

บทที่ 2 งานทบทวนและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

- 2.1 การทบทวนการปล่อยมลพิษทางอากาศ
- 2.2 การทบทวนแบบจำลองด้านการวางแผนการขนส่ง
- 2.3 การทบทวนมาตรการ/โครงการ ด้านการขนส่งที่ยั่งยืน
- 2.4 การทบทวนการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ
- 2.5 สรุปท้ายบท

ในการดำเนินการโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทยนั้น การรวบรวมและทบทวนข้อมูลนโยบายและมาตรการต่างๆ รวมไปถึงรายงาน การศึกษาวิจัย คู่มือ Guideline และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้ทราบถึงความเป็นมา แนวทางการดำเนินงาน ทิศทางของการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่ง

ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

- ข้อมูลการศึกษาด้านการขนส่งที่ยั่งยืน
- ข้อมูลการศึกษาด้านการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ
- ข้อมูลด้านการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหารือร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ ความเข้าใจในการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน และความเข้าใจในปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาที่เกิดจากภาคคมนาคมและขนส่ง

ผลจากการดำเนินงานทบทวนและรวบรวมข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้

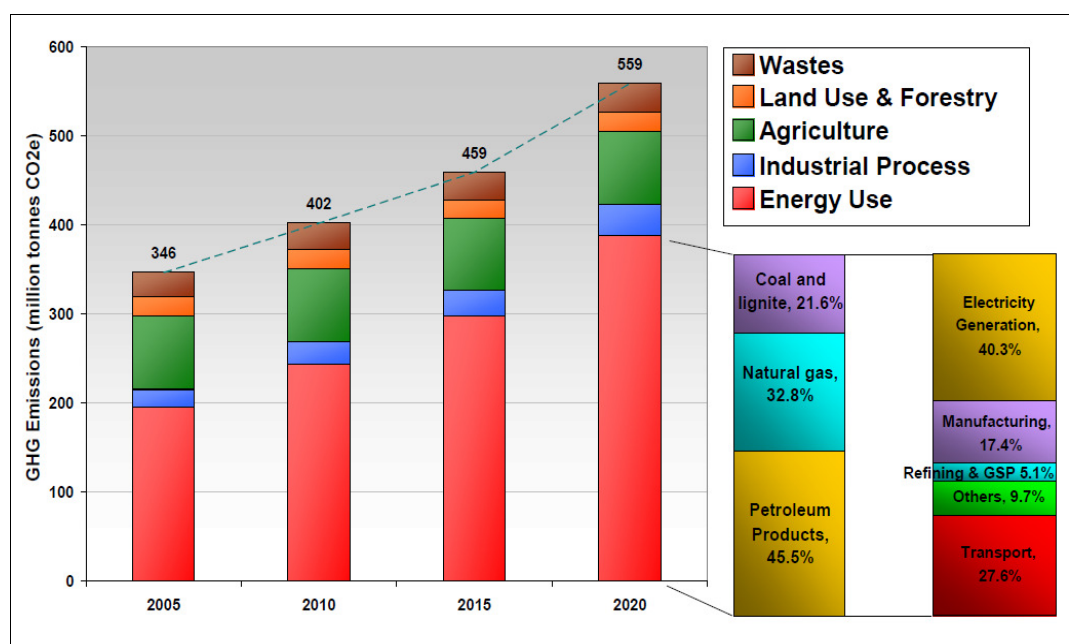
- ความเป็นมาและทิศทางการพัฒนาระบบขนส่งของประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการจัดทำแผนแม่บท
- การดำเนินงานด้านการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งในต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำแผนแม่บท
- ข้อมูลการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะและวิธีการทดสอบการปล่อยมลพิษ
- ข้อมูลและวิธีการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ

ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ในการจัดทำแผนและมาตรการด้านการขนส่งที่ยั่งยืนที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป

2.1 การทบทวนการปล่อยมลพิษทางอากาศ

2.1.1 การปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

เมื่อศึกษาถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าภาคการขนส่งของประเทศไทยมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) สูงถึงร้อยละ 27.6 จากการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศ ซึ่งคิดเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่มากถึงปีละกว่า 100 ล้านตัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1-1 ทั้งนี้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งสูงกว่าจากภาคการผลิตที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 17.4



ที่มา: Framework and Guidelines for CDM Implementation in Energy Sector, DEDE, 2005

รูปที่ 2.1-1 สัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ของประเทศไทย

ภาพรวมของการใช้พลังงานในภาคส่วนต่างๆ ในประเทศไทยพบว่า ภาคการขนส่งในประเทศไทยใช้พลังงานใกล้เคียงกับภาคอุตสาหกรรมโดยคิดเป็นร้อยละ 35.4 และ 35.9 ตามลำดับ นับเป็นสองอันดับแรกที่ใช้พลังงานมากที่สุด ที่เหลือจะเป็นภาคอื่นๆ รวมกันอีกร้อยละ 28.7 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการปล่อยก๊าซ CO₂ มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน โดยในปี พ.ศ. 2552 ก๊าซ CO₂ ที่ถูกปล่อยจากภาคการขนส่งมีค่าเท่ากับ 50.2 ล้านตันจากทั้งหมด 196 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 25.6 ซึ่งมากกว่าภาคอุตสาหกรรมที่ปล่อยก๊าซ CO₂ เท่ากับ 45.1 ล้านตัน หรือร้อยละ 23 สัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ ในรูปแบบการขนส่งต่างๆ สรุปได้ดังนี้

(1) ภาคการขนส่งทางถนน

ทั่วโลก การขนส่งทางถนนจะปล่อยก๊าซ CO₂ มากที่สุดประมาณร้อยละ 74 สำหรับประเทศไทยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 80 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ จากยานพาหนะในกรุงเทพมหานคร มีดังนี้¹

• รถโดยสารปรับอากาศ	1,243.0	กรัม/กิโลเมตร-ยานพาหนะ
• รถบรรทุกขนาดใหญ่	308.8	กรัม/กิโลเมตร-ยานพาหนะ
• รถบรรทุกขนาดเล็ก	308.8	กรัม/กิโลเมตร-ยานพาหนะ
• รถยนต์ส่วนบุคคล	200.3	กรัม/กิโลเมตร-ยานพาหนะ
• รถจักรยานยนต์	55.0	กรัม/กิโลเมตร-ยานพาหนะ

(2) ภาคการขนส่งทางราง²

• รถไฟทางไกล	97.5	กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร
• รถไฟชานเมือง	110.6	กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร
• รถไฟระหว่างเมือง	111.9	กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร
• รถไฟฟ้าในเมือง	126.2	กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร

(3) ภาคการขนส่งทางน้ำ³

• เรือบรรทุกผู้โดยสาร	511.2	กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร
-----------------------	-------	-------------------------

(4) ภาคการขนส่งทางอากาศ⁴

การเดินทางโดยเครื่องบิน ปล่อยก๊าซ CO₂:

- ร้อยละ 2 ของก๊าซ CO₂ ที่ถูกปล่อยทั่วโลก
- ร้อยละ 12 ของก๊าซ CO₂ ที่ถูกปล่อยจากการขนส่งทุกรูปแบบ
- ปริมาณก๊าซ CO₂ ที่ปล่อยจากการเดินทางโดยเครื่องบินภายในประเทศเท่ากับ 152 กรัม/กิโลเมตร-ผู้โดยสาร

เมื่อพิจารณาแยกประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ตามประเภทยานพาหนะแล้ว มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นมาตรฐานในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2551 ทั้งในพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่างจังหวัดพบว่า ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศสูงเกินมาตรฐานมากทุกปี และเกิดกับรถทุกประเภท โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เมืองชั้นใน (CBD) ที่มี

¹ ที่มา: สนข. : 1st Task force meeting on ASEAN – JAPAN Action Plan on Environment Improvement in Transport

² ที่มา: ดัดแปลงจาก USA, www.buses.org

³ ที่มา: ดัดแปลงจาก USA, www.buses.org

⁴ ที่มา: ดัดแปลงจาก USA, www.buses.org

ปริมาณการจราจรหนาแน่น นับว่าเป็นห่วงและจำเป็นต้องตระหนักถึงเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าการพัฒนาระบบขนส่งจะเป็นไปเพื่อรองรับการเดินทางในเขตเมืองที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาในระดับสังคมและคุณภาพชีวิตของชุมชนด้วยเช่นกัน

สำหรับการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) รวมถึงปริมาณควันดำ ซึ่งเป็นมลพิษที่ออกจากท่อไอเสียของยานพาหนะประเภทต่างๆ จากข้อมูลสถิติของส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ในช่วงปี พ.ศ. 2547 ถึงปี พ.ศ. 2552 ดังแสดงในตารางที่ 2.1-1 และ ตารางที่ 2.1-2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีปริมาณร้อยละของมลพิษทางอากาศที่เกินมาตรฐานค่อนข้างสูง โดยเฉพาะรถดีเซลขนาดเล็ก ได้แก่ รถปิกอัพ รถตู้ รถโดยสารประจำทางระหว่างจังหวัด รถโดยสารร่วมบริการ ข.ส.ม.ก. รถโดยสารไม่ประจำทาง รถบรรทุก และรถมินิบัส ซึ่งมีปริมาณควันดำโดยเฉลี่ยเกินมาตรฐานสูงมาก และในภาพรวมพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย ถึงแม้ว่ารถบางประเภทจะมีการปล่อยก๊าซเหล่านี้ลดลงบ้างเล็กน้อยก็ตาม

ตารางที่ 2.1-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO และก๊าซ HC จากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ใน
เขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2552

ประเภทรถ		พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552
รถยนต์เบนซิน ส่วนบุคคล ติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	0.26	0.20	0.19	0.45	0.34	0.14
	ก๊าซ HC (ppm)	103.00	94.00	99.00	128.00	18.00	28.00
รถยนต์เบนซิน ส่วนบุคคล ไม่ติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	4.48	4.36	4.17	3.94	3.01	4.75
	ก๊าซ HC (ppm)	830.00	642.00	606.00	576.00	451.00	332.00
รถยนต์เบนซินรับจ้าง ติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	0.35	1.02	1.29	1.07	1.26	0.78
	ก๊าซ HC (ppm)	196.00	482.00	543.00	557.00	278.00	258.00
รถยนต์เบนซินรับจ้าง ไม่ติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	2.60	2.61	-	-	-	-
	ก๊าซ HC (ppm)	900.00	1,025.00	-	-	-	-
รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	3.18	2.39	2.16	3.80	2.30	4.10
	ก๊าซ HC (ppm)	10,649.00	10,944	5,103.00	7,916.00	11,063.00	5,494.00
รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	2.14	1.38	0.96	1.54	0.47	1.20
	ก๊าซ HC (ppm)	898.00	685.00	369.00	632.00	99.00	348.00
รถยนต์ 4 ล้อเล็ก	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	4.89	5.36	4.50	4.15	3.90	2.64
	ก๊าซ HC (ppm)	1,113	922.00	2,637.00	1,068.00	944.00	1,683.00
รถสามล้อเครื่อง 2 จังหวะ	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	0.66	2.17	1.82	0.71	0.53	0.70
	ก๊าซ HC (ppm)	10,170.00	5,141.00	5,922.00	12,159.00	8,172.00	1,145.00

- หมายเหตุ : (1) รถยนต์เบนซินที่กำหนดให้ติดตั้ง Catalytic Converter (CC) (จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536) ค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 1.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน (ppm)
- (2) รถยนต์เบนซินที่มีได้กำหนดให้ติดตั้ง Catalytic Converter (CC) (จดทะเบียนก่อนวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536) ค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 600 ppm
- (3) รถจักรยานยนต์มีค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 10,000 ppm และมีควันขาวไม่เกินร้อยละ 30
- (4) รถยนต์ 4 ล้อเล็ก มีค่าปริมาณก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 600 ppm
- (5) รถสามล้อเครื่องมีค่าปริมาณก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร ก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 10,000 ppm และมีควันขาวไม่เกินร้อยละ 30

ที่มา : ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักงานจัดการคุณภาพทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

**ตารางที่ 2.1-2 ปริมาณควันดำจากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและ
ปริมณฑล ในช่วง ปี พ.ศ. 2547-2552**

ประเภทรถ	ปริมาณควันดำ (%)					
	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552
รถดีเซลปิกอัพ	43.77	55.11	56.73	60.35	53.13	48.17
รถตู้ดีเซล	57.16	64.93	58.36	69.56	57.21	-
รถโดยสารประจำทางระหว่างจังหวัด	50.39	58.40	48.81	50.60	54.73	39.34
รถโดยสารร่วมบริการ ข.ส.ม.ก.	-	50.00	46.50	48.00	46.00	42.30
รถโดยสารไม่ประจำทาง	45.76	44.08	50.48	49.99	52.36	58.30
รถบรรทุก	43.00	47.00	52.00	45.00	46.00	46.00
รถโดยสารประจำทาง ข.ส.ม.ก.	-	31.31	31.90	40.40	36.20	34.70
รถมินิบัส	54.13	50.09	62.31	56.75	57.51	54.48

หมายเหตุ: รถยนต์ดีเซลมีปริมาณควันดำไม่เกินร้อยละ 50 (เครื่องยนต์ไม่มีภาระ ระบบกระดาดากรอง)

ที่มา: ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

สำหรับการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) รวมถึงปริมาณควันดำจากยานพาหนะในต่างจังหวัดตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศในปี พ.ศ. 2552 ดังแสดงในตารางที่ 2.1-3 และตารางที่ 2.1-4 ตามลำดับ พบว่ามีแนวโน้มของปริมาณมลพิษสูงขึ้นเช่นกัน แต่ยังไม่เท่าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยจังหวัดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษทางอากาศสูงเกินมาตรฐานจะเป็นจังหวัดที่มีลักษณะเป็นชุมทางของแต่ละภาคที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น โดยเฉพาะรถโดยสารและรถบรรทุก ได้แก่ จังหวัดสระบุรี สงขลา นครราชสีมา ขอนแก่น สุราษฎร์ธานี และ พิษณุโลก เป็นต้น

ตารางที่ 2.1-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO และก๊าซ HC จากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภูมิภาคในปี พ.ศ. 2552

ประเภทรถ		เชียงใหม่	ลำพูน	พิษณุโลก	ขอนแก่น	นครราชสีมา	สระบุรี	ชลบุรี	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	ภูเก็ต
รถยนต์เบนซินส่วนบุคคลติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	0.02	0.05	0.0	0.08	0.19	0.05	0.01	0.01	0.07	0.13
	ก๊าซ HC (ppm)	11.00	58.00	3.0	9.00	63.00	53.00	2.00	0.0	19.00	53.00
รถยนต์เบนซินส่วนบุคคลไม่ติดตั้ง CC	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	5.42	3.80	3.06	2.75	2.41	2.78	2.46	2.72	2.00	-
	ก๊าซ HC (ppm)	295.00	515.0	322.00	543.00	786.00	642.0	245	386	512.00	-
รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	-	-	2.56	2.50	2.44	3.10	2.66	3.88	2.77	-
	ก๊าซ HC (ppm)	-	-	5,157.00	6,229.00	6,251.00	12,306	4,213	11,874	6,088.00	-
รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ	ก๊าซ CO (% โดยปริมาตร)	0.75	0.46	0.48	0.43	0.32	0.65	0.63	0.42	1.01	0.88
	ก๊าซ HC (ppm)	196.00	265.0	310.00	155.00	228.00	551.0	216	181	317.00	230.00

หมายเหตุ : (1) รถยนต์เบนซินที่กำหนดให้ติดตั้ง Catalytic Converter (CC) (จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536) ค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 1.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 200 ppm

(2) รถยนต์เบนซินที่มีได้กำหนดให้ติดตั้ง Catalytic Converter (CC) (จดทะเบียนก่อน วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536) ค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 600 ppm

(3) รถจักรยานยนต์มีค่ามาตรฐานก๊าซ CO ไม่เกินร้อยละ 4.5 โดยปริมาตร และก๊าซไฮโดรคาร์บอนไม่เกิน 10,000 ppm และมีควันขาวไม่เกินร้อยละ 30

ที่มา : ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 2.1-4 ปริมาณควันดำจากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภูมิภาคในปี พ.ศ. 2552

ประเภทรถ	ปริมาณควันดำ (%)									
	เชียงใหม่	ลำพูน	พิษณุโลก	ขอนแก่น	นครราชสีมา	สระบุรี	ชลบุรี	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	ภูเก็ต
รถดีเซลปิกอัพ	42.3	41.8	58.7	47.7	54.4	44.3	47.5	52.2	34.7	48.3
รถบรรทุก	35.6	36.3	50.1	40.0	44.8	37.4	48.9	51.7	47.0	37.0

หมายเหตุ : รถยนต์ดีเซลมีปริมาณควันดำไม่เกินร้อยละ 50 (เครื่องยนต์ไม่มีภาระ ระบบกระดาดทรง)

ที่มา : ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

การประเมินสัดส่วนแหล่งที่มาของมลพิษทางอากาศโดยแบบจำลองแหล่งรับ (Receptor Model) ได้ถูกนำมาใช้ในประเทศไทยเพื่อระบุแหล่งกำเนิดที่สำคัญของฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร ตามโครงการกลยุทธ์การควบคุมฝุ่นละอองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (กรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2540) เพื่อใช้ในการกำหนดมาตรการควบคุมฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาได้ระบุว่า ในปี พ.ศ. 2539 ยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของฝุ่นละอองในพื้นที่เมืองเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 60 โดยพื้นที่ริมถนนจะได้รับผลกระทบจากยานพาหนะมากกว่าพื้นที่ทั่วไป

2.1.2 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ

2.1.2.1 คุณภาพอากาศและสภาวะโลกร้อนอันเป็นผลของมลพิษจากยานพาหนะ

ปรากฏการณ์โลกร้อนหมายถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร ตั้งแต่ช่วงครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 20 และมีการคาดการณ์ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมานับถึงปี พ.ศ. 2548 อากาศใกล้ผิวดินทั่วโลกโดยเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้น 0.74 ± 0.18 องศาเซลเซียส ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ของสหประชาชาติ ได้สรุปไว้ว่า “จากการสังเกตการเพิ่มอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกที่เกิดขึ้นตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 (ประมาณตั้งแต่ปี พ.ศ. 2490) ก่อนข้างแน่ชัดว่าเกิดจากการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์ที่เป็นผลในรูปของปรากฏการณ์เรือนกระจก”⁵ สภาวะโลกร้อนจากก๊าซเรือนกระจก (Green House Gases : GHG) ที่เกิดจากภาคการขนส่ง ส่วนใหญ่เกิดจากก๊าซ CO₂ โดยภาคการขนส่งผลิตก๊าซ CO₂ ในสัดส่วนร้อยละ 13.1 ในขณะที่ภาคพลังงานผลิตร้อยละ 25.9 ภาคอุตสาหกรรมผลิตร้อยละ 19.4 ภาคป่าไม้ผลิตผลิตร้อยละ 17.4 ภาคเกษตรกรรมผลิตร้อยละ 12.6 ภาคการก่อสร้างผลิตร้อยละ 7.9 และภาคขยะและน้ำเสียผลิตร้อยละ 2.8⁶

ปริมาณก๊าซ CO₂ สุทธิที่ผลิตโดยมนุษย์ในแต่ละปีมีปริมาณ 11.744×10^9 ตัน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณก๊าซ CO₂ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณก๊าซ CO₂ ในปี ค.ศ. 2007 เท่ากับ 384 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เพิ่มขึ้นจาก 280 ppm ในปี ค.ศ. 1740 กล่าวคือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.7 นักวิทยาศาสตร์ของ NASA กล่าวว่า ปริมาณก๊าซที่ 384 ppm สูงกว่าจุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ จะต้องทำให้ลดลงถึง 350 ppm ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

นอกเหนือจากมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการขนส่งและจราจรที่ได้กล่าวถึง ยังมีสารมลพิษที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) รวมถึงปริมาณควันดำด้วย ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) ที่เกิดจากยานพาหนะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่าบริเวณที่เกิดฝุ่นละออง PM₁₀ มากจะเป็นพื้นที่บริเวณริมถนนที่มีขบวนรถสัญจรไปมา แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM₁₀ มีที่มาที่สำคัญจากขบวนรถที่สัญจรบนท้องถนนแล้วจึงแพร่กระจายไปยังพื้นที่ทั่วไป ค่าที่วัดได้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี ไม่เกิน 50 มคก./ลบ.ม.) ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีแนวโน้มลดลงขณะที่บริเวณพื้นที่ทั่วไปเคยมีแนวโน้มลดลง กลับมีค่าสูงขึ้นขยับเข้าใกล้ค่าเกณฑ์มาตรฐานสำหรับในต่างจังหวัดพบว่าที่จังหวัดสระบุรีมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน รองลงมาได้แก่ จังหวัด

⁵ http://th.wikipedia.org/wiki/Global_warming

⁶ ที่มา: Inter-government Panel on Climate Change, IPCC

ราชบุรี พระนครศรีอยุธยา ลำปาง เชียงใหม่ นครราชสีมา นครสวรรค์ และระยอง ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่มีผลกระทบกว้างขวางไปทั่วประเทศ และมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญคือยานพาหนะ ซึ่งการควบคุมในอดีตที่ผ่านมาทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังไม่เพียงพอ

