5) รถจักรยานยนต์ (Motorcycle, MC)
- (6) รถโดยสารประจำทาง (Bus)

(7) รถบรรทุก (Truck)

(8) รถตุ๊ก ตุ๊ก (Tuk Tuk)

สำหรับโปรแกรมการคำนวณปริมาณมลพิษที่พัฒนาขึ้นนี้ ใช้หลักการเดียวกับแบบจำลองการปล่อยมลพิษที่ได้จัดทำขึ้น กล่าวคือเป็นการคำนวณปริมาณมลพิษต่างๆ จากความสัมพันธ์ระหว่างประเภทยานพาหนะและความเร็วที่ใช้ ซึ่งจะมีอัตราการปล่อยมลพิษที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ข้อมูลที่ต้องใช้ในการประเมินปริมาณมลพิษ ประกอบด้วย

- ชื่อถนน (Road Name) / ช่วงถนน (Link)
- A node – จุดเริ่มต้นของถนน/ช่วงถนน
- B node – จุดปลายทางของถนน/ช่วงถนน
- ความยาวถนน หน่วยเป็น กิโลเมตร (Km)
- ความเร็วเฉลี่ยบนถนน/ช่วงถนน หน่วยเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Kph)
- ปริมาณการจราจรบนถนน/ช่วงถนน แยกตามประเภทยานพาหนะ หน่วยเป็นคัน

ตัวอย่างตารางสำหรับป้อนข้อมูลเพื่อคำนวณปริมาณมลพิษและแสดงผลการคำนวณปริมาณมลพิษประเภทต่างๆ เป็นรายถนน รวมถึงกรณีข้อมูลรวมทั้งโครงข่าย แสดงดังในตารางที่ 3.6-1 และ ตารางที่ 3.6-2 ตามลำดับ สำหรับประเภทของมลพิษที่ได้จากการคำนวณและแสดงในตารางได้แก่

- ไฮโดรคาร์บอน (HC)
- คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)
- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
- ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM)

อย่างไรก็ดี โปรแกรมคำนวณมลพิษดังกล่าวข้างต้นเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อความสะดวกสำหรับการใช้งานในเบื้องต้นเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์และประเมินปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะประเภทต่างๆ ในรายละเอียดจะได้กล่าวถึงต่อไปในบทที่ 4

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าโปรแกรมข้างต้นเป็นโปรแกรมคำนวณมลพิษเบื้องต้นที่ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานอยู่ เช่น การที่ไม่สามารถจำแนกประเภทเชื้อเพลิงและอายุของรถแต่ละประเภทที่จะป้อนข้อมูลเข้าไปในโปรแกรม ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดประเภทเชื้อเพลิง (เบนซิน ดีเซล ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG) ที่ใช้กับรถแต่ละประเภท ตลอดจนอายุของรถแต่ละประเภท (EURO I EURO II EURO III) ไว้ให้ชัดเจน และถือเป็นตัวแทนของรถประเภทนั้นๆ เพื่อความสะดวกและง่ายในการป้อนข้อมูลลงในตารางที่จัดเตรียมไว้ โดยได้มีการกำหนดประเภทของเชื้อเพลิงและอายุรถไว้ สำหรับรถแต่ละประเภทในตาราง ดังต่อไปนี้

- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล คือ แก๊สโซฮอล 91 / EURO III
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถแท็กซี่ คือ แก๊ซ CNG / EURO III
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถปิคอัพ คือ ดีเซล B5 / EURO III
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถตู้ คือ ดีเซล B3 / EURO I
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถจักรยานยนต์ คือ เบนซิน 91 / อายุรถไม่เกิน 3 ปี
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถประจำทาง คือ ดีเซล / อายุรถไม่เกิน 11 ปี
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถบรรทุก คือ ดีเซล / อายุรถไม่เกิน 11 ปี
- ประเภทเชื้อเพลิงสำหรับรถตุ๊ก ตุ๊ก คือ แก๊ซ LPG

ตัวเลขมลพิษที่ได้จากโปรแกรมดังกล่าวจะเป็นการประเมินเพื่อให้เห็นภาพเบื้องต้นของมลพิษที่เกิดขึ้นบนถนนแต่ละสายที่อยู่ในโปรแกรมเท่านั้น หากจะนำไปใช้ประโยชน์หรืออ้างอิงควรพิจารณาบนพื้นฐานการประเมินด้วย Emission Factors ที่แสดงรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 4