โดยสรุปแล้ว ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขนส่งและจราจร ได้แก่ ปัญหาการเกิดภาวะโลกร้อน เนื่องจากการปล่อยสารที่เป็นก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซ CO₂ ที่มาจากท่อไอเสียรถทำให้ อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ทั้งนี้ การขนส่งของประเทศไทยในปัจจุบันพึ่งพาการขนส่งทางถนนเป็นหลัก ในปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 84 เมื่อเทียบกับทางน้ำร้อยละ 14 ทางรางซึ่งมีเพียงร้อยละ 2 และ ทางอากาศอีกร้อยละ 0.02 จากการศึกษาของ สศช. พบว่าถ้าใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลิตร ขนสินค้า ทางถนนเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตรจะชนได้เพียง 25 ตัน เทียบกับทางรางและทางน้ำซึ่งชนได้ถึง 85 ตัน และ 217 ตันตามลำดับ ดังนั้น การปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งทางถนนมาสู่ การขนส่งทางน้ำและทางรางจะส่งผลกระทบต่อลดปริมาณก๊าซ CO₂ จากท่อไอเสีย ได้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้แล้วการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะที่ประหยัดพลังงาน เทคโนโลยี พลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนก็จะมีส่วนช่วยลดปริมาณมลพิษและเพิ่มความเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อมจากการขนส่งและจราจรได้เช่นกัน

นอกจากมลพิษฝุ่นละอองแล้ว มลพิษอากาศอื่นๆ ก็มีค่าสูงเกินมาตรฐานเช่นเดียวกัน ยกเว้น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมีแหล่งที่มาที่สำคัญคือ การใช้เชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าและโรงงาน อุตสาหกรรม ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าระดับมลพิษทางอากาศบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร มีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ทั่วไปในทุกชนิดของมลพิษ (ตารางที่ 2.1-5 และตารางที่ 2.1-6) ยกเว้นก๊าซโอโซน ซึ่งไม่ได้ระบายออกจากแหล่งกำเนิดโดยตรง แต่เกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคัล ของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์กับก๊าซอื่นๆ จึงอาจกล่าวได้ว่า แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ที่สำคัญในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร มาจากยานพาหนะบนท้องถนนเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 2.1-5 คุณภาพอากาศบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2551

สารมลพิษทางอากาศ	ช่วงค่าที่วัดได้	เปอร์เซ็นต์ที่ 95	ค่ามาตรฐาน	จำนวนครั้งที่เกินมาตรฐาน/จำนวนครั้งที่ตรวจวัด (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	มาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี
TSP เฉลี่ย 24 ชม. (มก./ลบ.ม.)	0.03 – 0.86	0.28	0.33	25/695 (3.6)	0.14	0.1
PM ₁₀ เฉลี่ย 24 ชม. (มก./ลบ.ม.)	8.1 – 205.4	113.6	120	62/2,000 (4.1)	61.8	50
CO เฉลี่ย 1 ชม. (ppm)	0.0 – 16.4	3.5	30	0/64,716 (0)	1.4	-
CO เฉลี่ย 8 ชม. (ppm)	0.0 – 10.0	3.1	9	7/65,491 (0.01)	1.4	-
O ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 116	37.0	100	10/25,988 (0.04)	11	-
SO ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 45	12.0	300	0/25,566 (0)	5	40
SO ₂ เฉลี่ย 24 ชม. (ppb)	0 - 18	9.3	120	0/1,089 (0)	5	40
NO ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 177	70.0	170	1/26,169 (0.004)	34	-

ที่มา: รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ, พ.ศ. 2551

ตารางที่ 2.1-6 คุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2551

สารมลพิษทางอากาศ	ช่วงค่าที่วัดได้	เปอร์เซ็นต์ที่ 95	ค่ามาตรฐาน	จำนวนครั้งที่เกินมาตรฐาน/จำนวนครั้งที่ตรวจวัด (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	มาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี
TSP เฉลี่ย 24 ชม. (มก./ลบ.ม.)	0.01 – 0.33	0.17	0.33	0/541 (0)	0.06	0.1
PM ₁₀ เฉลี่ย 24 ชม. (มก./ลบ.ม.)	12.1 – 180.9	86.9	120	30/2,540 (1.2)	47.9	50
CO เฉลี่ย 1 ชม. (ppm)	0.0 – 6.8	1.7	30	0/80,728 (0)	0.7	-
CO เฉลี่ย 8 ชม. (ppm)	0.0 – 4.4	1.5	9	7/83,758 (0)	0.7	-
O ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 153	56.0	100	194/77,541 (0.3)	17	-
SO ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 53	10.0	300	0/80,981 (0)	4	40
SO ₂ เฉลี่ย 24 ชม. (ppb)	0 - 16	8.7	120	0/3,337 (0)	4	40
NO ₂ เฉลี่ย 1 ชม. (ppb)	0 - 152	52.0	170	1/81,534 (0)	23	-

ที่มา: รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ, พ.ศ. 2551

2.1.2.2 ข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะแต่ละประเภท

ข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะในแต่ละประเภทที่ได้มีการศึกษาและมีการแสดงเป็นข้อมูลอัตราการระบายมลพิษ (Emission Factor) ที่สำคัญมีดังนี้

(1) โครงการ The study to promote CDM Projects in Transport Sector in order to resolve Global Environment Problem

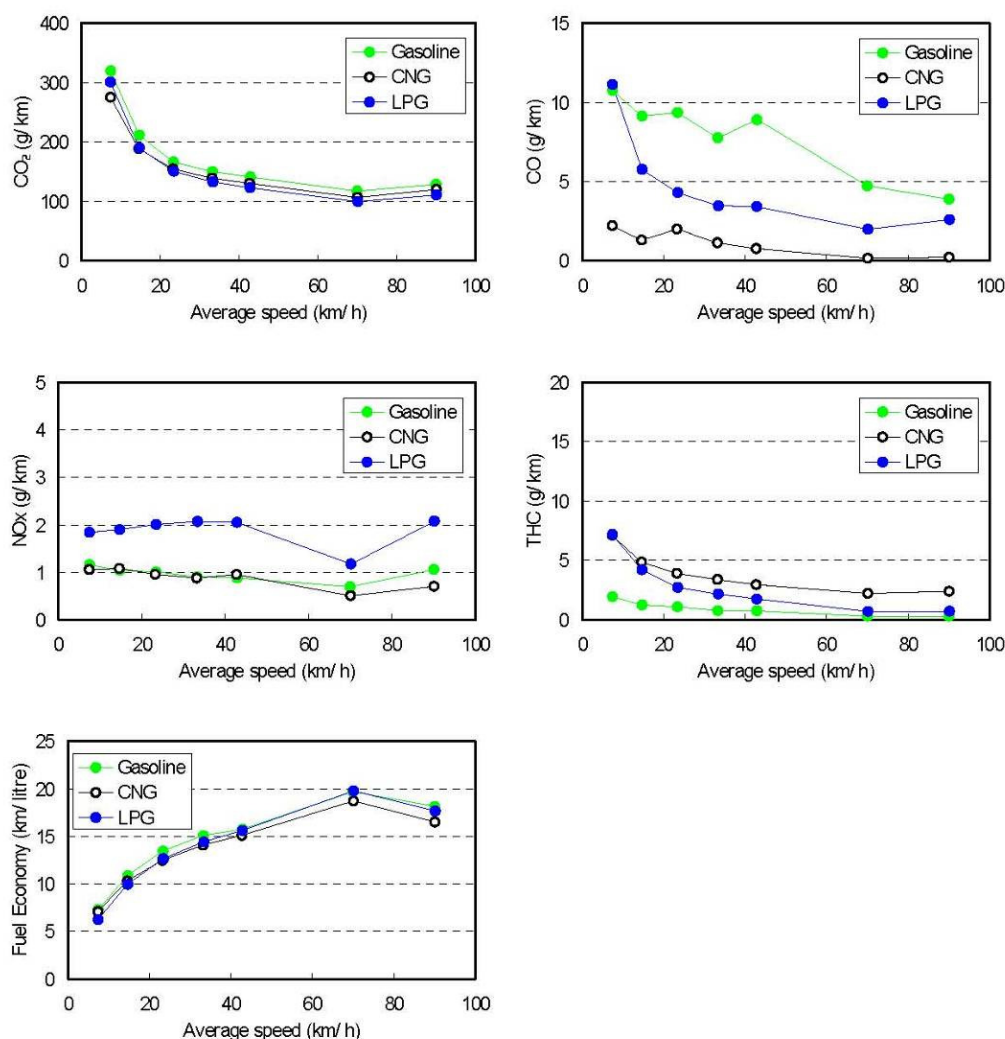
การศึกษาโครงการ มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำรูปแบบการขับขี่สำหรับกรุงเทพมหานคร สำหรับรถยนต์แต่ละประเภท รวมทั้งทำการทดสอบปริมาณการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ โดยใช้รูปแบบการขับขี่ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยในการศึกษาได้มีการทดสอบการปล่อยมลพิษออกจากแหล่งกำเนิด และเก็บรวบรวมข้อมูลรูปแบบการวิ่งของยานพาหนะ 3 ประเภท คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลประเภทรับจ้าง (รถแท็กซี่) จำนวน 3 คัน รถโดยสารประจำทางจำนวน 3 คัน รถบรรทุกดีเซลขนาดเล็กจำนวน 1 คัน ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดที่ยานพาหนะและให้มีการขับขี่จริงในถนน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อหารูปแบบการขับขี่ที่เกิดขึ้นจริง จากนั้น จึงนำผลข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนา และจัดทำรูปแบบของวัฏจักรการขับขี่ (Driving Cycle) สำหรับกรุงเทพมหานคร และสำหรับรถยนต์แต่ละประเภท

เมื่อได้รูปแบบของวัฏจักรการขับขี่ของกรุงเทพมหานคร (Bangkok Driving Cycle) ของรถทั้ง 3 ประเภทแล้ว จึงนำรูปแบบของวัฏจักรการขับขี่ของกรุงเทพมหานครดังกล่าวมาใช้ในการตรวจวัดอัตราการปล่อยมลพิษของยานพาหนะประเภทต่างๆ ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง รถบรรทุกดีเซลขนาดใหญ่ รถบรรทุกดีเซลขนาดเล็ก และรถโดยสารส่วนบุคคลที่มีอายุการใช้งานและเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน โดยประกอบด้วยประเภท และจำนวนรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบยานพาหนะของกรมควบคุมมลพิษ ดังนี้

- 1) รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) จำนวน 20 คัน และประเภทรับจ้าง (รถแท็กซี่) จำนวน 30 คัน
- 2) รถโดยสารประจำทาง (Bus) จำนวน 44 คัน
- 3) รถบรรทุกดีเซลขนาดใหญ่ (Heavy Duty Truck) จำนวน 4 คัน
- 4) รถบรรทุกดีเซลขนาดเล็ก (Light Duty Truck) จำนวน 30 คัน

ทั้งนี้ผลการทดสอบและวิเคราะห์จากการตรวจวัดปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยจากยานพาหนะประเภทต่างๆ สามารถสรุปผลในรูปตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) จากยานพาหนะทั้ง 4 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.1-2 ถึง รูปที่ 2.1-8

- Passenger car



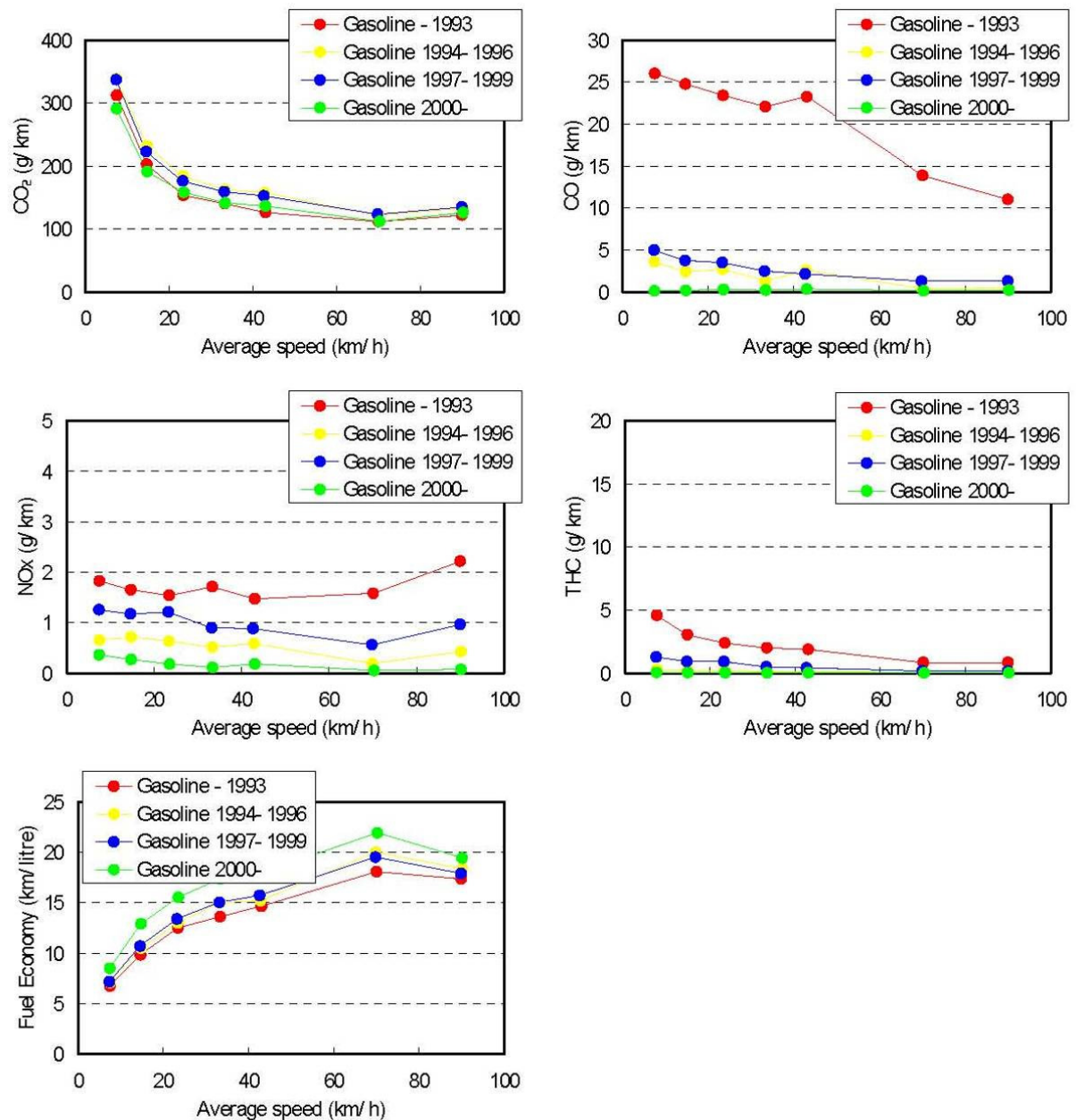
ที่มา: Summary of the CDM Study Report on F.Y. 2003 ซึ่งศึกษาโดย Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan
Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-2 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) โดยแบ่งตามประเภทของเชื้อเพลิง

จากการวิเคราะห์ รูปที่ 2.1-2 ซึ่งเปรียบเทียบค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) โดยแบ่งตามประเภทของเชื้อเพลิง พบว่า อัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ ของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซิน (Gasoline) CNG และ LPG ไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่อัตราการปล่อยก๊าซ CO สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน สูงกว่าเชื้อเพลิงอื่นๆ เฉลี่ยถึง 2.5 เท่า ส่วนอัตราการปล่อยก๊าซ NO_x สำหรับเครื่องยนต์ LPG มีอัตราสูงกว่าเชื้อเพลิงอื่นๆ เฉลี่ย 2 เท่า เนื่องจากก๊าซ LPG มีสัดส่วนไนโตรเจนสูงกว่า เชื้อเพลิงชนิดอื่น และในส่วนของอัตราการปล่อยไฮโดรคาร์บอนโดยรวม (Total Hydrocarbon: THC) พบว่า ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) มีอัตราสูงกว่าเบนซินประมาณ 2 เท่าเช่นกัน

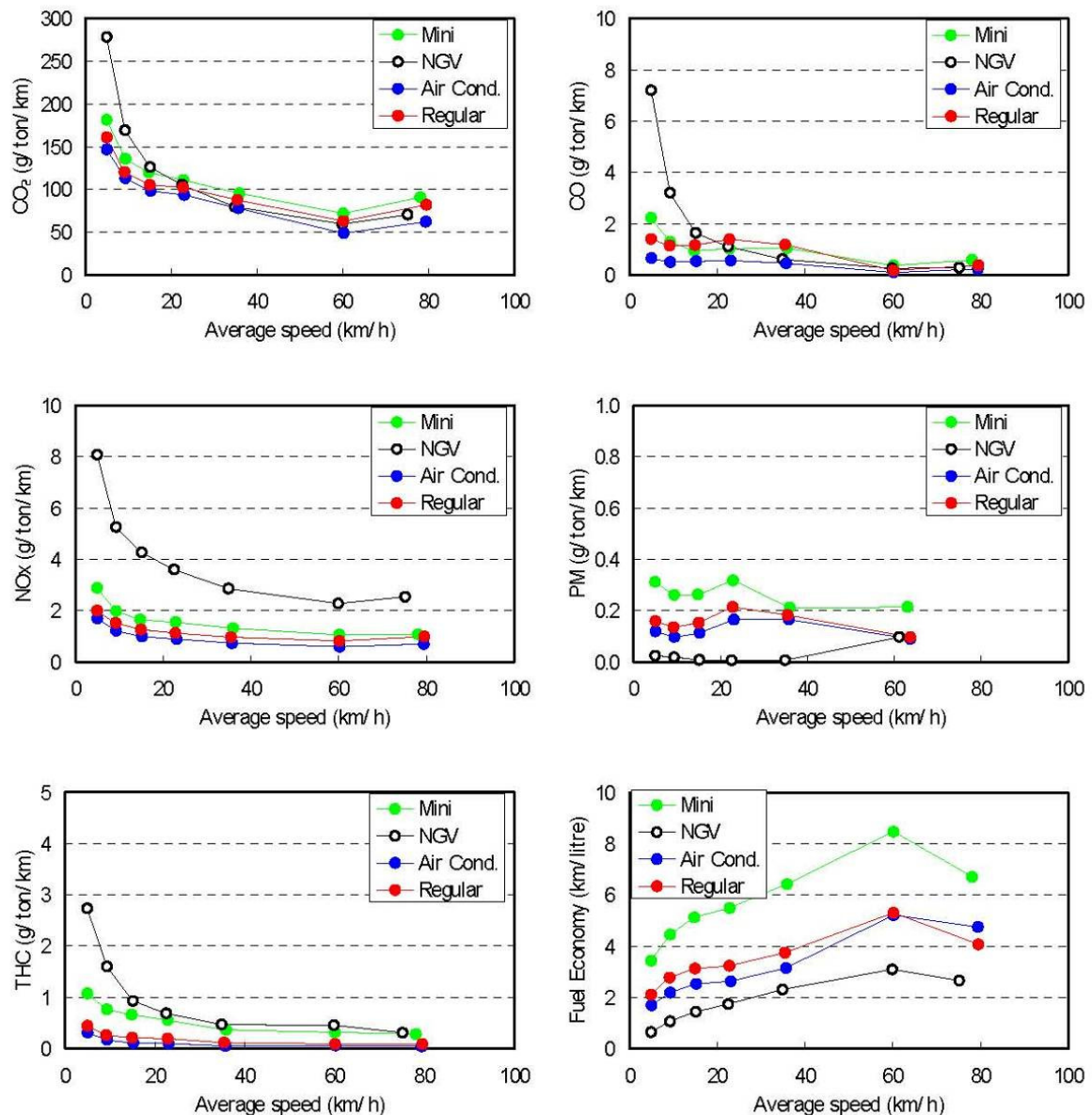
ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อเพลิงแต่ละประเภท มีจุดเด่นและจุดด้อยในด้านอัตราการปล่อยมลพิษแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและวิธีการผลิตเชื้อเพลิง ซึ่งจะแตกต่างจากความเชื่อโดยทั่วไปว่ารถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) เป็นเชื้อเพลิงจะปล่อยมลพิษน้อยกว่าเครื่องยนต์ประเภทอื่นๆ

ส่วนผลการวิเคราะห์ผลดังแสดงใน รูปที่ 2.1-3 ที่แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) โดยแบ่งตามอายุของเครื่องยนต์ จะพบว่า อายุของเครื่องยนต์มีผลอย่างมากต่อปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปล่อย ก๊าซ CO NO_x และ THC สำหรับเครื่องยนต์ที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปีขึ้นไป จะปล่อยมลพิษสูงกว่าเครื่องยนต์ที่อายุน้อยกว่าถึง 5 เท่า ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอายุสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในท้องถนนจะเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณการปล่อยมลพิษในภาพรวม



ที่มา: Summary of the CDM Study Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

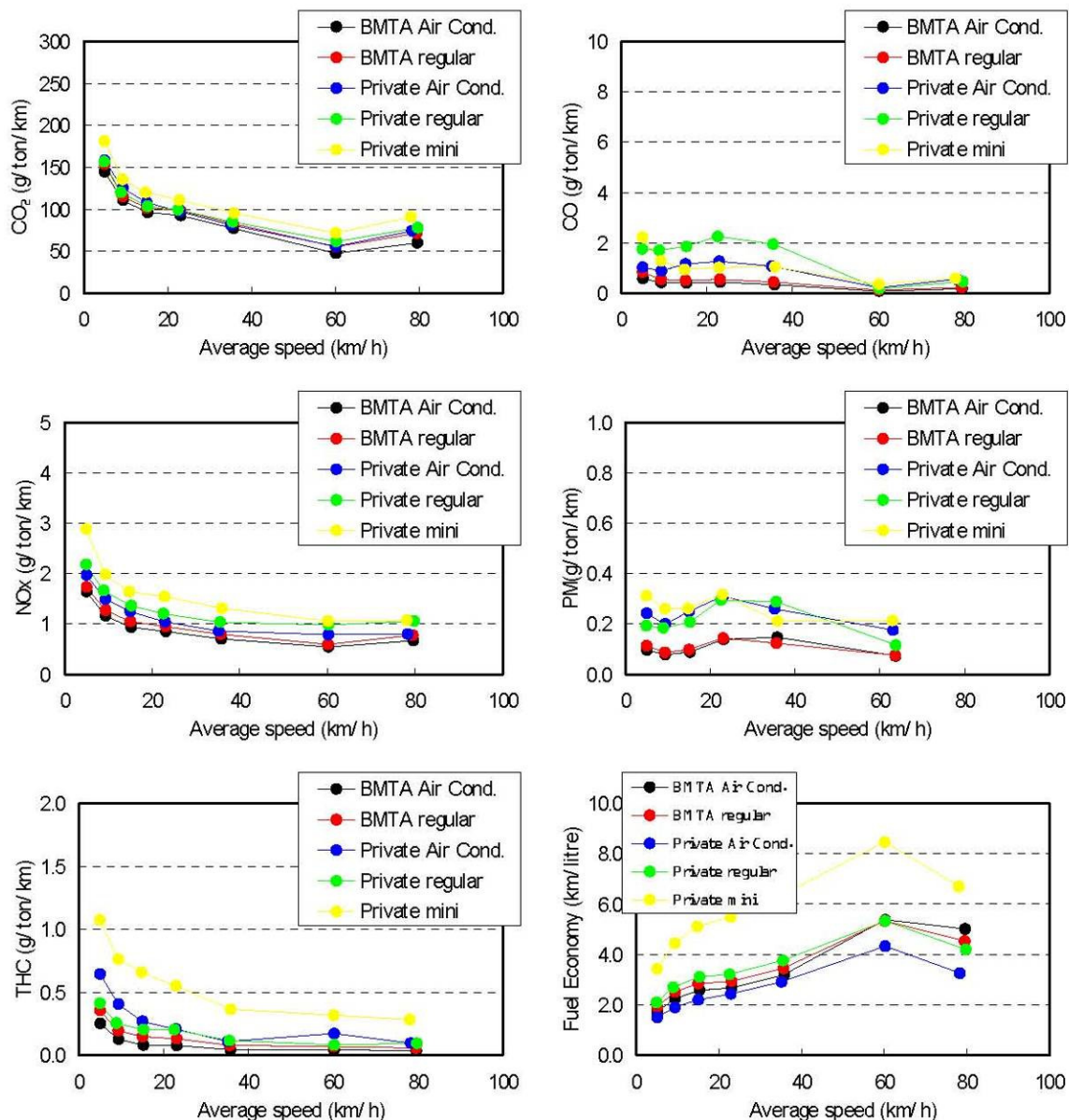
รูปที่ 2.1-3 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car) โดยแบ่งตามอายุของเครื่องยนต์



ที่มา: Summary of the CDM Study Report , Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-4 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามประเภทของรถโดยสาร

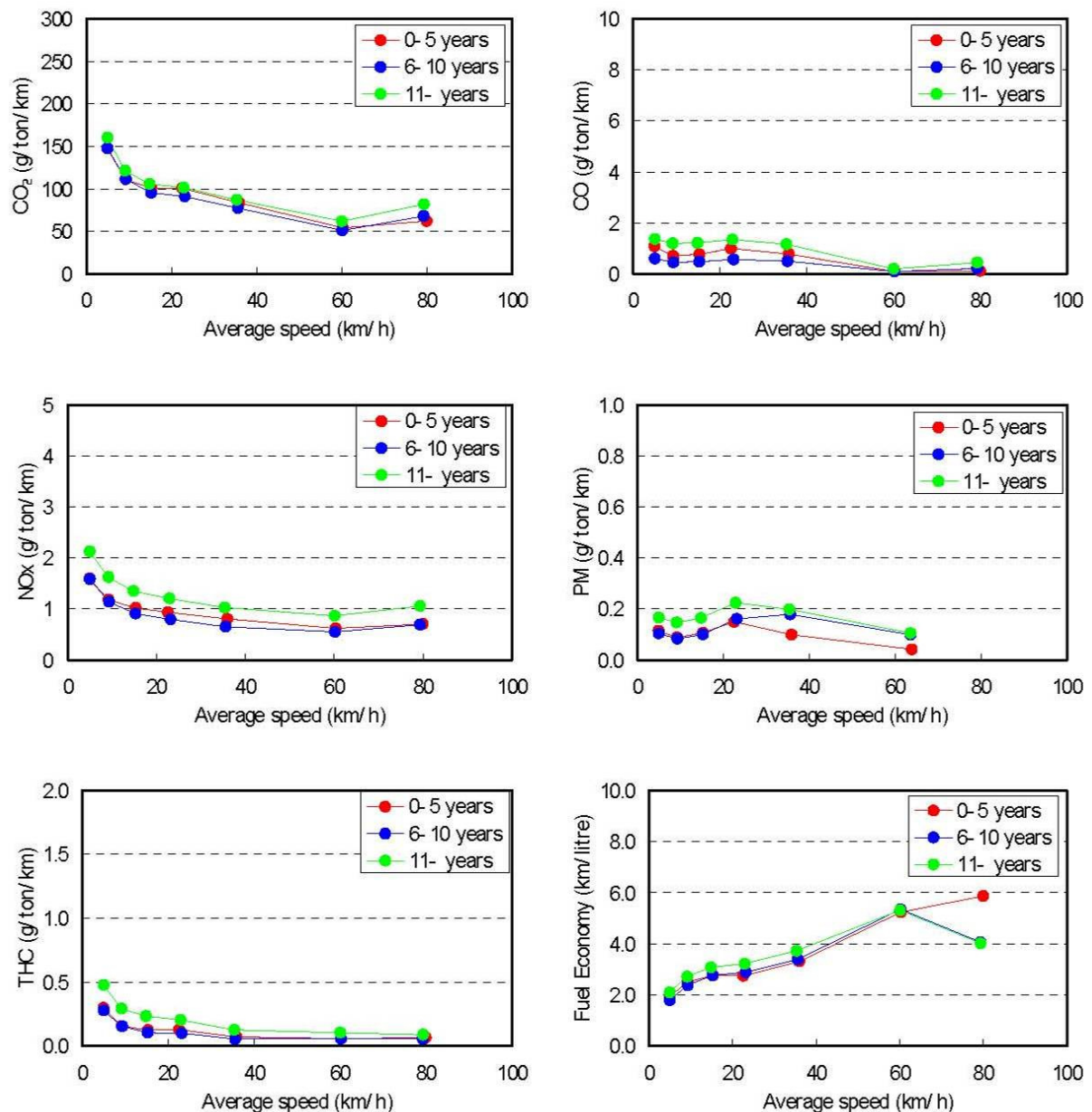
จากการวิเคราะห์ รูปที่ 2.1-4 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามประเภทของรถโดยสาร พบว่า รถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) เป็นเชื้อเพลิง ปล่อยมลพิษเกือบทุกประเภท (CO₂ CO NO_x และ THC) สูงกว่ารถโดยสารประเภทอื่นที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งตรงข้ามกับแนวคิดโดยทั่วไปที่ว่าเครื่องยนต์ CNG จะปล่อยมลพิษน้อยกว่าเครื่องยนต์ชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบของก๊าซ CNG ที่ใช้ในประเทศไทยมีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าในเชื้อเพลิงที่ใช้ในประเทศ



ที่มา: Summary of the CDM Study Report ,Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-5 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามประเภทของผู้บริหารระบบรถโดยสารประจำทาง

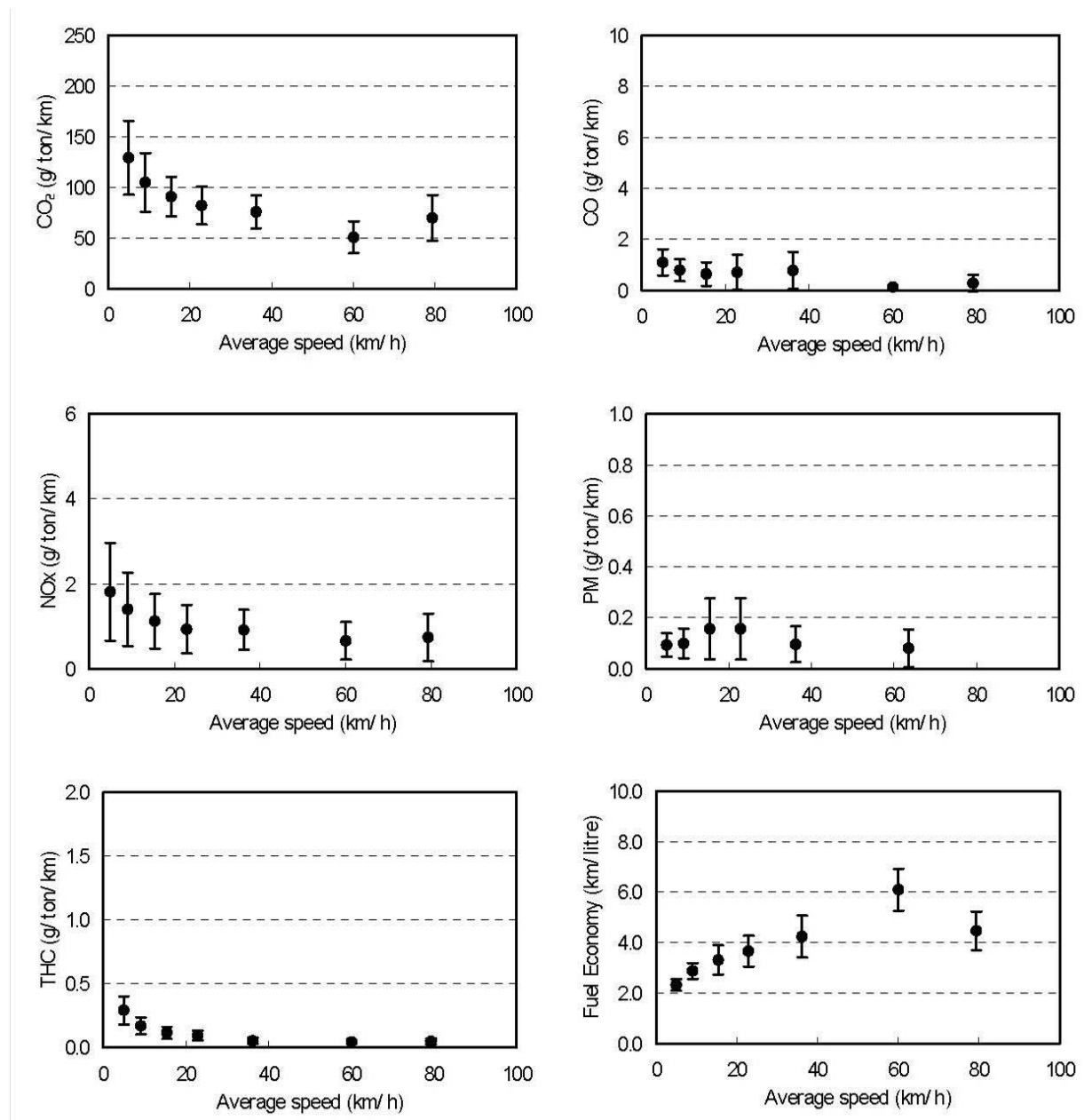
จากการวิเคราะห์ รูปที่ 2.1-5 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามประเภทของผู้บริหารระบบรถโดยสารประจำทาง พบว่า โดยส่วนใหญ่รถโดยสารประจำทางประเภทร่วมบริการจะมีปริมาณการปล่อยมลพิษสูงกว่ารถโดยสารประจำทางของ ข.ส.ม.ก. ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ของ ข.ส.ม.ก. ในภาพรวม มีคุณภาพดีกว่าของเอกชน



ที่มา: Summary of the CDM Study Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-6 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามอายุเครื่องยนต์

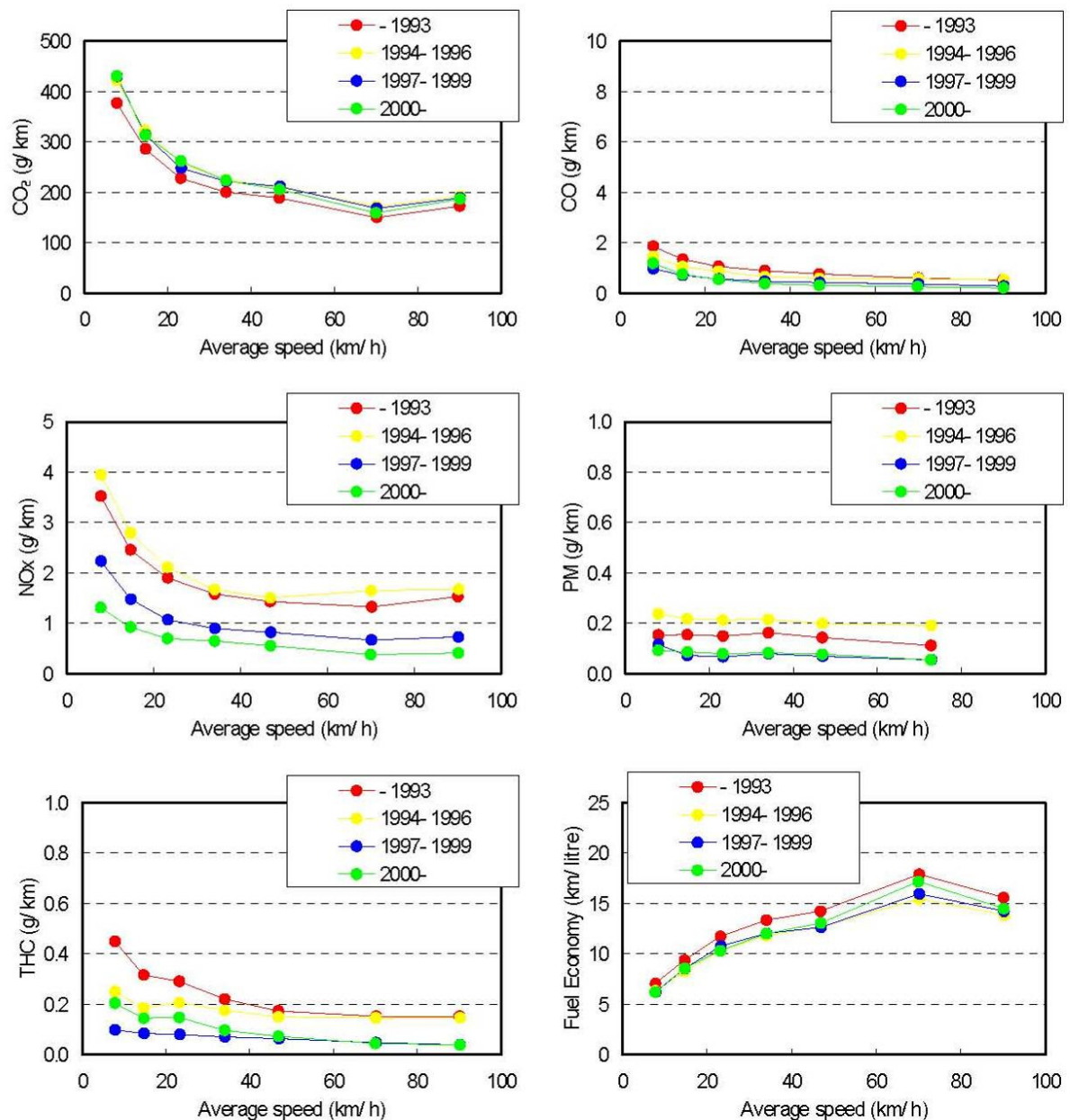
จากการวิเคราะห์ รูปที่ 2.1-6 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทาง (Buses) แบ่งตามอายุเครื่องยนต์ แสดงให้เห็นว่ารถโดยสารที่มีอายุเฉลี่ย 11 ปีขึ้นไป ปล่อยมลพิษทางอากาศสูงกว่ารถโดยสารที่มีอายุน้อยกว่า อย่างไรก็ตามค่าความแตกต่างนี้อยู่ในระดับ 20-30 % ซึ่งน้อยกว่าที่พบในรถยนต์ส่วนบุคคลมาก



ที่มา: Summary of the CDM Study Report , Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-7 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดใหญ่

จากการวิเคราะห์ รูปที่ 2.1-7 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดใหญ่ พบว่า อัตราการปล่อยมลพิษของรถบรรทุกดีเซลขนาดใหญ่ อยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างจากรถโดยสารประจำทางมากนัก เนื่องจากใช้เครื่องยนต์ประเภทเดียวกัน อย่างไรก็ตามค่าปริมาณการปล่อยมลพิษจะขึ้นกับน้ำหนักบรรทุกรวมของรถด้วย ดังนั้น มาตรการกำหนดน้ำหนักบรรทุกรวมของรถบรรทุกจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณการปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้น



ที่มา: Summary of the CDM Study Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan Transport Cooperation Association, November 2004

รูปที่ 2.1-8 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดเล็ก โดยแบ่งตามอายุเครื่องยนต์

จากการวิเคราะห์รูปที่ 2.1-8 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดเล็ก โดยแบ่งตามอายุเครื่องยนต์ พบว่าอายุของเครื่องยนต์เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยมลพิษอย่างมาก โดยเฉพาะ NO_x ซึ่งพบว่ารถบรรทุกเล็กที่มีอายุ 7 ปีขึ้นไป จะปล่อยมลพิษสูงกว่ารถใหม่ถึงกว่า 3 เท่า

(2) รายงานผลการศึกษาโครงการ **Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land-transport (DIESEL) Bangkok, Thailand**

โครงการนี้จัดทำโดย Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), March 2008. ในโครงการได้มีการประเมินอัตราการปล่อยมลพิษของยานพาหนะดีเซลแต่ละประเภทจากรถยนต์ดีเซลเล็กจำนวน 50 คัน และรถยนต์ดีเซลใหญ่จำนวน 110 คัน โดยแบ่งตามอายุการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 2.1-7 และได้มีการแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษของรถแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.1-8 ดังนี้

ตารางที่ 2.1-7 แสดงจำนวนและชนิดของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่นำมาทดสอบในโครงการ DIESEL

Age	Pick-ups	Vans	Total
<1994	Toyota 2	Toyota 3	10
	Isuzu 2	Isuzu 2	
	Other 1		
1994-1997	Toyota 3	Toyota 3	15
	Isuzu 3	Isuzu 2	
	Mitsubishi 2		
	Nissan 2		
	Toyota 3	Toyota 3	
1998-1999	Isuzu 3	Isuzu 2	15
	Mitsubishi 2		
	Nissan 2		
	Toyota 2	Toyota 3	
	Isuzu 1	Isuzu 2	
>2000	Mitsubishi 1		10
	Nissan 1		
Total	30	20	50

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.