ตารางที่ 3.6-1 ตัวอย่างตารางคำนวณมลพิษกรณีข้อมูลแยกตามรายถนน

ชื่อถนน	ช่วงถนน (A Node – B Node)	ระยะทาง (กม.)	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	จำนวนยานพาหนะแต่ละประเภท (คัน)								ปริมาณมลพิษรวม (กิโลกรัม)				
				แท็กซี่	รถจักรยานยนต์	รถตู้	รถโดยสาร	รถบรรทุก	รถโดยสาร	รถบรรทุก	รถจักรยานยนต์	HC	CO	NO _x	CO ₂	PM
				PC	TX	PU	VN	MC	BS	HT	TK					
A	A1-A2	0.50	23.0	123	31	27	13	236	16	11	25	0.101	0.491	0.219	39.210	12.198
	A2-A3	1.20	32.0	134	25	34	11	756	12	10	24	0.286	2.832	0.481	107.287	21.713
	A3-A4	0.80	19.5	231	27	19	16	382	14	8	27	0.224	1.113	0.367	84.944	16.796
	A4-A5	0.75	14.0	452	32	23	14	446	13	9	30	0.337	1.289	0.482	134.462	17.389
B	B1-B2	0.90	25.0	188	28	38	22	275	18	7	32	0.199	1.006	0.407	83.725	19.845
	B2-B3	1.10	18.8	120	55	49	16	451	33	33	72	0.657	2.084	1.135	161.668	69.051
	B3-B4	2.20	16.5	155	34	40	22	654	41	24	55	1.380	5.229	2.468	360.621	143.982
C	C1-C2	0.80	31.0	98	33	65	23	760	23	23	84	0.337	2.000	0.544	92.821	30.632
D	D1-D2	0.55	22.0	90	42	84	14	354	44	37	54	0.234	0.902	0.630	80.893	40.692
	D2-D3	1.20	18.4	73	34	40	22	256	50	35	51	0.562	1.671	1.472	166.696	98.621
E	E1-E2	1.30	21.2	321	36	58	13	553	85	47	71	0.821	3.295	2.332	311.255	159.475
	E2-E3	0.75	22.0	128	28	67	26	356	34	27	75	0.363	1.131	0.691	98.985	41.820
	E3-E4	0.66	24.4	322	82	58	34	751	84	31	83	0.420	2.081	1.039	156.284	67.511
	E4-E5	0.35	21.6	65	25	77	35	550	43	34	53	0.161	0.725	0.400	51.971	24.768
F	E5-E6	0.50	20.4	63	33	52	25	656	65	48	54	0.279	1.274	0.773	89.925	52.871
	F1-F2	1.70	28.9	88	36	50	27	378	76	34	59	0.624	2.989	2.097	244.907	157.078
G	G1-G2	0.88	42.1	110	45	24	33	845	71	38	65	0.306	2.659	0.922	124.993	71.804
H	H1-H2	0.60	23.6	199	36	17	25	665	45	25	40	0.239	1.439	0.579	89.815	37.704
	H2-H3	0.70	27.8	133	38	63	25	384	83	21	83	0.316	1.275	0.864	106.218	61.732
	H3-H4	1.10	24.9	327	22	13	21	566	85	24	76	0.579	2.598	1.481	208.726	105.928
												8.423	38.082	19.382	2,795.405	1,251.609

หมายเหตุ:

PC=รถยนต์ส่วนบุคคล, TX=แท็กซี่, PU=รถจักรยานยนต์, VN=รถตู้, MC=รถจักรยานยนต์, BS=รถโดยสาร, HT=รถบรรทุก, TK=รถจักรยานยนต์

HC=ไฮโดรคาร์บอน, CO =คาร์บอนมอนอกไซด์, NO_x=ไนโตรเจนออกไซด์, CO₂ =คาร์บอนไดออกไซด์, PM=ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ตารางที่ 3.6-2 ตัวอย่างตารางคำนวณมลพิษกรณีข้อมูลรวมทั้งโครงข่าย