ตารางที่ 2.1-8 แสดงจำนวนและประเภทของรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่นำมาทดสอบใน
โครงการ DIESEL

Age	Medium Trucks	Heavy Trucks	Medium Bus	Heavy Bus (BMTA+Other)	Total
<1995	Isuzu 3	Isuzu 3	Purple bus 3	Mercedes 2+0	42
	Toyota 2	Hino 3	Green bus 3	Hino 2+2	
	Mitsubishi 1	Mitsubishi 2	Other 2	Isuzu 2+3	
	Nissan 1	Nissan 1			
	Other 1	Other 2			
1995-1998	Isuzu 4	Isuzu 3	Purple 2	Hino 2+2	36
	Toyota 3	Hino 2	Other 2	Isuzu 2+2	
	Mitsubishi 1	Mitsubishi 2		Other 2+2	
	Nissan 1	Nissan 1			
	Other 1	Other 2			
1999-2000	Isuzu 2	Isuzu 1		Mercedes 1+0	17
	Toyota 2	Hino 1		Hino 1+1	
	Mitsubishi 1	Mitsubishi 1		Isuzu 1+1	
	Nissan 1	Nissan 1		Other 0+1	
		Other 1			
>2001	Isuzu 2	Isuzu 1		Hino 1+1	16
	Toyota 2	Hino 1		Isuzu 1+1	
	Mitsubishi 1	Mitsubishi 1		Other 1+0	
	Nissan 1	Nissan 1			
Total	30	30	12	38	110

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

ตารางที่ 2.1-7 และ ตารางที่ 2.1-8 แสดงถึงประเภทและจำนวนของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่นำมาทดสอบ จะเห็นว่าการทดสอบนี้ให้ความสำคัญกับรถโดยสารขนาดใหญ่ (38 ตัวอย่าง) มากกว่ารถยนต์ดีเซลประเภทอื่นๆ (เฉลี่ย 30 ตัวอย่าง) เนื่องจากข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษจากรถโดยสารยังมีไม่มาก อีกทั้งเป็นที่กล่าวกันโดยทั่วไปว่ารถโดยสารประจำทางเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 2.1-9 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กแบ่งตามอายุของเครื่องยนต์จะพบว่า อายุของเครื่องยนต์ มีผลอย่างมากต่อปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปล่อย ก๊าซ NO_x สำหรับเครื่องยนต์ที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปีขึ้นไป จะปล่อยมลพิษสูงกว่าเครื่องยนต์ที่อายุน้อยกว่าถึง 3 เท่า

ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอายุสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในท้องถนน จะเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณการปล่อยมลพิษในภาพรวม

ตารางที่ 2.1-9 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

Pre-1994			Light Duty Vehicles								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	2.56	-0.69	0.52	0.32	0.25	0.20	0.17	0.15	0.15	0.16	0.17
CO	6.10	-0.51	1.88	1.32	1.07	0.92	0.82	0.75	0.75	0.79	0.84
NO _x	6.55	-0.34	2.97	2.34	2.03	1.84	1.71	1.60	1.60	1.68	1.79
CO ₂	1,002.70	-0.38	415	318	272	244	244	209	209	216	234
PM	346.59	-0.21	216	188	173	163	155	150	150	154	160
1994-1996			Light Duty Vehicles								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	1.27	-0.55	0.36	0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.13	0.14	0.15
CO	4.47	-0.47	1.51	1.09	0.90	0.78	0.71	0.65	0.65	0.68	0.72
NO _x	7.90	-0.37	3.37	2.60	2.24	2.01	1.85	1.73	1.73	1.82	1.94
CO ₂	906.60	-0.35	410	322	280	254	235	221	221	232	247
PM	145.54	0.02	153	156	157	158	159	159	159	164	170
1997-1999			Light Duty Vehicles								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	1.52	-0.66	0.34	0.21	0.16	0.14	0.12	0.10	0.10	0.11	0.12
CO	10.59	-0.76	1.83	1.08	0.79	0.63	0.53	0.46	0.46	0.49	0.52
NO _x	6.59	-0.36	2.87	2.23	1.93	1.74	1.60	1.50	1.50	1.57	1.68
CO ₂	988.91	-0.35	438	342	297	268	247	232	232	244	260
PM	182.98	-0.03	170	166	164	163	161	160	160	165	172
2000 & Later			Light Duty Vehicles								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	0.83	-0.49	0.27	0.19	0.16	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12
CO	3.46	-0.31	1.7	1.37	1.21	1.11	1.03	0.98	0.98	1.03	1.09
NO _x	3.28	-0.35	1.45	1.14	0.98	0.83	0.82	0.77	0.77	0.81	0.86
CO ₂	834.7	-0.30	421	342	303	278	261	247	247	259	276
PM	116.77	0.07	138	145	150	153	156	158	158	162	169

หมายเหตุ: หน่วยการระบายฝุ่นละอองเป็น มิลลิกรัม/กิโลเมตร มลพิษอื่นมีหน่วยการระบายมลพิษเป็น กรัม/กิโลเมตร

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

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 2.1-10 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทางแบ่งตามอายุของเครื่องยนต์จะพบว่า อายุของเครื่องยนต์ไม่มีผลที่ชัดเจนต่อปริมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งผลที่ได้เช่นนี้อาจสืบเนื่องมาจากสภาพการดูแลรักษาเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันของรถโดยสารแต่ละคันที่นำมาทดสอบ

ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมการบำรุงรักษารถโดยสารเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณการปล่อยมลพิษในภาพรวม

จากการวิเคราะห์ผลในตารางที่ 2.1-11 ซึ่งแสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดใหญ่แบ่งตามอายุของเครื่องยนต์จะพบว่า อายุของเครื่องยนต์มีผลอย่างมากต่อปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปล่อย ก๊าซ CO และ CO₂ สำหรับเครื่องยนต์ที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปีขึ้นไปจะปล่อยมลพิษสูงกว่าเครื่องยนต์ที่อายุน้อยกว่า ถึง 3 เท่า

ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอายุสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ในท้องถนนจะเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณการปล่อยมลพิษในภาพรวม

ตารางที่ 2.1-10 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่

Pre-1995			Heavy Duty Bus								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	16.53	-0.85	2.35	1.31	0.53	0.73	0.60	0.52	0.52	0.54	0.58
CO	42.97	-0.63	10.17	6.59	5.11	4.27	3.71	3.31	3.31	3.48	3.71
NO _x	101.87	-0.71	19.68	12.00	8.58	7.31	6.24	5.48	5.48	5.75	6.13
CO ₂	5,451.70	-0.62	1,299	843	655	547	476	425	425	446	476
PM	3,760.80	-0.45	1,319	962	800	702	634	584	584	613	654
1995-1997			Heavy Duty Bus								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	9.45	-0.72	1.81	1.10	0.82	0.67	0.57	0.50	0.50	0.53	0.56
CO	22.92	-0.12	17.40	16.02	15.26	14.74	14.36	14.05	14.05	14.75	15.73
NO _x	127.57	-0.75	22.45	13.30	9.80	7.89	6.66	5.81	5.81	6.10	6.50
CO ₂	3,296.20	-0.40	1,318	1,000	851	759	694	646	646	678	723
PM	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 Bus								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	6.56	-0.89	0.85	0.46	0.32	0.25	0.20	0.17	0.17	0.18	0.19
CO	31.64	-0.24	18.21	15.42	13.99	13.06	12.38	11.85	11.85	12.44	13.27
NO _x	101.87	-0.71	19.68	12.00	8.98	7.31	6.24	5.48	5.48	5.75	6.13
CO ₂	7,662.20	-0.63	1,789	1,155	834	745	647	577	577	606	646
PM	2,235.80	-0.43	835	621	522	435	420	388	388	401	435
2001 & Later			Heavy Duty Bus								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	11.46	-0.80	1.83	1.05	0.76	0.61	0.51	0.44	0.44	0.46	0.49
CO	37.66	-0.77	6.36	3.72	2.72	2.18	1.83	1.59	1.59	1.67	1.78
NO _x	43.77	-0.51	13.50	9.47	7.70	6.65	5.93	5.40	5.40	5.67	6.05
CO ₂	4,731.10	-0.51	1,475	1,038	846	731	653	595	595	625	667
PM	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.

ตารางที่ 2.1-11 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดใหญ่

Pre-1995			Heavy Duty Truck								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	6.60	-0.66	1.46	0.93	0.71	0.59	0.51	0.45	0.45	0.47	0.51
CO	28.78	-0.34	13.12	10.35	9.02	8.17	7.57	7.12	7.12	7.47	7.97
NO _x	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO ₂	2,526.80	-0.34	1,164	921	804	729	677	636	636	668	713
PM	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 Truck								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	5.09	-0.49	1.65	1.18	0.96	0.84	0.75	0.69	0.69	0.72	0.77
CO	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NO _x	34.83	-0.39	14.24	10.88	9.30	8.31	7.62	7.10	7.10	7.46	7.95
CO ₂	2,227.80	-0.27	1,186	981	878	811	763	726	726	762	813
PM	1,135.00	-0.08	934	880	851	830	815	802	802	842	898
1998-2000			Heavy Duty Truck								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	7.01	-0.58	1.83	1.22	0.97	0.82	0.72	0.65	0.65	0.68	0.72
CO	8.31	-0.29	4.24	3.46	3.08	2.83	2.65	2.51	2.51	2.64	2.81
NO _x	50.32	-0.53	15.02	10.44	8.44	7.26	6.45	5.86	5.86	6.16	6.57
CO ₂	2,886.30	-0.31	14.01	1,127	993	907	846	799	799	839	894
PM	3,796.10	-0.47	1,283	926	765	668	601	552	552	579	618
2001 & Later			Heavy Duty Truck								
			Average Traffic Speed V (km/h)								
Pollutant	Formula (EF=aV ^b)		10	20	30	40	50	60	70	80	90
	a	b									
HC	3.29	-0.60	0.83	0.55	0.43	0.36	0.32	0.29	0.29	0.30	0.32
CO	20.58	-0.58	5.40	3.61	2.85	2.41	2.12	1.90	1.90	2.00	2.13
NO _x	58.21	-0.59	15.07	10.03	7.91	6.68	5.86	5.26	5.26	5.53	5.89
CO ₂	4,655.50	-0.51	1,438	1,010	821	709	633	577	577	606	646
PM	597.53	-0.13	448	410	390	376	366	358	358	375	400

หมายเหตุ: หน่วยการระบายฝุ่นละอองเป็น มิลลิกรัม/กิโลเมตร มลพิษอื่นมีหน่วยการ ระบายมลพิษเป็น กรัม/กิโลเมตร

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

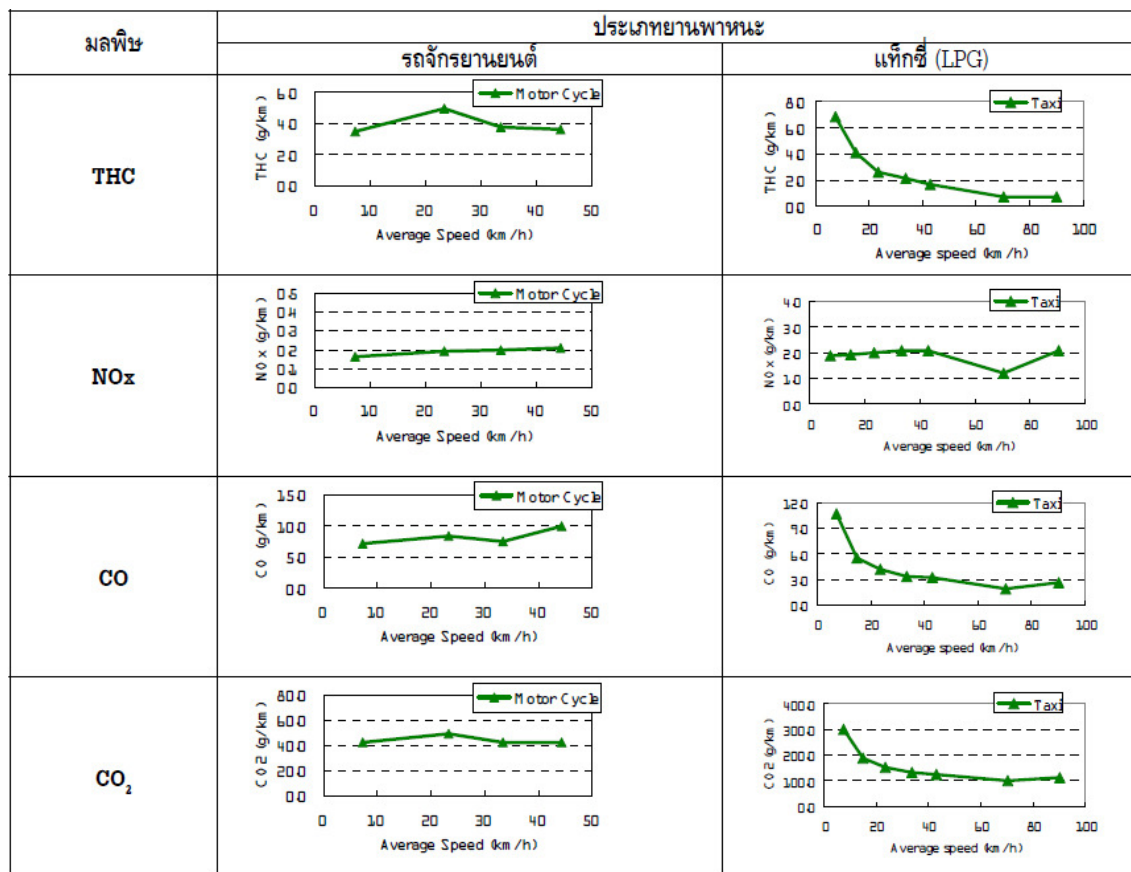
(3) โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและการขนส่ง ระยะที่ 2

จากรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและการขนส่ง ระยะที่ 2 ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.), 2552 ที่แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์ และรถแท็กซี่ (LPG) ดังแสดงในตารางที่ 2.1-12 และรูปที่ 2.1-9 ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1-12 แสดงค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์และรถแท็กซี่ (LPG)

ประเภท	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	THC (กรัม/กม.)	NO _x (กรัม/กม.)	CO (กรัม/กม.)	CO ₂ (กรัม/กม.)	PM (กรัม/กม.)
รถจักรยานยนต์	7.3	4.89	0.160	7.237	43.0	-
	23.3	4.937	0.195	8.354	49.3	-
	33.5	3.751	0.201	7.468	42.2	-
	44.4	3.597	0.208	9.895	42.3	-
แท็กซี่ (LPG)	7.4	6.856	1.877	10.681	298.9	-
	14.7	4.042	1.902	5.577	189.8	-
	23.4	2.612	2.007	4.203	151.0	-
	33.4	2.079	2.087	3.336	133.5	-
	42.9	1.679	2.074	3.279	123.6	-
	70.4	0.680	1.209	1.894	100.3	-
	90.2	0.728	2.078	2.601	110.9	-

ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและการขนส่ง (ระยะที่ 2) , สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.), 2552



ที่มา: รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่ง (ระยะที่ 2) ,สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.), 2552

รูปที่ 2.1-9 ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์และรถแท็กซี่ (LPG)

จากการวิเคราะห์ ค่าตัวคูณอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของรถจักรยานยนต์ และรถแท็กซี่ (LPG) ดังแสดงในตารางที่ 2.1-12 และ รูปที่ 2.1-9 แสดงให้เห็นว่า อัตราการปล่อยมลพิษของรถแท็กซี่ (LPG) สูงกว่าของรถจักรยานยนต์อย่างมาก เนื่องจากขนาดของเครื่องยนต์แตกต่างกัน อีกทั้งประเภทของเชื้อเพลิงของรถแท็กซี่ที่นำมาทดสอบเป็นเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ซึ่งมีส่วนประกอบของไนโตรเจนอยู่สูง ทำให้รถแท็กซี่ปล่อย NO_x สูงกว่ารถจักรยานยนต์กว่า 10 เท่า

ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์ฐานข้อมูลปัจจุบันดังที่ได้นำเสนอบางส่วนข้างต้นจะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในคัดเลือกและสุ่มตัวแทนยานพาหนะแต่ละประเภท และใช้เพื่อการพัฒนาแบบจำลองการปล่อยมลพิษของยานพาหนะที่จะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

2.1.2.3 มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะ

มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- (1) **มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่** แบ่งออกเป็นมาตรฐานสำหรับรถยนต์เบนซิน รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง และรถจักรยานยนต์ ดังนี้
- 1) มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ สำหรับรถยนต์เบนซินในปัจจุบัน ได้มีการใช้มาตรฐานระดับที่ 7 ตามมาตรฐาน มอก. 2160-2546 ซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน DRT1999/ 102/EC(A) หรือมาตรฐาน EURO 3 ในขณะนี้ได้มีการพิจารณาร่างมาตรฐานระดับที่ 8 โดยอ้างอิงมาตรฐาน DRT 1999/102/EC(B) หรือ EURO 4 คาดว่าจะประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2555
 - 2) มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ สำหรับรถยนต์ดีเซลขนาดเล็กในปัจจุบันได้มีการใช้มาตรฐานระดับที่ 6 ตามมาตรฐาน มอก. 2155-2546 ซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน DRT 1999/102/EC(A) หรือมาตรฐาน EURO 3 ในขณะนี้ได้มีการพิจารณาร่างมาตรฐานระดับที่ 7 โดยอ้างอิง มาตรฐาน DRT 1999/102/EC(B) หรือ EURO 4 คาดว่าจะประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2555
 - 3) มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ สำหรับรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ปัจจุบันได้มีการใช้มาตรฐานระดับที่ 4 ตามมาตรฐาน มอก. 2315-2551 ซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน DRT 1999/96/EC(A) หรือมาตรฐาน EURO 3 โดยบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 ในขณะนี้ได้มีการพิจารณาร่างมาตรฐานระดับที่ 5 โดยอ้างอิง มาตรฐาน DRT 1999/96/EC(B1) หรือ EURO 4
 - 4) รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ปัจจุบันได้มีการกำหนดให้ใช้มาตรฐานระดับ 1 ตาม มอก. 2320-2552 ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐาน Directive 1999/96/EC (A) หรือมาตรฐาน EURO 3 ซึ่งได้มีการบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2553
 - 5) มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์ ปัจจุบันได้มีการใช้มาตรฐานระดับที่ 6 ตามมาตรฐาน มอก. 2350-2551 ซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน 97/24/EC(B) โดยมีการแบ่งรถจักรยานยนต์เป็น 2 ขนาดคือขนาดน้อยกว่า 150 cc และขนาดเท่ากับหรือมากกว่า 150 cc ขึ้นไป โดยมีการทดสอบได้ 2 ลักษณะ ทั้งประเภทที่มีการใช้วัฏจักรการขับขี่ และการทดสอบโดยใช้เครื่องยนต์เดินเบา มีการบังคับใช้มาตรฐานนี้ตั้งแต่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2552
- (2) **มาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใช้งาน** ในการกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษจากยานพาหนะใช้งาน ได้มีการแบ่งมาตรฐานตามประเภทของยานพาหนะ ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1-13 ดังนี้

ตารางที่ 2.1-13 มาตรฐานการระบายมลพิษสำหรับรถใช้งานทุกประเภท

มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถใช้งาน				
ประเภทรถ	มลพิษ	ค่ามาตรฐาน	เครื่องมือการตรวจวัด	วิธีการตรวจวัด
รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด (รถยนต์ดีเซล)	ควันดำ	50%	ระบบกระดาดากรอง	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ โดยเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุด
		45%	ระบบวัดความทึบแสง	คันเร่ง
		40%	ระบบกระดาดากรอง	ตรวจวัดขณะรถยนต์มีภาระและอยู่บน
	ระดับเสียง	35%	ระบบวัดความทึบแสง	เครื่องทดสอบ
		100 dB(A)	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC	เร่งเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูงสุด
รถยนต์เบนซิน				
- จดทะเบียนก่อน 1 พ.ย. 2536	CO	4.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	600 ppm		เครื่องยนต์เดินเบา
- จดทะเบียนตั้งแต่ 1 พ.ย. 2536	CO	1.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	200 ppm		เครื่องยนต์เดินเบา
- จดทะเบียนตั้งแต่ 1 ม.ค. 2550	CO	0.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	100 ppm		เครื่องยนต์เดินเบา
- รถยนต์เบนซินทุกประเภท	ระดับเสียง	100 dB(A)	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC	เร่งเครื่องยนต์ 3/4 ความเร็วรอบสูงสุด
รถจักรยานยนต์				
- จดทะเบียนก่อน 1 ก.ค. 2549	CO	4.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	10,000 ppm	NDIR	เครื่องยนต์เดินเบา
- จดทะเบียนตั้งแต่ 1 ก.ค. 2549	CO	3.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	2,000 ppm	NDIR	เครื่องยนต์เดินเบา
- จดทะเบียนตั้งแต่ 1 ม.ค. 2552	CO	2.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	1,000 ppm	NDIR	เครื่องยนต์เดินเบา
- รถจักรยานยนต์ทุกประเภท	ควันขาว	30%	ระบบวัดความทึบแสง	เร่งเครื่องยนต์ 3/4 ความเร็วรอบสูงสุด
	ระดับเสียง	95 dB(A)	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC	เร่งเครื่องยนต์ 3/4 หรือ 1/2 ความเร็วรอบสูงสุด
- รถยนต์สามล้อเครื่อง (ตุ๊ก ตุ๊ก)	CO	4.5%	NDIR	ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ที่ไม่มีภาระ
	HC	10,000 ppm		เครื่องยนต์เดินเบา
	ระดับเสียง	100 dB(A)	เครื่องวัดระดับเสียงตามมาตรฐาน IEC	เร่งเครื่องยนต์ 3/4 หรือ 1/2 ความเร็วรอบสูงสุด

หมายเหตุ : ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมฉบับล่าสุด

- ที่มา : 1. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน
ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 124 ตอนพิเศษ 299 ลงวันที่ 14 มีนาคม 2550
2. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซคาร์บอนไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์
ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 124 ตอนพิเศษ 299 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550
3. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันดำของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด
ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 16 กรกฎาคม 2553
4. มาตรฐานการระบายมลพิษสำหรับรถใช้งานทุกประเภท, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,
http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd02.html#s7, มิถุนายน 2553

- 1) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลในฉบับก่อนหน้าโดยให้ใช้ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันดำของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด ลงวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2553 ในประกาศฉบับใหม่นี้ได้ครอบคลุมถึงเครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัดไม่ว่าจะใช้พลังงานชนิดใด รวมทั้งปรับปรุงวิธีการตรวจวัดที่กำหนดไว้โดยประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมทั้งสองฉบับดังกล่าว ให้มีความชัดเจน และเป็นไปตามมาตรฐานสากลยิ่งขึ้น
- 2) มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์เบนซิน ได้มีการแบ่งมาตรฐานตามวันที่จดทะเบียน เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นรถที่จดทะเบียนก่อนวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 และกลุ่มที่ 2 เป็นรถยนต์เบนซินที่จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 และกลุ่มสุดท้ายเป็นรถยนต์ที่จดทะเบียน ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 โดยค่ามาตรฐานการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) สำหรับรถยนต์กลุ่มสุดท้ายจะมีความเข้มงวดมากกว่าสองกลุ่มแรก
- 3) มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถจักรยานยนต์ ในการกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษจากรถจักรยานยนต์ ได้มีการแบ่งมาตรฐานตามวันที่จดทะเบียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นรถที่จดทะเบียนก่อนวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 และกลุ่มที่ 2 เป็นรถจักรยานยนต์ที่จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 และกลุ่มสุดท้ายเป็นรถยนต์ที่จดทะเบียนตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 โดยค่ามาตรฐานการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ไฮโดรคาร์บอน (HC) สำหรับรถยนต์กลุ่มสุดท้ายจะมีความเข้มงวดมากกว่าสองกลุ่มแรก สำหรับค่ามาตรฐานควันขาวได้กำหนดให้ไม่เกินร้อยละ 30 โดยใช้ระบบวัดความทึบแสง สำหรับรถจักรยานยนต์ทุกประเภท
- 4) มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์สามล้อ (รถตุ๊ก-ตุ๊ก) มาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์สามล้อ ได้กำหนดเป็นค่ามาตรฐานสำหรับรถทุกกลุ่มโดยไม่มีการแบ่งตามอายุการจดทะเบียนโดยมีการกำหนดเป็นค่ามาตรฐานการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไม่เกินร้อยละ 4.5 และไฮโดรคาร์บอน (HC) ไม่เกิน 10,000 ppm ตรวจวัดขณะรถจอดอยู่กับที่ไม่มีภาระ เครื่องยนต์เดินเบา

2.1.2.4 การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์รถวิ่ง

การทบทวนและศึกษาการปล่อยมลพิษของยานพาหนะจะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยมลพิษของรถแต่ละคันขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของเครื่องยนต์ (2 หรือ 4 จังหวะ ใช้น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซล) ขนาดของเครื่องยนต์และตัวรถ สภาพการขับรถ (ความเร็ว และอัตราเร่ง)

ความลาดของถนน เทคโนโลยีการควบคุมไอเสีย ชนิดของเชื้อเพลิง และการบำรุงรักษา การหาค่าตัวคุณปริมาณการปล่อยมลพิษ (EF) ของรถหนึ่งคันทำได้โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ทดสอบไอเสีย ส่วนการคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษบนท้องถนนจะต้องคำนวณโดยใช้แบบจำลองซึ่งมีผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการของรถจำนวนมากในสถานะที่เป็นตัวแทนของการจราจรบนท้องถนน และระยะการเดินทางในสถานะดังกล่าว เพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องจะต้องใช้ข้อมูลการทดสอบจำนวนมากที่ครอบคลุมประเภทรถและปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวไว้ข้างต้น ความถูกต้องของการคำนวณนอกจากจะขึ้นกับค่าตัวคุณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการทดสอบแล้ว ยังขึ้นกับข้อมูลลักษณะของยานพาหนะทั้งหมดด้วย ในความเป็นจริงข้อมูลการทดสอบยานพาหนะจะมีจำนวนจำกัด ไม่ครอบคลุมประเภทรถ และลักษณะการใช้งาน และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องลักษณะของกองยานพาหนะ (Vehicle fleet) ไม่เพียงพอ ทำให้การประเมินปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะบนท้องถนนมีความคลาดเคลื่อน

การทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะโดยใช้วิธีอุโมงค์รถวิ่งสามารถให้ข้อมูลที่เป็นภาพรวมของยานพาหนะใช้งาน หรือเป็นสภาพจริงของการปล่อยมลพิษจากการจราจร การทดสอบในอุโมงค์สามารถประเมินปริมาณการปล่อยมลพิษจากการจราจรโดยรวม ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบรถคันเดียวในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปเราจะวิเคราะห์เชิงสถิติหาสมการถดถอยของตัวคุณปริมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งอาจจำแนกออกเป็นประเภทรถ เช่น รถขนาดเล็ก และรถขนาดใหญ่ หากมีข้อมูลในเรื่องสัดส่วนของประเภทรถ ความเร็วรถ และน้ำหนักบรรทุก ตัวคุณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการทดสอบโดยอุโมงค์เป็นตัวแทนของยานพาหนะ โดยรวมบนท้องถนน ค่าตัวคุณที่เปลี่ยนแปลงไปตามปีสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ และประสิทธิภาพของเทคโนโลยีควบคุมมลพิษที่ใช้กับรถยนต์สมัยใหม่ การเปรียบเทียบดังกล่าวสามารถทำได้ง่ายและสะดวกมากหากเราทดสอบการปล่อยมลพิษในอุโมงค์เดียวกัน จากรายงานผลการตรวจวัดในอุโมงค์ประเทศออสเตรเลีย⁷ ระหว่างปี ค.ศ. 1988 ถึงปี ค.ศ. 1997 พบว่ารถยนต์ขนาดเล็กระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยรวม (t-VOC) ลดลงประมาณ 10 เท่า ซึ่งเป็นผลจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์บำบัดไอเสีย catalytic converter ซึ่งในปี ค.ศ. 1988 ยังไม่มีรถที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมไอเสียนี้ แต่ในปี ค.ศ. 1997 สัดส่วนรถยนต์ที่ใช้ Catalytic converter สูงถึงร้อยละ 70

การทดสอบปริมาณการปล่อยมลพิษในอุโมงค์ยังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ไม่ต้องคำนึงถึงความแปรปรวนของสภาพอากาศ ในขณะที่ถ้าตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีควบคุมมลพิษในรถยนต์สมัยใหม่จะพบปัญหาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเวลา และไม่สามารถประเมินได้ว่าระดับคุณภาพอากาศที่แตกต่างกันเป็นผลจากสภาพอากาศหรือปัจจัยอื่นใด

⁷ ประเทศออสเตรเลีย Colberg et al, 2005

2.1.3 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สำหรับวิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการขนส่งทางบกนั้น สามารถคำนวณได้โดยใช้ 2 วิธีหลักๆ ได้แก่

- (1) แนวทางของ IPCC (Inter-government Panel of Climate Change)
- (2) หลักการ ASIF (Activity-Structure-Intensity-Fuel)

แนวทางของ IPCC

Inter-governmental Panel of Climate Change (IPCC) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประชาชาติ (ระดับประเทศ) ที่แนะนำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกใช้ในการดำเนินการวิเคราะห์และรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อ UNFCCC ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน IPCC ได้แบ่งกิจกรรมมนุษย์ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ กลุ่มพลังงาน กลุ่มอุตสาหกรรม กลุ่มเกษตรกรรม/ป่าไม้/การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มขยะ/ของเสีย และกลุ่มอื่นๆ โดยแต่ละกลุ่มก็จะมีวิธีการคำนวณที่แตกต่างกัน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มพลังงาน

สำหรับก๊าซเรือนกระจก มีอยู่มากมายหลายประเภท ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และสารเคมีประเภทอื่นๆ อีกจำนวนหนึ่ง สำหรับภาคขนส่งนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ 3 ชนิดได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ โดย IPCC ได้ระบุวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิดไว้ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทต่างๆ จากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งทางถนนแล้ว (ดูตารางที่ 2.1-14) พบว่าพลังงาน 1 หน่วย จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่สูงมาก ในขณะที่ปล่อยก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ประมาณ 1 : 1000) ดังนั้นในการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกจากการคมนาคมขนส่งทางถนนจึงมักจะเน้นให้ความสำคัญกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก

ตารางที่ 2.1-14 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ สำหรับการขนส่งทางถนน

รายละเอียด	อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg/TJ)		
	คาร์บอนไดออกไซด์	มีเทน	ไนตรัสออกไซด์
น้ำมันเชื้อเพลิง	69,300	25-33	3.2-8.0
น้ำมันดีเซล	74,100	3.9	3.9
ปิโตรเลียมเหลว	63,100	62	0.2
ก๊าซธรรมชาติ	56,100	92	3

ที่มา Inter-governmental Panel of Climate Change

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น IPCC ได้กำหนดวิธีการคำนวณเป็น 3 ระดับ (Tier) ตามความละเอียด ระดับที่ 1 เป็นวิธีการที่คำนวณที่ใช้ข้อมูลน้อยที่สุด และกระบวนการคำนวณไม่ซับซ้อนนัก อย่างไรก็ตาม ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการประมาณการซึ่งไม่ค่อยแม่นยำนัก ส่วนระดับที่ 2 และ 3 เป็นวิธีการที่ต้องการข้อมูลพื้นฐานจำนวนมากขึ้น กระบวนการคำนวณซับซ้อนขึ้น เพื่อให้ได้ผลคำนวณที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยระดับที่ 3 เป็นวิธีการที่แม่นยำที่สุด ประเทศที่พัฒนาแล้วมักจะมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอในการวิเคราะห์โดยใช้การคำนวณระดับที่ 3 ส่วนประเทศกำลังพัฒนามักจะมีข้อมูลพื้นฐานสำคัญไม่เพียงพอ ไม่สามารถประเมินโดยวิธีระดับที่ 3 ได้ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการระดับที่ 1 หรือ ระดับที่ 2 (ถ้ามีข้อมูลเพียงพอ) ตารางที่ 2.1-15 สรุปข้อมูลที่สำคัญสำหรับคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง ในระดับต่างๆ

ตารางที่ 2.1-15 ตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งทางบก

รายละเอียด	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
คาร์บอนไดออกไซด์	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง 2) อัตราการปล่อยก๊าซ CO ₂ แยกตามประเภทเชื้อเพลิง (กำหนดโดย IPCC)	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง 2) อัตราการปล่อยก๊าซ CO ₂ แยกตามประเภทเชื้อเพลิงสำหรับประเทศนั้นๆ	ไม่มี (ระดับที่ 2 เป็นขั้นสูงที่สุดที่สามารถคำนวณได้)
มีเทน	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง 2) อัตราการปล่อยก๊าซ CH ₄ แยกตามประเภทเชื้อเพลิง (กำหนดโดย IPCC)	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ และเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ 2) อัตราการปล่อยก๊าซ CH ₄ แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ และเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ	1) ระยะทางการเดินทาง (คณ-กม.) ตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ และสภาพการขับขี่ 2) อัตราการปล่อยก๊าซ CH ₄ แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ เทคโนโลยีควบคุมมลพิษ และสภาพการขับขี่ 3) การปล่อยก๊าซ CH ₄ ในช่วงเริ่มสตาร์ทเครื่อง
ไนตรัสออกไซด์	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง 2) อัตราการปล่อยก๊าซ N ₂ O แยกตามประเภทเชื้อเพลิง (กำหนดโดย IPCC)	1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ และเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ 2) อัตราการปล่อยก๊าซ N ₂ O แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ และเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ	1) ระยะทางการเดินทาง (คณ-กม.) ตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ และสภาพการขับขี่ 2) อัตราการปล่อยก๊าซ N ₂ O แยกตามประเภทเชื้อเพลิง ยานพาหนะ เทคโนโลยีควบคุมมลพิษ และสภาพการขับขี่ 3) การปล่อยก๊าซ N ₂ O ในช่วงเริ่มสตาร์ทเครื่อง

สำหรับในประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ได้ใช้วิธีการคำนวณของ IPCC ในระดับที่ 1 ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ โดยการนำข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (แยกประเภทเชื้อเพลิง) รวมของประเทศ มาคูณกับอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดขึ้นโดย IPCC เพื่อหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละประเภท จากนั้น ก็นำค่าที่ได้มารวมกันจึงได้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

หลักการ ASIF

หลักการ ASIF ย่อมาจากคำว่า Activity-Structure-Intensity-Fuel เป็นแบบจำลองระดับมหภาคที่พัฒนาขึ้น เพื่อคำนวณหาการปล่อยมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ (เมือง จังหวัด หรือประเทศก็ได้) โดยอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนการเดินทางที่เกิดขึ้นในพื้นที่ (activity) การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (fuel) ประเภทต่าง ๆ (structure) ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ (intensity) และน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel) ที่ใช้ในพื้นทีนั้นๆ ซึ่งตัวแปร 2 ตัวหลังจะบ่งบอกว่าอัตราการปล่อยมลพิษต่อระยะทางของยานพาหนะในแต่ละพื้นที่เป็นอย่างไร แบบจำลองนี้ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่นโดย Wright & Fulton ในปี พ.ศ. 2548 และในปัจจุบันธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (Asian Development Bank – ADB) อยู่ระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์ชื่อ TEEMP โดยใช้หลักการพื้นฐานของแบบจำลอง ASIF สำหรับให้ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงการระบบขนส่งอย่างยั่งยืนได้อย่างง่าย อย่างไรก็ตาม การพัฒนาซอฟต์แวร์ดังกล่าว ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มีความสามารถในการวิเคราะห์นโยบายระบบขนส่งอย่างยั่งยืนได้ครอบคลุมทุกประเภท

แบบจำลอง ASIF ตามการประยุกต์ใช้ของ Wright & Fulton มีสมการดังนี้

$$CO_2 \text{ emission} = \sum_v TG_v \times VKT_v \times EF_v$$

$CO_2 \text{ emission}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง (กรัม)

V = ประเภทของยานพาหนะ, เชื้อเพลิง

TG_v = อัตราการเกิดการเดินทาง ของยานพาหนะ v ในพื้นที่ศึกษา (เที่ยว/วัน)

VKT_v = ระยะทางการเดินทางเฉลี่ยของยานพาหนะ v ในพื้นที่ศึกษา (กม./เที่ยว)

EF_v = อัตราการปล่อย CO_2 เฉลี่ยของยานพาหนะ v ในพื้นที่ศึกษา (กรัม/กม.)

ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขนส่งทางบกด้วยวิธีการดังกล่าว เริ่มต้นโดยการแบ่งยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาออกเป็นประเภทต่างๆ จากนั้น จึงหาอัตราการเกิดการเดินทาง (Trip generation) ของยานพาหนะแต่ละประเภท มาคูณกับระยะทางการเดินทางเฉลี่ย และอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยของยานพาหนะประเภทนั้น เมื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับยวดยานแต่ละประเภทแล้วเสร็จ ก็จะนำมารวมกันเป็นปริมาณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมในพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่มีแบบจำลองการจราจรและขนส่งอยู่แล้ว ก็สามารถนำข้อมูลอัตราการเกิดการเดินทางกับระยะทางการเดินทางเฉลี่ยของยานพาหนะ แต่ละประเภทจากแบบจำลองที่ปรับเทียบแล้วมาใช้ได้ สำหรับพื้นที่ที่ยังไม่มีข้อมูลดังกล่าว ก็จะต้องอาศัยการสัมภาษณ์สำรวจข้อมูลในภาคสนาม ส่วนค่าอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น นิยมใช้วิธีการทดสอบการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษทางอากาศจาก ยานพาหนะภายในประเทศ อย่างไรก็ตาม ถ้าพื้นที่ใดยังไม่มีข้อมูลเพียงพอก็สามารถเลือกใช้ ค่าอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

2.2 การทบทวนแบบจำลองด้านการวางแผนการขนส่ง

ประเทศไทยเริ่มมีการนำพัฒนาและนำเอาแบบจำลองวางแผนการขนส่งมาใช้เมื่อปี พ.ศ. 2538 โดยเริ่มพัฒนาแบบจำลอง UTDM โครงการ TDMC I-VI โครงการ TDML I-II และโครงการ TDL ในปี พ.ศ. 2554 โดยมีข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายคมนาคม พฤติกรรมการเดินทาง ปริมาณการเดินทาง ค่าใช้จ่ายของการเดินทางแต่ละประเภท เช่น ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และค่าใช้จ่ายของการเดินทางด้วยระบบสาธารณะ ตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจ และสังคมของพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับวิเคราะห์การเดินทาง โดยมีจุดประสงค์เพื่อ ศึกษาการเดินทางของคน และการขนส่งสินค้า เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือทางวิศวกรรม ประกอบการกำหนดนโยบาย และวางแผนยุทธศาสตร์ด้านการขนส่งสินค้า และโลจิสติกส์ของ ประเทศ

2.2.1 แบบจำลองระดับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (e-BUM)

การพัฒนาแบบจำลองระดับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีจุดประสงค์เพื่อศึกษา การเดินทางของคนในเขตพื้นที่เมืองที่มีรูปแบบการเดินทางหลายประเภททั้งการเดินทางด้วย ยานพาหนะส่วนบุคคล เช่น รถยนต์ทั่วไป รถยนต์ขนาดเล็ก 7 ที่นั่ง รถจักรยาน และการเดินทาง ด้วยระบบขนส่งสาธารณะทั้งการใช้บริการรถโดยสาร หรือการใช้บริการระบบขนส่งมวลชน (Mass Transit) รวมถึงการเดินทางของสินค้าจากรถบรรทุกทุกประเภทต่างๆ ที่เดินทางมาจาก นอกเขตเมือง หรือจากปริมณฑล ด้วยรถขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ เช่น รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดกลาง รถบรรทุกขนาดใหญ่ และรถพ่วง โดยที่แบบจำลองการเดินทางระดับ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการประเมินผลมาตรการ เป็นเครื่องมือในการวางแผนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านการจราจรและขนส่ง

ในการวิเคราะห์และคาดการณ์การเดินทางของแบบจำลองนี้จำเป็นต้องมีฐานข้อมูลหลายประเภท เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้า ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายถนน และโครงข่ายขนส่ง สาธารณะ ได้แก่ ขนาดของถนน จำนวนช่องจราจร ความสามารถในการรองรับปริมาณจราจร ในช่วงเวลาหนึ่งๆ (Capacity) รวมถึงโครงการด้านโครงข่ายคมนาคมต่างๆ เป็นข้อมูลสำคัญ ส่วนแรกของการพัฒนาแบบจำลองการเดินทาง ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ

สำหรับการปรับฐานข้อมูล เช่น โครงการตามแผนปฏิบัติการของกระทรวงคมนาคม และข้อมูลโครงการของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ตัวอย่างของโครงการ ได้แก่

- (1) โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง ช่วงบางใหญ่-บางซื่อ
- (2) โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ช่วงหัวลำโพง-บางแค และช่วงบางซื่อ-ท่าพระ
- (3) โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่
- (4) โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ช่วงแบริ่ง-สมุทรปราการ
- (5) โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ช่วงแคราย-มีนบุรี
- (6) โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม ช่วงตลิ่งชัน-มีนบุรี
- (7) โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม ช่วงเตาปูน-ราษฎร์บูรณะ
- (8) โครงการรถไฟฟ้าสายสีเหลือง ช่วงลาดพร้าว-สำโรง

แบบจำลองระดับกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็นจำนวน 1,657 พื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่มีขนาด และลักษณะการเดินทาง และข้อมูลทางสังคมที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้มีผลต่อการเกิดการเดินทาง เช่น ในพื้นที่ที่มีอัตราการจ้างงานสูงมีแนวโน้มที่จะเป็นจุดหมายของการเดินทาง และก่อให้เกิดการเดินทางมายังพื้นที่นี้ นอกจากนี้รายได้ของครัวเรือนยังส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง กล่าวคือ ในครัวเรือนที่มีรายได้สูงหรือครอบครัวยานพาหนะมักพิจารณาความสะดวกสบายในการเดินทางมากกว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยอาจเลือกใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าใช้จ่ายสูง เช่น รถไฟฟ้า ในทางกลับกันครอบครัวที่มีรายได้น้อยมักเลือกใช้รถโดยสารทั่วไปที่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำกว่า นอกจากนี้จำนวนประชากรในพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นในป้อนาคตดังแสดงในตารางที่ 2.2-1 ยังแสดงถึงความเป็นไปได้ของการเพิ่มขึ้นของการเดินทางในพื้นที่ โดยในปี พ.ศ. 2580 มีการเพิ่มสูงขึ้นของจำนวนประชากรคิดเป็นร้อยละ 39 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2554 โดยเพิ่มจาก 11.54 ล้านคน มาเป็น 16.10 ล้านคน ในกรณีนี้อาจส่งผลกระทบต่อภาระการจราจรทำให้เกิดการติดขัดในการเดินทางหากไม่มีโครงการหรือมาตรการที่เหมาะสมรองรับการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม การคาดการณ์ปริมาณและรูปแบบการเดินทางในอนาคต รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นมีความยากลำบากและขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองเดินทางเพื่อนำมาใช้ประเมินผลดังกล่าว

ตารางที่ 2.2-1 ข้อมูลประชากรและการจ้างงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ข้อมูล	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2580
ประชากร (ล้านคน)	11.54	12.29	13.86	16.10
จำนวนครัวเรือน (ล้านครัวเรือน)	3.85	4.18	4.83	5.75
ขนาดของครัวเรือนเฉลี่ย (คนต่อครัวเรือน)	2.99	2.94	2.86	2.80
รายได้ครัวเรือนเฉลี่ย (บาทต่อเดือน: ค่าเงินปี 2554)	27,799	33,927	42,616	51,932
จำนวนการจ้างงาน (ล้านคน)	5.86	6.71	7.81	8.94