ความเร็ว (กม./ชม.)	ระยะทางการเดินทางของรถแต่ละประเภท (คัน-กม.)								ปริมาณมลพิษรวม (กิโลกรัม)				
	แท็กซี่	แท็กซี่	แท็กซี่	รถตู้	จักรยานยนต์	รถโดยสาร	รถบรรทุก	ตุ๊ก ตุ๊ก	HC	CO	NOx	CO ₂	PM
	PC	TX	PU	VN	MC	BS	HT	TK					
<5	34	46	43	25	98	44	54	22	2.236	3.428	2.140	245.328	109.328
5 - 10	112	89	112	109	66	68	165	54	2.185	3.679	4.421	501.514	238.733
10 - 15	458	998	1,215	786	266	160	231	346	6.348	12.138	9.880	1,574.419	383.765
15 - 20	1,128	1,554	2,387	2,460	1,687	556	665	600	14.793	36.205	23.419	3,545.933	1,152.726
20 - 25	9,654	2,137	4,956	1,940	5,762	4,389	760	1,231	36.516	103.699	63.433	9,718.833	4,828.035
25 - 30	7,765	3,343	4,932	3,807	5,543	2,244	2,212	2,348	34.083	93.904	57.100	8,766.155	3,971.357
30 - 35	7,908	5,467	6,750	3,318	9,870	4,065	2,248	1,678	44.818	133.411	69.381	10,483.279	5,520.580
35 - 40	9,540	3,541	4,534	5,810	16,873	5,546	3,319	1,544	62.798	193.122	85.295	12,400.579	7,584.075
40 - 45	11,287	4,323	5,655	4,430	15,430	4,226	1,943	1,554	51.929	166.054	61.221	9,974.286	5,179.682
45 - 50	10,988	4,762	5,540	4,699	9,870	5,488	3,700	1,845	36.141	121.725	79.298	11,543.740	7,591.946
50 - 55	8,798	2,121	5,210	5,643	14,775	3,455	3,589	1,751	43.838	146.755	63.354	9,439.070	5,752.188
55 - 60	7,654	3,292	3,607	3,515	15,388	3,216	4,409	879	42.042	143.388	61.076	8,808.171	6,166.522
60 - 65	6,857	3,547	6,992	1,010	11,026	1,768	2,972	664	28.673	101.473	42.018	6,462.502	3,802.139
65 - 70	6,780	2,307	2,238	1,035	4,439	2,234	1,667	803	12.567	47.487	28.370	4,407.037	3,067.448
70 - 75	4,578	975	1,323	879	3,294	2,170	1,421	260	8.776	34.160	23.615	3,391.207	2,789.813
75 - 80	1,223	428	259	442	1,391	1,341	582	128	3.665	13.842	11.204	1,476.315	1,470.093
> 80	234	345	237	344	776	202	124	122	1.746	6.251	2.459	386.335	249.415
รวม	94,998	39,275	55,990	40,252	116,554	41,172	30,061	15,829	433.153	1,360.724	687.683	103,124.703	59,857.845

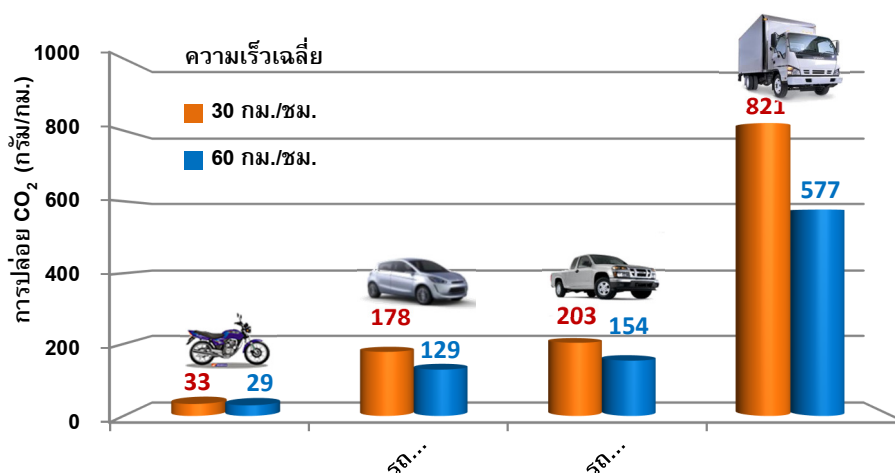
หมายเหตุ:

PC=รถยนต์ส่วนบุคคล, TX=แท็กซี่, PU=รถปิกอัพ, VN=รถตู้, MC=รถจักรยานยนต์, BS=รถประจำทาง, HT=รถบรรทุก, TK=รถตุ๊ก ตุ๊ก

HC = ไฮโดรคาร์บอน, CO = คาร์บอนมอนอกไซด์, NO_x = ไนโตรเจนออกไซด์, CO₂ = คาร์บอนไดออกไซด์, PM = ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

3.7 สรุปท้ายบท

โครงการนี้ได้มีการทดสอบรถจำนวน 73 คัน และประยุกต์ใช้ข้อมูลร่วมกับฐานข้อมูลเดิมที่คัดเลือกแล้วรวมทั้งสิ้น 208 คัน ในการจัดทำค่าตัวคูณการปล่อยมลพิษได้แก่ ก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ CO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulates: TSP) และอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ที่ความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ชม. และ 60 กม./ชม. รถจักรยานยนต์ รถยนต์เบนซิน รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ จะมีอัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยเฉลี่ย ดังนี้



รูปที่ 3.7-1 การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ย ที่ความเร็ว 30 และ 60 กม./ชม.

จากอัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ระดับความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มของการระบายก๊าซ CO₂ ลดลง และเมื่อพิจารณาถึงการระบายมลพิษอื่นๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน (HC), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก็มีแนวโน้มที่ลดลงเช่นกัน

โดยจะนำค่าตัวคูณที่ได้ดังกล่าวไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศ โดยจะประยุกต์เข้ากับแบบจำลองการวางแผนการขนส่ง เพื่อนำไปใช้หาปริมาณการปล่อยมลพิษต่อไป