ที่มา : โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL)

จากการใช้ข้อมูลนำเข้าข้างต้น รวมถึงการพัฒนาแบบจำลองโดยใช้แบบจำลอง 4 ขั้นตอน (Four-Step Model) ได้แก่ 1) การเกิดการเดินทาง 2) การกระจายการเดินทาง 3) การเลือกรูปแบบการเดินทาง และ 4) การแจกแจงการเดินทาง ทำให้แบบจำลองระดับกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนี้สามารถคาดการณ์ปริมาณการเดินทางได้ดังตารางที่ 2.2-2 โดยพบว่าปริมาณการเดินทางมีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 230 ล้านคัน - กิโลเมตรในปี พ.ศ. 2554 มาเป็น 387 ล้านคัน - กิโลเมตรในปี พ.ศ. 2580 นอกจากนี้ยังแสดงถึงปัญหาของการจราจรโดยรวมที่ทำให้เกิดการติดขัดของการจราจร ทำให้ความเร็วในการเดินทางลดลงจาก 23.8 กิโลเมตร/ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2554 เหลือเพียง 17.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2580

ตารางที่ 2.2-2 ผลจากแบบจำลองการเดินทางจากโครงการ TDL ปี พ.ศ. 2554

ข้อมูล	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2580
ปริมาณการเดินทางรวม (คัน-กิโลเมตร)	230,481,500	256,318,300	313,280,100	387,135,700
เวลาการเดินทางรวม (คัน-ชั่วโมง)	9,701,700	11,068,900	15,162,000	21,678,200
ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	23.8	23.2	20.7	17.9

ที่มา : โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL)

จากการศึกษาของโครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL) ยังสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- (1) ในปี พ.ศ.2554 พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีปริมาณการเดินทาง 16.99 ล้านคน-เที่ยวต่อวัน ในกรณีที่รวมการเดินทางจากพื้นที่ปริมณฑล ได้แก่ จังหวัด ปทุมธานี นนทบุรี นครปฐม สมุทรสาคร และสมุทรปราการ และแหล่งกำเนิดการเดินทางพิเศษ เช่น สนามบิน
- (2) จุดประสงค์ของการเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางเพื่อไปทำงาน มีจำนวน 6.78 ล้านเที่ยวต่อวัน ในปี พ.ศ.2554
- (3) สัดส่วนรูปแบบการเดินทางของการเดินทางส่วนบุคคลในปี พ.ศ.2554 มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 57 โดยประมาณ ส่วนใหญ่เป็นการเดินทางของครอบครัวที่ครอบครองยานพาหนะ 1 คันหรือมากกว่า

2.2.2 แบบจำลองระดับประเทศ (NAM)

การพัฒนาแบบจำลองการเดินทางระดับประเทศ (National Model: NAM) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเดินทางระหว่างเมืองของคนและศึกษาเส้นทางการขนส่งสินค้า โดยพิจารณาวัตถุประสงค์การเดินทาง ปริมาณของสินค้าโดยพิจารณาน้ำหนักบรรทุกทุกและเส้นทางการขนส่งสินค้าแต่ละประเภท เช่น ประเภทสินค้าทางการเกษตร และประมง สินค้าประเภทวัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้าง สินค้า ประเภทสินค้าอุตสาหกรรม และแปรรูป เป็นต้น

แนวทางการพัฒนามีการสำรวจการเดินทางและการขนส่งสินค้าภายในประเทศ ข้อมูลที่ทำการสำรวจ ได้แก่ จุดเริ่มต้นการเดินทาง จุดสิ้นสุดการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง จำนวนผู้โดยสาร และน้ำหนักบรรทุก โดยในขั้นตอนแรกของการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองเป็นการศึกษาข้อมูลและแผนงานของโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อปรับฐานข้อมูลของแบบจำลองการขนส่งให้เป็นปัจจุบัน เช่น

- (1) โครงการนำร่องการพัฒนาระบบการจัดการขนส่งสินค้าและบริการทางรถไฟ
- (2) โครงการพัฒนาเส้นทางคมนาคมเชื่อมโยงระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน
- (3) การศึกษาแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาบรรณและรถไฟความเร็วสูง

งานปรับปรุงข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม เป็นข้อมูลที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งสำหรับการคาดการณ์การเติบโตทางเศรษฐกิจซึ่งส่งผลกระทบต่อความต้องการการเดินทาง ดังนั้น การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญเช่น ข้อมูลประชากรจากสำนักทะเบียนราษฎร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย และอัตราการเติบโตของประชากรจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รวมถึงประมาณการผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัด

จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า และการเคลื่อนย้ายสินค้าที่มีความสำคัญต่องานวางแผนและนโยบายด้านการขนส่งและจราจร ได้แก่ ข้อมูลปริมาณความ

ต้องการในการขนส่งสินค้า (Demand) ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้า (Commodity Flow) ปริมาณการขนส่งสินค้าจำแนกตามรูปแบบการขนส่ง (OD Report) และข้อมูลจุดเชื่อมโยงการขนส่งโลจิสติกส์ (Logistics Nodes) โดยในโครงการ TDML II ได้ทำการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับข้อมูลปฐมภูมิซึ่งครอบคลุมสินค้ากรณีศึกษาจำนวน 40 รายการเพื่อศึกษาแหล่งผลิตและบริโภค โดยพิจารณาสินค้าที่มีมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกสูงสุด มูลค่าสุทธิของการส่งออกและสินค้าที่มีปริมาณการผ่านแดนสูงสุด เช่น ปลาแช่แข็ง ถั่วเหลือง ซึ่งอยู่ในประเภทสินค้าทางการเกษตรและประมง ผลิตภัณฑ์พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ซึ่งอยู่ในประเภทสินค้าอุตสาหกรรม และไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ซึ่งอยู่ในสินค้าประเภทวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง เป็นต้น

จากการพัฒนาแบบจำลองการเดินทางจากโครงการต่าง ๆ ที่ผ่านมามีทำให้แบบจำลองการเดินทางระดับประเทศ (NAM) สามารถคาดการณ์ปริมาณการเดินทางของคน และการขนส่งสินค้าดังแสดงในตารางที่ 2.2-3 และตารางที่ 2.2-4 ซึ่งพบว่าการเดินทางของคนมีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 2,450 พันคน-เที่ยวต่อวัน รวมทุกประเภทการเดินทาง ในปี พ.ศ. 2554 เป็น 6,967 พันคน-เที่ยวต่อวัน ในปี พ.ศ. 2580 และในทำนองเดียวกันการขนส่งสินค้าทุกประเภทมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปริมาณรวม 510,515 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2554 เป็นปริมาณ 755,425 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2580 หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 48

ตารางที่ 2.2-3 การเดินทางของคนจากแบบจำลองระดับประเทศ (NAM)

หน่วย พันคน-เที่ยวต่อวัน

รูปแบบการเดินทาง	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2580
รถยนต์ส่วนบุคคล	1,258	1,376	1,964	3,576
รถโดยสารประจำทาง	949	1,038	1,481	2,699
รถไฟ	152	166	237	432
เครื่องบิน	91	100	143	260
รวม	2,450	2,680	3,825	6,967

ที่มา: โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลขนส่งและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL)

ตารางที่ 2.2-4 การขนส่งสินค้าจากแบบจำลองระดับประเทศ (NAM)

หน่วย ตันต่อวัน

รูปแบบการเดินทาง	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2580
ทางถนน	433,184	474,050	545,485	631,807
ทางรถไฟ	12,995	14,222	16,364	18,955
ทางน้ำ	71,149	78,454	90,270	104,557
ทางอากาศ	64	71	86	106
รวม	510,515	566,797	652,205	755,425

ที่มา: โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลขนส่งและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL)

2.3 การทบทวนมาตรการ/โครงการ ด้านการขนส่งที่ยั่งยืน

ในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทยนั้น การรวบรวมและทบทวนข้อมูลนโยบายและมาตรการต่างๆ รวมไปถึงรายงาน การศึกษาวิจัย คู่มือ Guideline และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้ทราบถึงความเป็นมา แนวทางการดำเนินงาน ทิศทางของการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทย รวมทั้งรายงานหรือคู่มือต่างๆ ที่ได้เคยจัดทำมา และนำมาวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียความเป็นไปได้ต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดทำแผนแม่บทฯ ในโครงการนี้

ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ตลอดจนรายงาน การศึกษา วิจัย คู่มือ Guideline และเอกสารต่างๆ จากหน่วยงานต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และนำมาหารือร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน และความเข้าใจในปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาที่เกิดจากภาคคมนาคมและขนส่งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน

2.3.1 งานรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาของประเทศไทย

2.3.1.1 นโยบายและแผนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

นโยบายและแผนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งภายในประเทศซึ่งที่ปรึกษาได้รวบรวมและทบทวนเพื่อนำมาประกอบการจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับปี พ.ศ. 2556-2560 ได้แก่

- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)
- แผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2551-2554
- แผนหลักการขนส่งและจราจร (พ.ศ. 2554-2563)
- แนวทางการพัฒนาระบบการขนส่งสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน
- แผนหลักสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2551-2555
- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 – 2559
- ปฏิญญากรุงเทพมหานครว่าด้วยความร่วมมือลดปัญหาภาวะโลกร้อน
- แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550–2555
- ร่างปฏิญญากรุงเทพด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(1) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)

เนื้อหาสาระหลักๆ ของแผนฯ ฉบับที่ 11 ได้ประมวลไว้ในวิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ เป้าหมายหลัก และยุทธศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- 1) วิสัยทัศน์ "ประเทศมีความมั่นคงเป็นธรรม และมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง"
- 2) 3 พันธกิจ ได้แก่ การพัฒนาฐานการผลิตและบริการ การสร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ สังคม และสร้างภูมิคุ้มกันจากวิกฤตการณ์
- 3) 3 วัตถุประสงค์ ได้แก่ เพื่อให้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอุดมสมบูรณ์อย่างยั่งยืน คนไทยอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข และพร้อมเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเป็นสุข
- 4) 4 เป้าหมายหลัก ได้แก่ เศรษฐกิจมีความเข้มแข็งสมดุล ความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น มีหลักประกันสังคมที่ทั่วถึง และสังคมไทยมีความสุขอย่างมีธรรมภิบาล
- 5) 7 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ การสร้างฐานการผลิตให้เข้มแข็ง สมดุล อย่างสร้างสรรค์ การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการผลิต การค้า การลงทุน การพัฒนาคุณภาพคน ทั้งความรู้คุณธรรม สังคม มั่นคงเป็นธรรม มีพลังและเอื้ออาทร เน้นการผลิตและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความมั่นคงของพลังงานและอาหาร และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ประเด็นยุทธศาสตร์ของแผนฯ 11 ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- 1) การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจสู่ภาคเกษตรกรรม บริการ และ เศรษฐกิจสร้างสรรค์: เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้สินค้าและบริการ และเป็นการสร้างโอกาสสำหรับธุรกิจใหม่ที่ใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์
- 2) การรักษาความยั่งยืนทางการคลังและการเงิน: บริหารจัดการด้านรายได้และรายจ่ายภาครัฐ เพื่อรักษาความยั่งยืนด้านการคลัง พัฒนาตลาดเงินและตลาดทุน เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบใหม่
- 3) การเชื่อมโยงเศรษฐกิจไทยกับโลกหลายชั่วอายุคน: สร้างความเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้านและภูมิภาค เตรียมตัวสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน
- 4) การสร้างเศรษฐกิจและสังคมสีเขียว: สร้างความสมดุลระหว่างการผลิตพืชอาหาร และพลังงาน ปรับรูปแบบการบริโภค การผลิต การขนส่ง และพลังงาน เพื่อนำไปสู่เศรษฐกิจสีเขียวหรือคาร์บอนต่ำ
- 5) การจัดสถาปัตยกรรมสังคมสำหรับอนาคต: สร้างผลิตภาพและคุณภาพทั้งในเชิงความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ซึ่งรวมถึงการสร้างจิตสำนึกสาธารณะ ให้เกิดขึ้นอย่างยั่งยืน

- 6) การกลับสู่ความสมานฉันท์ภายใต้สัญญาประชาคมใหม่: สร้างความเข้มแข็งของโครงสร้าง กลไกและกระบวนการบริหารจัดการของทุกภาคส่วนของสังคม เพื่อการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างสงบสุข ปลอดภัยและมั่นคง

(2) แผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2551-2554

แผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2551-2554 มีจำนวน 8 นโยบาย โดยนโยบายที่เกี่ยวข้องกับกระทรวงคมนาคม (นโยบายที่ 1 และ 4) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) นโยบายที่ 1 นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก

ได้แก่ การเร่งลงทุนเพื่อการพัฒนาประเทศ เช่น โครงข่ายรถไฟฟ้าเชื่อมโยงและครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล การเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทาง และการขนส่งสินค้าทางราง และมาตรการลดภาระค่าครองชีพของประชาชน ได้แก่ ภาครัฐรับภาระค่าใช้จ่ายรถโดยสารธรรมดาและรถไฟฟ้าขึ้น 3

2) นโยบายที่ 4 เศรษฐกิจ มีประเด็นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจราจรและขนส่ง ได้แก่

- การกำหนดกรอบการลงทุนภาครัฐที่มีความชัดเจนของแหล่งเงินรูปแบบการลงทุน และการเพิ่มบทบาทของภาคเอกชนที่เหมาะสม
- การลดต้นทุนโลจิสติกส์
- การเพิ่มประสิทธิภาพระบบบริการขนส่งและโลจิสติกส์ และการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ และพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลให้มีความสมบูรณ์ รวมไปถึงรถไฟฟ้าในเมืองให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางกับโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและระบบขนส่งสาธารณะอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็วในราคาที่เหมาะสม
- เน้นการขยายการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนไปยังเมืองหลักในภูมิภาค การพัฒนาโครงข่ายรถไฟฟ้าทางคู่ทั่วประเทศเชื่อมโยงฐานการผลิตในภูมิภาคและระหว่างประเทศ
- การพัฒนากิจการพาณิชยนาวี และโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งทางน้ำ โดยเฉพาะการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบังให้เป็นท่าเรือที่ทันสมัยระดับโลก พัฒนาการขนส่งชายฝั่ง และการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ และระหว่างประเทศให้เชื่อมโยงกับระบบขนส่งอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางน้ำให้มากขึ้น
- การพัฒนาและขยายความสามารถของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและท่าอากาศยานหลักในภูมิภาค
- การพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบให้เชื่อมโยงการขนส่งทางถนน ทางราง ทางน้ำ และทางอากาศอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งพัฒนาสถานีบรรจุและ

แยกสินค้ากล่อง ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าในภูมิภาคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนโลจิสติกส์

- การเร่งแก้ไขปัญหาลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินโครงการขนาดใหญ่อย่างจริงจัง ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนและปรับโครงสร้างการบริหารจัดการและการกำกับดูแลการพัฒนาและการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อคุ้มครองผู้บริโภค และมีการแข่งขันที่เป็นธรรม
- การพัฒนาโครงข่ายทางหลวง และโครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองให้เชื่อมโยงเมืองหลักในภูมิภาคและเส้นทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ และสอดคล้องกับการพัฒนาโครงข่ายรถไฟ รวมทั้งการปรับปรุงทางหลวงและมีมาตรการเพื่อลดอุบัติเหตุบนถนน เพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการเดินทางและการขนส่งสินค้า
- การตั้งศูนย์กลางการคมนาคมในภูมิภาคที่มีโครงข่ายเชื่อมโยงการเดินทางและการขนส่งสินค้าระหว่างเมืองและระหว่างประเทศที่สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล
- การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ในภูมิภาคและเชื่อมโยงกับโครงข่ายคมนาคมกับประเทศเพื่อนบ้าน
- สนับสนุนการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนและการขนส่งระบบราง เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและชะลอการลงทุนด้านพลังงานของประเทศ

(3) แผนหลักการพัฒนาการขนส่งและจราจร พ.ศ. 2554-2563

ปัจจุบันรอการเห็นชอบจากกระทรวงคมนาคม โดยมีวิสัยทัศน์สำหรับการพัฒนาระบบขนส่งและจราจรของประเทศไทยในช่วง 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2554-2563) ว่า

“มุ่งสู่การขนส่งอย่างยั่งยืน (Towards Sustainable Transport)”

เป้าประสงค์ ยุทธศาสตร์ ผลลัพธ์ และผลกระทบตามแผนหลักการพัฒนาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร ปี พ.ศ. 2554-2563 ที่สรุปไว้ในตารางที่ 2.3-1 จะเห็นได้ว่า เป้าประสงค์ที่ 4 มีความสอดคล้องกับโครงการฯ อย่างเห็นได้ชัด ส่วนเป้าประสงค์อื่นๆ ก็สนับสนุนให้เกิดการขนส่งอย่างยั่งยืนเช่นกัน

ตารางที่ 2.3-1 เป้าประสงค์ ยุทธศาสตร์ ผลลัพธ์ และผลกระทบ ตามแผนหลักการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร ปี พ.ศ.2554-2563

เป้าประสงค์ (Goal)	ยุทธศาสตร์ (Strategy)	ผลลัพธ์ (Outcome)	ผลกระทบ (Impact)
1. เพื่อให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการขนส่งและโลจิสติกส์ในภูมิภาค (Hubs for Connectivity)	1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของศูนย์กลางการขนส่งที่มีศักยภาพ (Hub) 1.2 การปรับปรุงโครงข่ายเชื่อมโยงและกฎระเบียบเพื่ออำนวยความสะดวกที่ศูนย์กลางการขนส่ง (Spoke)	- ปริมาณการเดินทางผ่านประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น (Transit) - ปริมาณการขนส่งสินค้าผ่านประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น (Transit)	- มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) เพิ่มขึ้น - การค้าระหว่างประเทศของไทยขยายตัว - เพิ่มบทบาทเศรษฐกิจของไทยในภูมิภาค
2. เพื่อให้มีระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพและระดับการให้บริการที่ดีเชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจและชุมชน (Accessibility)	2.1 การปรับปรุงและเพิ่ม ประสิทธิภาพระบบการขนส่ง เพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ 2.2 การกำหนดรูปแบบและแนวเส้นทางขนส่งหลักระหว่างพื้นที่เศรษฐกิจให้สอดคล้องกับการพัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ	- การขนส่งบนเส้นทางหลักเชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจที่สะดวก รวดเร็ว และน่าเชื่อถือมากขึ้น - ต้นทุนการขนส่งลดลง	- เศรษฐกิจในภูมิภาคสามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็วและยั่งยืน - เพิ่มโอกาสในการประกอบการธุรกิจ
3. เพื่อปรับปรุงและเพิ่มความปลอดภัย (Safety) ในการเดินทางและการขนส่ง	3.1 การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานมาตรฐานยานพาหนะ และสภาพแวดล้อมให้มีคุณภาพและความปลอดภัยในการเดินทางและการขนส่ง 3.2 การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้มีความรู้ความเข้าใจจิตสำนึก และทักษะเรื่องความปลอดภัยด้านการขนส่ง	- จำนวนอุบัติเหตุจากการขนส่งลดลง - จำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บและผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากการขนส่งลดลง	- คุณภาพชีวิตดีขึ้น - ลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคมจากอุบัติเหตุ
4. เพื่อส่งเสริมการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน (Energy Saving) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Friendly)	4.1 การส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนมาใช้รูปแบบการขนส่งทางรางและทางน้ำเพิ่มมากขึ้น 4.2 การส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อมีการใช้พลังงานและยานพาหนะที่สะอาด	- ปริมาณการใช้พลังงานในภาคการขนส่งลดลง - มลภาวะที่เกิดจากภาคการขนส่งลดลง	- ลดผลกระทบที่มีต่อภาวะโลกร้อน - ลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง - เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน
5. เพื่อยกระดับการเข้าถึงและเพิ่มการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport) อย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกัน	5.1 การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะที่เชื่อถือได้ เข้าถึงสะดวก และเสมอภาค (Affordability) 5.2 การปรับปรุงระบบการขนส่งเชื่อมโยงของการขนส่งสาธารณะ 5.3 การส่งเสริมให้เปลี่ยนมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อทดแทนการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลในการเดินทาง	- จำนวนผู้ใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เพิ่มขึ้น - สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะต่อรายได้ลดลง (Affordability)	- เพิ่มความเท่าเทียมกันในสังคม - คุณภาพชีวิตดีขึ้น - ชุมชนมีความน่าอยู่มากขึ้น
6. เพื่อเพิ่มความคล่องตัว (Mobility) ในการเดินทางและการขนส่ง	6.1 การปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อลดปัญหาคอขวด และเชื่อมต่อโครงข่ายการเดินทาง 6.2 การสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงและลดเวลาในการเดินทาง	- เวลาที่ใช้ในการเดินทางและการขนส่งสินค้าลดลง - ความแน่นอนในการเดินทางและการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้น (Reliability) - ความตรงเวลาในการเดินทางและการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้น (Punctuality)	- บรรเทาสภาพการจราจรแออัด - ลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากปัญหาการขนส่งและจราจร

(4) แนวทางการพัฒนาระบบการขนส่งสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

ที่ผ่านมา แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ได้ระบุให้การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเป็นยุทธศาสตร์สำคัญเพื่อเป็นกลไกในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในภาคคมนาคม กระทรวงพลังงาน และกระทรวงคมนาคม ได้ร่วมกันรณรงค์ให้ใช้เชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันนำเข้า เช่น แก๊สโซฮอล์ หรือไบโอดีเซล การปรับปรุงระบบขนส่งมวลชนในเมือง โดยเพิ่มเส้นทางรถไฟฟ้าและรถไฟใต้ดิน และการปรับปรุงบริการของรถโดยสารประจำทาง

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้ริเริ่มดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism หรือ CDM) ในภาคคมนาคมขนส่งของไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2550 โดย CDM เป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วกับกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมจากมาตรการที่เกิดขึ้นอยู่แล้วในสภาวะธุรกิจปกติ (business as usual) โดยผู้ดำเนินโครงการจะได้รับ Certified Emission Reduction (CER) สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้และผ่านการตรวจวัด

ประเภทของโครงการในภาคคมนาคมและขนส่งที่มีศักยภาพในการดำเนินการตามกรอบของ CDM ได้แก่

- 1) การเปลี่ยนประเภทเชื้อเพลิง (Fuel Switching)
- 2) การเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงในยานพาหนะ (Improving Fuel efficiency of vehicle)
- 3) การเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจร (Improving traffic efficiency)

กรอบแนวทางการพัฒนาเพื่อให้เกิดระบบการขนส่งที่ยั่งยืน

วาระประชาคมโลกและกรอบพันธมิตรระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อทิศทางการพัฒนาในอนาคต กระทรวงคมนาคมจึงคำนึงถึงประเด็นการพัฒนาที่สะอาด สมดุล และยั่งยืนในการจัดทำแผนหลักการขนส่งฉบับต่อไป (พ.ศ. 2555 - 2559) นอกจากนั้นกระทรวงคมนาคมได้เห็นชอบกรอบแนวทางการพัฒนาในเชิงลึก เพื่อให้เกิดระบบการขนส่งที่ยั่งยืน (Sustainable Transport) และมีผลในเชิงนโยบายต่อไป ได้แก่

- การวางแผนพัฒนาระบบการขนส่งและจราจร เน้นการวางผังเมืองและการใช้ประโยชน์จากที่ดินโดยมองในภาพรวมและแนวโน้มในการพัฒนาที่ดินในอนาคต
- การส่งเสริมระบบการขนส่งสาธารณะ เน้นการประหยัดต้นทุนทางเศรษฐกิจของการขนส่งให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างการขนส่งประเภทต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ความสำคัญกับการขนส่งคนและขนส่งสินค้า

- การบริหารจัดการ และการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานอย่างเป็นระบบเพื่อลดอุบัติเหตุ รวมทั้งการสร้าง ความเข้าใจและการปลูกจิตสำนึกเรื่องความปลอดภัย โดยเฉพาะกลุ่มเด็กและเยาวชน
- การพัฒนาโดยคำนึงถึงต้นทุนทางด้านสิ่งแวดล้อมและต้นทุนทางด้านสังคม เน้นให้ ความสำคัญกับผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นอันดับแรก รวมทั้งไม่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต และความเป็นอยู่ของประชาชน
- พิจารณามาตรการจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภาคขนส่ง เช่น การดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด

(5) แผนหลักสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2551-2555

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้จัดทำแผนหลักสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2551-2555 เพื่อใช้เป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ในการจัดทำแผนปฏิบัติการ และสามารถนำไปประกอบการจัดทำงบประมาณเพื่อสนับสนุนการพัฒนาทางด้านนี้ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป โดยในแผนฯได้กำหนดนิยามของ “สิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Environmental Education for Sustainable Development - EESD)” ว่าหมายถึง กระบวนการเรียนรู้และการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม อันเป็นความรู้พื้นฐานในการดำรงชีวิต และการอยู่ร่วมกันในชุมชน สังคม ประเทศ และโลก ซึ่งจะนำไปสู่การสร้าง ความตระหนัก เสริมสร้างหรือปรับเปลี่ยนเจตคติและพฤติกรรมไปในทางที่เกื้อกูลต่อการพัฒนาบนหลักการของการ รักษาและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม เพื่อให้การพัฒนาดังกล่าว เป็นการพัฒนายั่งยืนสำหรับชนรุ่นนี้และอนุชนรุ่นหลังต่อไป

(6) นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 – 2559

วัตถุประสงค์หลักของนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540 – 2559 ก็เพื่อรักษาและฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อม เสริมสร้างคุณภาพชีวิตและสุขภาพอนามัยที่ดีของประชาชน อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืน และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกระจายอำนาจหน้าที่ไปสู่จังหวัดท้องถิ่น

(7) ปฏิญญากรุงเทพมหานครว่าด้วยความร่วมมือลดปัญหาภาวะโลกร้อน

ได้มีการลงนามประสานความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานต่างๆ ในวันที่ 9 พฤษภาคม 2550 โดยมีสาระสำคัญดังนี้

- 1) เราจะลดการใช้พลังงานและใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดในทุกกิจกรรมในภาคการผลิตและการบริโภค เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนน้อยที่สุด

- 2) เราจะร่วมกันส่งเสริมและสนับสนุนบทบาทของเยาวชน ชุมชน ธุรกิจ ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐและปัจเจกบุคคลให้มีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดภาวะโลกร้อน
- 3) เราจะให้การสนับสนุนและส่งเสริมวิถีชีวิตบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเป็นการป้องกัน เตรียมรับและปรับตัวสู่กับภาวะโลกร้อน
- 4) เราจะให้การสนับสนุน ส่งเสริม ร่วมทำกิจกรรมที่ทำให้เกิดการดูดซับก๊าซเรือนกระจกด้วยการปลูกและดูแลต้นไม้ยืนต้นอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง
- 5) เราจะส่งเสริมให้มีกิจกรรมลดและป้องกันภาวะโลกร้อนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนด้วยการเผยแพร่ข้อมูลและให้ความรู้สู่การปฏิบัติ

(8) แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550 – 2555

เป็นการกำหนดกรอบการดำเนินการในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนอย่างเป็นรูปธรรมในระยะยาวของกรุงเทพมหานครโดยมีเป้าหมายที่จะลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของปริมาณการปลดปล่อยตามการคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2555 แนวทางดำเนินการมี 5 แนวทาง ได้แก่ การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน เช่น รถเมล์ด่วนพิเศษ (Bangkok BRT) และระบบขนส่งมวลชนระบบราง การส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก เช่น การใช้ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอลล์ ไบโอดีเซล การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร: *Green Building* เช่น การเปลี่ยนเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ต่างๆ เป็นแบบประหยัดพลังงาน การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ การจัดการขยะและน้ำเสีย เช่น การส่งเสริมการรีไซเคิล การแปรรูปขยะเป็นพลังงาน (Waste-to-Energy) การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการปลูกต้นไม้ทั้งในบริเวณสวนสาธารณะ ริมถนน สวนแนวตั้ง และสวนดาดฟ้า

(9) ร่างปฏิญญากรุงเทพด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์หลักของปฏิญญากรุงเทพด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คือ เพื่อประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมและการขนส่งในภูมิภาคเอเชียที่ถือเป็นกลไกสำคัญในการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และสนับสนุนการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมและการขนส่ง

จากการทบทวนแผน และนโยบายต่างๆ จะเห็นได้ว่า รัฐบาลและหน่วยงานท้องถิ่น เช่น กรุงเทพมหานคร ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องปัญหาสภาพแวดล้อม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยได้มีแนวทางที่มุ่งการพัฒนาอย่างยั่งยืน อนุรักษ์และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน สำหรับด้านการขนส่งนั้น แผนงานส่วนใหญ่เน้นไปที่ระบบขนส่งมวลชน การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการขนส่งอย่างยั่งยืน (Sustainable

Transportation) อย่างไรก็ตาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งนั้นยังไม่เด่นชัดและไม่มีการผสมผสานระหว่างระบบขนส่งที่ยั่งยืนกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งเท่าที่ควร ประกอบกับกระทรวงคมนาคมปัจจุบันยังไม่มีแผนแม่บทด้านขนส่งและจราจรเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการพัฒนาที่ยั่งยืนและลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะ อาจส่งผลให้การดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวเป็นไปอย่างล่าช้าและไม่มีแนวทางที่ชัดเจน

2.3.1.2 ข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งและสิ่งแวดล้อมที่ได้รวบรวม ได้แก่

- (1) สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม :
 - 1) โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism) ในภาคคมนาคมและขนส่ง
 - 2) โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด ในภาคคมนาคมและขนส่ง (ระยะที่ 2)
- (2) กรมควบคุมมลพิษ : รายงานเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม
- (3) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม :
 - 1) เมืองสีเขียวการบรรเทาผลกระทบทางอากาศสำหรับเมืองเชียงใหม่ : Urban Green Relief for the City with Focus on Chiang Mai, Thailand
 - 2) โครงการศึกษาสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

โดยที่ปรึกษาได้ทำการทบทวนโครงการต่างๆ สรุปได้ดังนี้

- (1) **โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism) ในภาคคมนาคมและขนส่ง**

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ยังไม่มีพันธกรณีในการลดการระบายก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับประเทศในกลุ่ม Annex I การระบายก๊าซเรือนกระจกของไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ทั้งด้านปริมาณการระบายต่อหัวประชากร และปริมาณการระบายทั้งหมด แต่ก็มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะจากภาคการขนส่งที่มีปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่เพิ่มขึ้น โครงการนี้ มีวัตถุประสงค์หลัก คือ

- 1) พัฒนารูปแบบและโครงสร้าง สำหรับการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด ในภาคคมนาคมและขนส่ง
- 2) พัฒนารูปแบบจัดทำ Baseline สำหรับโครงการในภาคคมนาคมและขนส่ง

- 3) วิเคราะห์โอกาสและความเป็นไปได้ของโครงการในภาคคมนาคมและขนส่งในประเทศไทยที่สามารถดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด
- 4) พัฒนาและวิเคราะห์หาทางเลือกสำหรับโครงการในภาคคมนาคมและขนส่งในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด

การเปลี่ยนพฤติกรรมหรือรูปแบบการเดินทาง (modal shift) จากรถส่วนบุคคลเป็นรถขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ เช่น รถไฟฟ้ามหานคร หรือรถไฟฟ้าบีทีเอส หรือรถด่วนพิเศษ (BRT) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดใน การลดปริมาณการใช้พลังงาน ลดปัญหาการจราจรติดขัด และปัญหาการระบายก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ที่มีโครงการเหล่านี้เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในพื้นที่แต่ละจุดที่มีโครงการเกิดขึ้น เพื่อยืนยันข้อมูลทางสถิติให้เกิดเป็นรูปธรรมมากขึ้นว่าสามารถลดการใช้พลังงานและลดปริมาณการระบายก๊าซเรือนกระจกได้จริง

โครงการขนส่งมวลชน เช่น โครงการรถไฟฟ้ามหานครส่วนต่อขยายเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่ท้าทาย และมีความเสี่ยงสูง แต่ก็มิได้หมายความว่าไม่สามารถนำมาดำเนินการเป็นโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาดได้ เพียงแต่มีข้อจำกัดหลายประการ คือ วิธีคิดหรือคำนวณ new baseline methodology ค่อนข้างยากและซับซ้อน โอกาสที่โครงการจะได้รับการรับรองจากคณะกรรมการฯ ค่อนข้างเป็นไปได้ยาก และต้องใช้เวลาพอสมควร ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีประเทศใดที่เสนอ new baseline methodology สำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากยานพาหนะส่วนบุคคลไปเป็นระบบราง

ในโครงการนี้ ได้เลือกศึกษาโครงการส่วนต่อขยายของรถไฟฟ้าสีน้ำเงิน (แผนการเลือกสายสีส้มหรือสีม่วง) เนื่องจากปัจจัยที่เอื้ออำนวยทางด้านข้อมูล ประกอบกับงบประมาณที่จำกัด และต้องทำการศึกษารูปแบบการเดินทางครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ โครงการขยายนของสายนั้นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนทางสถิติ มิฉะนั้นแล้วจะทำการตรวจสอบอัตราการระบายมลพิษและการลดการระบายมลพิษได้ยากมาก

การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าจากรถบรรทุกเป็นรถไฟหรือระบบรางเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้การใช้พื้นที่ในการบรรทุกสินค้า (Occupancy rate of goods) ต่อเที่ยวมีประสิทธิภาพและลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งได้ นั่นหมายถึงการลดปริมาณการระบายก๊าซเรือนกระจกซึ่งสามารถนำมาดำเนินการตามกลไกพัฒนาที่สะอาดได้

(2) โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดในภาคคมนาคมและขนส่ง (ระยะที่ 2)

โครงการ CDM ระยะที่ 2 นี้เป็นการดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดเพื่อลดการระบายก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมจากมาตรการที่มีอยู่แล้วในสภาวะปกติ (Business as usual) โดยการคัดเลือกเส้นทางรถไฟไฟฟ้าที่เหมาะสมตามข้อกำหนดของ UNFCCC (สายสีน้ำเงิน

ช่วงบางซื่อ-ท่าพระ และหัวลำโพง-บางแค) มาจัดทำเป็นโครงการ CDM โดยคาดว่าจะสามารถทำให้ผู้ใช้บริการรถส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ และยานพาหนะประเภทอื่นหันมาใช้รถไฟฟ้าสายนี้เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซ CO₂ น้อยลง และยังส่งผลให้ปัญหาการจราจรติดขัดลดลง ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ลดการปล่อยมลพิษทางอากาศและเสียง และลดการเกิดอุบัติเหตุจราจร ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน

โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินเส้นนี้ยังแสดงให้เห็นถึงอุปสรรคด้านการลงทุนและด้านแหล่งที่มาของงบประมาณการก่อสร้างโครงการอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงเป็นโครงการที่สนับสนุนโครงการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่ง

(3) รายงานเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

รายงานเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมมีแนวคิดมาจากความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมขององค์กรต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน โดยให้มีการดำเนินงานที่มีความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานขององค์กรเหล่านั้นและเพื่อให้เกิดการพัฒนาและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จึงมีความจำเป็นต้องมีการเปิดเผยข้อมูลและจัดทำรายงานผลการดำเนินงานดังกล่าวโดยเฉพาะองค์กรที่เข้าอยู่ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในรูปแบบของรายงานผลการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainability Report) หรือรายงานด้านความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร (CSR Report) เพื่อรายงานผลการดำเนินงานด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร ตัวอย่างองค์กรที่จัดทำกรอบเพื่อรายงานผลด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีสิ่งแวดล้อมจัดเป็นมิติหนึ่งที่ได้รับ ความสำคัญอย่างยิ่ง ได้แก่ Global Reporting Initiatives (GRI), United National Global Compact Principles (UNGC), Dow Jones Sustainability Indexes (DJSI), และตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

(4) เมืองสีเขียวการบรรเทาผลกระทบทางอากาศสำหรับเมืองเชียงใหม่ : Urban Green Relief for the City with Focus on Chiang Mai, Thailand

ภายใต้กรอบแนวคิดเมืองสีเขียว เทศบาลนครเชียงใหม่ ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งเป็นประเทศที่มีแนวคิดการสร้างเมืองที่มีการออกแบบ โดยใช้หลักปรัชญาเมืองสีเขียว ด้วยการลดพื้นที่ปลูกสร้างอาคารที่อยู่อาศัยและสร้างพื้นที่สวนสาธารณะเพื่อเป็นปอดให้แก่เมือง จากความสำเร็จ องค์ความรู้ และประสบการณ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์จึงได้ถูกนำมาถ่ายทอดสู่เมืองเชียงใหม่ โดยได้ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมมาร่วมกันปรับปรุง วางแผน ในการพัฒนาให้เมืองเชียงใหม่เป็นเมืองสีเขียว

การทบทวนการศึกษาต่างๆ ในประเทศไทย พบว่าหน่วยงานทั้งส่วนกลางและส่วนท้องถิ่นได้ให้ความสำคัญกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางการดำเนินการต่างๆ เพื่อลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมหลายด้าน ทางด้านการขนส่งและจราจรนั้น สำนักงานและนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรได้มีโครงการศึกษาอย่างน้อย 2 โครงการที่สอดคล้องกับกรอบข้อกำหนดของหน่วยงานระดับนานาชาติ UNFCCC และปฏิญญาความร่วมมือระหว่างประเทศที่รัฐบาลได้ไปลงนามไว้ โครงการศึกษาของ สนข. ยังมุ่งเน้นโครงการระบบรถไฟฟ้าเป็นสำคัญเนื่องจากเป็นโครงการที่คาดว่าจะช่วยลดการเดินทางของรถส่วนบุคคลรวมทั้งลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้

2.3.2 งานรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในต่างประเทศ

จากการรวบรวมและทบทวนข้อมูลต่างๆ ได้แก่ รายงานการศึกษา การวิจัย คู่มือ Guideline และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่ง (Environmentally Sustainable Transport) ในต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า ระบบการขนส่งอย่างยั่งยืนได้มีมานานแล้วในต่างประเทศและแพร่หลายไปทั่วโลก และเป็นเรื่องหนึ่งที่ยังกล่าวถึงกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากปริมาณมลพิษในอากาศส่วนใหญ่มาจากภาคการขนส่งและส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ข้อมูลทางที่ปรึกษาทำการรวบรวมและทบทวนประกอบไปด้วย วาระของประชาคมโลกและกรอบพันธกรณีระหว่างประเทศในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และรายงาน การศึกษา และคู่มือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในต่างประเทศ

2.3.2.1 วาระของประชาคมโลกและกรอบพันธกรณีระหว่างประเทศในเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

(1) อนุสัญญาเวียนนาว่าด้วยการปกป้องโอโซน พ.ศ. 2528

เป็นอนุสัญญาที่กำหนดกรอบและหลักการเกี่ยวกับความร่วมมือในการคุ้มครองชั้นโอโซน โดยเรียกร้องให้รัฐภาคีร่วมมือกันเพื่อกำหนดมาตรการ กระบวนการเพื่อการคุ้มครองชั้นโอโซน และให้รัฐภาคีต้องร่วมมือกันเพื่อวิจัยและแลกเปลี่ยนข้อมูลในการปฏิบัติตามอนุสัญญา แต่ไม่ได้กำหนดพันธกรณีใดๆ ให้รัฐภาคีต้องลดการผลิตและการใช้สารที่ทำลายชั้นโอโซน ได้แก่ สารซีเอฟซี (CFCs) ก๊าซมีเทน และไนตรัสออกไซด์ เป็นต้น ปัจจุบันอนุสัญญาเวียนนามีรัฐภาคีทั้งสิ้น 191 รัฐ รวมทั้งประเทศไทยซึ่งเข้าเป็นภาคีตั้งแต่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2532

(2) พิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยสารที่ทำลายชั้นโอโซน พ.ศ. 2530

เป็นพิธีสารที่มีความสำคัญมากกว่าอนุสัญญาเวียนนา เนื่องจากการกำหนดพันธกรณีอย่างชัดเจนให้รัฐภาคีต้องลดและเลิกใช้สารที่ทำลายชั้นโอโซน มีรัฐภาคีทั้งสิ้น 189 รัฐ รวมทั้งประเทศไทยซึ่งได้ปฏิบัติตามพันธกรณีของพิธีสารอย่างเคร่งครัดและมีแนวโน้มว่าจะสามารถเลิกใช้สารต่างๆ ที่เป็นสารควบคุมภายใต้พิธีสารได้ก่อนครบกำหนดเวลา โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ประกาศเลิกการนำเข้าสารที่ทำลายชั้นโอโซนให้หมดสิ้นภายในปี พ.ศ. 2552

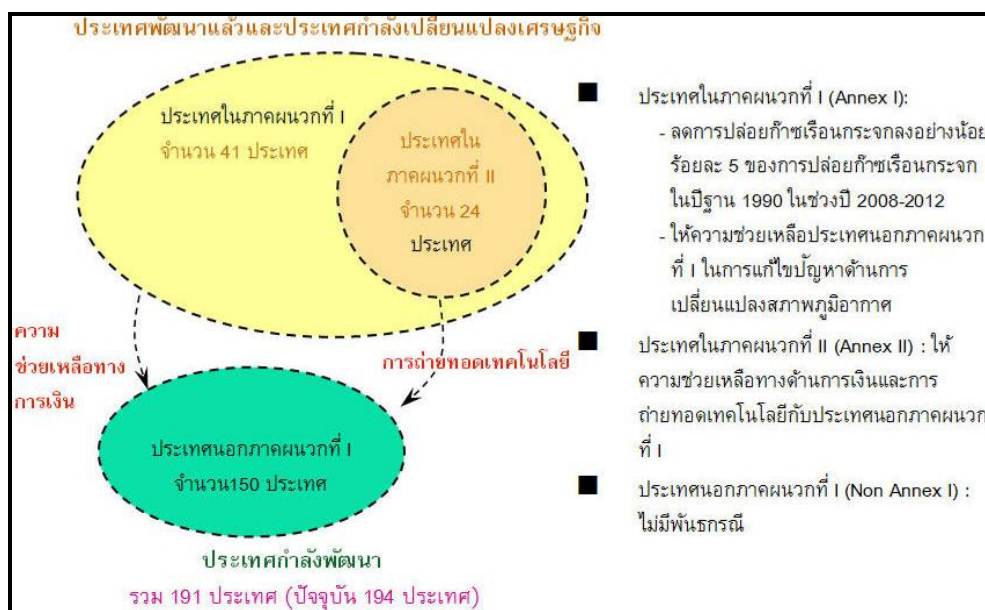
(3) อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อนุสัญญาฯ มีวัตถุประสงค์ เพื่อรักษาความเข้มข้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้อยู่ระดับที่ปลอดภัย เพื่อให้ระบบนิเวศธรรมชาติสามารถปรับตัวได้ และเพื่อเป็นการประกันว่าจะไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน แต่ไม่ได้มีการกำหนดระดับ หรือปริมาณก๊าซที่จะรักษาปริมาณไว้เป็นตัวเลขที่แน่นอน

ในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของอนุสัญญาฯ ประเทศภาคีสมาชิกต้องปฏิบัติอยู่บนหลักการพื้นฐาน ดังนี้

- 1) ปกป้องระบบภูมิอากาศเพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติบนหลักการของความเท่าเทียม (Equity) การรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน (Common but differentiated responsibilities) และสมรรถนะของแต่ละประเทศ (Capabilities) ประเทศอุตสาหกรรมต้องเป็นผู้นำในการต่อสู้กับปัญหาเหล่านี้
- 2) ความต้องการของประเทศกำลังพัฒนาที่มีสถานะเปราะบางต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรได้รับการพิจารณาอย่างเต็มที่
- 3) มีมาตรการป้องกันไว้ก่อน (Precautionary) เพื่อคาดการณ์ ป้องกัน หรือลดสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยนโยบายและมาตรการต่างๆ ในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรมีความคุ้มค่าในการลงทุน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อโลกโดยมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด
- 4) ส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยนโยบายและมาตรการต่างๆ ที่จะปกป้องการเปลี่ยนแปลงระบบภูมิอากาศจากการกระทำของมนุษย์ที่เหมาะสมต่อสถานการณ์ของแต่ละประเทศ
- 5) ร่วมมือในการส่งเสริมการสนับสนุนทางการเงินและการเปิดกว้างของระบบเศรษฐกิจระหว่างประเทศที่จะนำไปสู่การเจริญเติบโตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา

อนุสัญญาฯ ได้แบ่งกลุ่มประเทศภาคีสมาชิกออกเป็น 3 กลุ่ม ดังรูปที่ 2.3-1



ที่มา: <http://www.tgo.or.th>

รูปที่ 2.3-1 แบ่งกลุ่มประเทศภาคีสมาชิกในอนุสัญญาฯ

(4) พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol)

ในปี พ.ศ. 2540 ได้เกิดพิธีสารเกียวโตขึ้นโดยมีการกำหนดให้ประเทศที่จัดอยู่ในกลุ่มพัฒนาแล้วต้องมีการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดร ฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) โดยรณรงค์ให้ทั่วโลกหันมาใช้พลังงานสะอาด (Clean Energy) หรือพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมให้น้อยลงเฉลี่ยร้อยละ 5.2 ของแต่ละประเทศ

พิธีสารเกียวโต สรุปดังนี้

- 1) พันธกรณีตามอนุสัญญาฯ ของทุกประเทศ คือ การจัดทำบัญชีแห่งชาติว่าด้วยปริมาณการปลดปล่อยและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และมีได้ถูกควบคุมโดยพิธีสารมอนทรีออล ได้แก่ ก๊าซมีเทน ไนตรัสออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และสารที่มีใช้สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ ประเภทมีเทน
- 2) ไม่มีการเพิ่มเติมพันธกรณีให้กับประเทศกำลังพัฒนา หรือประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่สภาพเศรษฐกิจกำลังเปลี่ยนแปลง แต่พันธกรณีให้กับประเทศที่พัฒนาแล้วจะต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงไปโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.2 จากระดับการปล่อยเมื่อปี ค.ศ. 1990 ให้ได้ภายในปี ค.ศ. 2008-2012

อย่างไรก็ตาม พันธกรณีที่สำคัญภายใต้พิธีสารเกียวโตได้กำหนดให้ประเทศภาคีอนุสัญญาทุกประเทศกำหนดนโยบายและกิจกรรมต่างๆ ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกลไกในการแก้ไขปัญหาไว้คือ

- 1) Joint Implementation: JI การดำเนินโครงการร่วมกันระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 2) Emission Trading: ET การซื้อ-ขายเครดิตในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว
- 3) Clean Development Mechanism: CDM การดำเนินการโครงการร่วมระหว่างประเทศพัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาให้บรรลุถึงการพัฒนายั่งยืน และช่วยประเทศพัฒนาแล้วให้บรรลุถึงการดำเนินการตามพันธกรณี

ในเนื้อหาของพิธีสารได้กล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน การศึกษาวิจัยและส่งเสริมการพัฒนาและเพิ่มการใช้พลังงานในรูปแบบใหม่ๆ การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดำเนินมาตรการจำกัดและ/หรือลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ได้ควบคุมในสาขาการคมนาคมขนส่ง ประเทศไทยได้ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโตเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2545

ในปีพ.ศ. 2551 ได้มีการหารือร่วมกันอีกครั้งเกี่ยวกับการจัดทำสนธิสัญญาระดับใหม่เพื่อแทนพิธีสารเกียวโต ที่เมืองบาห์ลี ประเทศอินโดนีเซีย โดยในการประชุมในรอบนี้กลุ่มประเทศ G8 และประเทศกำลังพัฒนาขนาดใหญ่ตกลงกันว่าจะจำกัดไม่ให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นมากกว่าอุณหภูมิในยุคก่อนอุตสาหกรรม (ประมาณ ค.ศ. 1800 หรือ 200 กว่าปีก่อน) เกิน 2 องศาเซลเซียส หรือ 3.6 องศาฟาเรนไฮต์

และในที่สุด เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ได้มีการจัดประชุมภาคีสมาชิกกรอบอนุสัญญาแห่งสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change หรือ UNFCCC) ที่กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก โดยมีตัวแทน 192 ประเทศ รวมทั้งสิ้น 15,000 คน และผู้นำเกือบ 100 ชาติ เข้าร่วมประชุมเพื่อตกลงร่วมกันในการจัดทำสนธิสัญญาร่วมมือกันเพื่อแก้ไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และลดภาวะโลกร้อนฉบับใหม่แทนพิธีสารเกียวโตที่จะสิ้นสุดลงในปี พ.ศ. 2555 แต่ก็ยังไม่สามารถบรรลุข้อตกลงทั้งหมดได้ เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาต่างยืนกรานที่จะอยู่บนจุดยืนของตนเอง และกล่าวอ้างว่าประเทศที่กำลังพัฒนาปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเกินกว่าที่จะจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา อีกทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วและปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากยังไม่ได้ให้สัตยาบันในสนธิสัญญาเกียวโต

ในส่วนที่สามารถตกลงกันได้ (Copenhagen Accord) ได้มีการประชุมในครั้งต่อไปที่กรุงเม็กซิโกซิตี ในปี 2554 โดยสาระสำคัญของข้อตกลง สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) จัดตั้งโครงการความช่วยเหลือแก่ประเทศยากจนในการเตรียมรับสภาพการณ์ โดยจัดสรรเงินจำนวน 10,000 ล้านดอลลาร์สำหรับโครงการ 3 ปี และตั้งเป้าหมายระดมทุนปีละ 100,000 ล้านดอลลาร์ภายใน 10 ปีข้างหน้า
- 2) ประเทศกำลังพัฒนาตกลงจะเสนอรายงานทุก ๆ 2 ปีเกี่ยวกับการดำเนินการลดการก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก และระบุปริมาณ รวมทั้งยินยอมให้มีการตรวจสอบได้

(5) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC)

ประชาคมอาเซียนประกอบด้วย 3 เสาหลัก (pillars) ได้แก่ ประชาคมความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Security Community: ASC) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) และประชาคมสังคม-วัฒนธรรมอาเซียน (ASEAN Socio-Cultural Community: ASCC) ภายใต้เสาหลักด้านประชาคมสังคม-วัฒนธรรมอาเซียนได้มีการกล่าวถึงการดำเนินมาตรการเกี่ยวกับการส่งเสริมความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและการจัดการดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องโดยมีกลไกที่พัฒนาอย่างสมบูรณ์สำหรับการจัดการและดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมตลอดจนการป้องกันและขจัดภัยพิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดขึ้นในภูมิภาค ซึ่ง AEC จะเป็นปัจจัยเงื่อนไขการพัฒนาที่มีอิทธิพลทำให้มุมมองและแนวคิดในการพัฒนาประเทศและการพัฒนาในกลุ่มภูมิภาคอาเซียนที่เกี่ยวข้องกับพันธกรณีระหว่างประเทศ และการบริหารจัดการและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อรับมือและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงไป

2.3.2.2 รายงานการศึกษา และคู่มือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในต่างประเทศ

รายงาน คู่มือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งอย่างยั่งยืนและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในต่างประเทศ ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมมีดังนี้

- **Asian Development Bank (ADB)**
 - Promoting Environmentally Sustainable Transport in the People's Republic of China (2008)
- **United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP)**
 - Sustainable Transport Pricing and Charges,
 - A "Step" Towards Sustainable Transport: A Case Study of Penang, Malaysia,
 - Sustainable Transport Development in The Republic of Korea (2001)
 - Traffic Restraint and Demand Management, Rattanakosin Part

- **World Bank**
 - Sustainable Transport: Priorities for Policy Reform
- **Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)**
 - Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Road Transport: Analytical Methods
- **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)**
 - Transport and Climate Change: Module 5e (Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities)
 - Bridging the Gap – Transport and Climate Change
 - SUMA – Sustainable Urban Mobility in Asia
- **European Environment Agency (EEA)**
 - Climate for a Transport Change (2008)
- **Victoria Transport Policy Institute**
 - Win-Win Emission Reduction Strategies (Smart Transportation Strategies Can Achieve Emission Reduction Targets And Provide Other Important Economic, Social and Environmental Benefits)
- ส่วนรายงานต่าง ๆ ที่ทางที่ปรึกษา ได้ทำการทบทวน ได้แก่
 - Climate for a transport change : TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union, European Environmental Agency
 - Primer on Transportation and Climate Change, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2008
 - Sustainable Transportation: Problems and Solutions, William R. Black, 2010
 - A Low-Carbon Green City Project in Korea

ที่ปรึกษาได้ทำการสรุปเนื้อหาในรายงานหรือคู่มือต่าง ๆ ของต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินงาน ดังนี้

(1) Promoting Environmentally Sustainable Transport in the People's Republic of China⁸

จากการศึกษาด้านการขนส่งในสาธารณรัฐประชาชนจีนพบว่า สาธารณรัฐประชาชนจีนมีการใช้น้ำมันมากกว่า 30% ของปริมาณน้ำมันที่ใช้ในโลกทั้งหมด และ 35% ของจำนวนนั้นใช้ในภาคการขนส่ง ซึ่งก่อให้เกิดปริมาณมลพิษทางอากาศจำนวนมหาศาลในแต่ละปี ปัจจุบันรัฐบาลจีนได้ออกข้อบังคับในการควบคุมมลพิษและกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นกลไกสำคัญในการลดปริมาณมลพิษ และสนับสนุนให้มีการใช้

⁸ Promoting Environmentally Sustainable Transport in the People's Republic of China, Manmohan Parhash, (ADB) 2008

พลังงานสะอาดหรือพลังงานทดแทน ซึ่งจะมีมาตรการส่งเสริมการพัฒนา การผลิต และการใช้รถที่ใช้พลังงานประเภทแอลกอฮอล์ เครื่องยนต์ไฮบริด ไฟฟ้า หรือก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับระบบขนส่งมวลชนในเมืองใหญ่เป็นหลัก เทคโนโลยีรถยนต์และเชื้อเพลิง การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการขนส่ง รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้ง นโยบายการบริหารจัดการปริมาณการเดินทางและขนส่งมากขึ้น

(2) Sustainable Transport Pricing and Charges⁹

แนวความคิดด้านนโยบายการขนส่งอย่างยั่งยืน สามารถสรุปได้ว่า ระบบการขนส่งที่ยั่งยืนต้องสิ่งแวดล้อมเป็นการขนส่งที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนหรือระบบนิเวศ สามารถตอบสนองความต้องการในการเข้าถึงและสอดคล้องกับการใช้งาน กล่าวคือ (i) เป็นการให้ทรัพยากรหมุนเวียนต่ำกว่าอัตราของการงอกใหม่ (ii) เป็นการให้ทรัพยากรที่ไม่หมุนเวียนต่ำกว่าอัตราการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนที่ใช้แทน

(3) A “Step” Towards Sustainable Transport: A Case Study of Penang, Malaysia¹⁰

สภาพปัญหาด้านการขนส่งในเมืองปีนัง ประเทศมาเลเซียมีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้ในการเดินทาง มากกว่าการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและทำให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุจราจรเพิ่มขึ้น สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้า จักรยาน ไม่เพียงพอ ส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการรวมกลุ่มกันจัดโครงการ Sustainable Transport Environment in Penang (STEP) ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีแนวคิดและกิจกรรมในการพัฒนาระบบขนส่งอย่างยั่งยืนในเมืองปีนัง สรุปได้ดังนี้

- 1) การสร้างแรงจูงใจในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ โดยนโยบายให้บริการรถโดยสารสาธารณะฟรีในเขตเมืองเพื่อลดปัญหาจราจรติดขัด
- 2) การสำรวจสถานีรถโดยสารสาธารณะที่เป็นศูนย์กลางการขนส่งของเมืองปีนัง เพื่อพัฒนา ปรับปรุงและจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เดินทางเพื่อลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
- 3) การจัดกิจกรรมรณรงค์การใช้จักรยานในใจกลางเมืองที่มีปัญหาจราจรติดขัด และที่จอดรถไม่เพียงพอ
- 4) การจัดทำข้อเสนอด้านเทคนิค งบประมาณสำหรับการพัฒนาการใช้รถจักรยานในเมือง

⁹ Sustainable Transport Pricing and Charges, (UNESCAP), 2000

¹⁰ A “Step” Towards Sustainable Transport : A Case Study of Penang, Ganesh Rasagam, Malaysia ,UNESCAP,1998

(4) Sustainable Transport Development in The Republic of Korea (2001)¹¹

จากการศึกษาด้านการขนส่งที่ยั่งยืนในประเทศเกาหลีใต้ พบว่าแนวโน้มของการขยายตัวของการขนส่งทางถนน เช่น ปริมาณการใช้รถยนต์ส่วนตัว และรถบรรทุกสินค้าจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความต้องการด้านการขนส่งจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในอนาคต ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก เพื่อให้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาย่างเป็นรูปธรรม จึงจำเป็นต้องกำหนดนโยบายและมาตรการต่าง ๆ รวมทั้งกฎระเบียบการปรับปรุงเทคโนโลยีและมาตรการเพื่อใช้ในการจัดการด้านการขนส่ง จากการประมาณการว่าราคาน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปีเป็นเวลา 8 ปี ติดต่อกันและการเพิ่มราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงนี้จะส่งผลให้การเป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนบุคคล โดยรวมลดลงร้อยละ 7.8 ซึ่งจะนำไปสู่การลดการปล่อย CO₂ ในภาคการขนส่งได้ถึงร้อยละ 4.7 รัฐบาลเกาหลีใต้ยังคาดว่านโยบายในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานใหม่จะสามารถลดการปล่อย CO₂ จากการขนส่งสินค้าได้ร้อยละ 6.54 ในปี 2020

(5) Traffic Restraint and Demand Management, Rattanakosin Part¹²

จากการศึกษาด้านการเดินทางของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าปัญหาด้านการจราจรขนส่งที่เกิดขึ้นมากมายสามารถแก้ไขหรือลดความรุนแรงของปัญหาดังกล่าวได้ด้วยแผนนโยบายต่าง ๆ ได้แก่

- 1) การควบคุมการเข้าพื้นที่ของยานพาหนะที่มีจำนวนคนนั่งในยานพาหนะน้อยกว่าที่กำหนด เช่น การอนุญาตให้เฉพาะยานพาหนะที่มีผู้โดยสารไม่น้อยกว่า 3 คน เข้ามาในพื้นที่ในชั่วโมงเร่งด่วน เป็นต้น
- 2) สนับสนุนการใช้รถยนต์ร่วมกันและการใช้รถโดยสารสาธารณะ เช่น การรณรงค์การโดยสารมาทำงานด้วยกันในบริษัทขนาดใหญ่ การให้บริการรถโดยสารฟรี เป็นต้น
- 3) กำหนดวิธีการกระจายสินค้าที่เหมาะสมเพื่อให้รถขนส่งสินค้าเข้ามาในพื้นที่น้อยที่สุด โดยการพัฒนาระบบโลจิสติกส์
- 4) การห้ามยานพาหนะใช้ถนนบางสายเพื่อสนับสนุนการเดินเท้า
- 5) การควบคุมและจัดการพื้นที่จอดรถ

(6) Sustainable Transport: Priorities for Policy Reform¹³

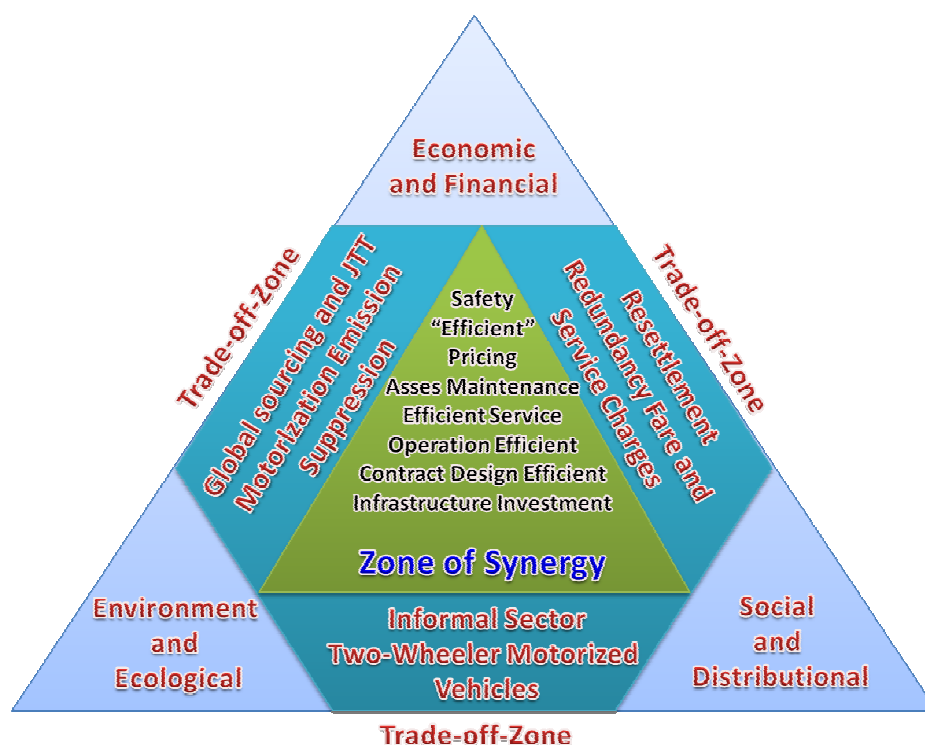
รายงานนี้เป็นการเสนอแนะนโยบายด้านการขนส่งอย่างยั่งยืน โดยมีส่วนประกอบหลักสามด้าน คือ ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านสังคม ดังแสดงในรูปที่ 2.3-2 การพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน (Environmental Sustainable) ได้มีการกำหนดกลยุทธ์ด้านการขนส่งดังนี้

¹¹ Sustainable Transport Development in The Republic of Korea, Sungwan Lee, UNESCAP, 2001

¹² Traffic Restraint and Demand Management, Rattanakosin Part, UNESCAP

¹³ Sustainable Transport : Priorities for Policy Reform, The World Bank, 1996

- 1) การเก็บค่าเข้าพื้นที่และใช้ถนนที่มีการจราจรคับคั่ง
- 2) การลดค่าโดยสารสาธารณะและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
- 3) การวางแผนด้านการขนส่งให้สอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐาน
- 4) การปรับปรุงความปลอดภัยในการขนส่ง
- 5) การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การพัฒนาพลังงานทางเลือก การพัฒนายานพาหนะประหยัดพลังงาน เป็นต้น
- 6) การจัดการระบบจราจรที่ดี



รูปที่ 2.3-2 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน

(7) **Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Road Transport: Analytical Methods¹⁴**

ในการศึกษาด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่งพบว่า การขนส่งทางถนน (เช่น การเดินทางโดยรถยนต์ หรือการขนส่งโดยรถบรรทุก) จะใช้พลังงานมากกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปัจจุบัน ทั้งนี้ การใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างกัน ดังตารางที่ 2.3-2

¹⁴ Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emission from Road Transport: Analytical Methods, Organisation For Economic Co-Operation and Development, 2002.

ตารางที่ 2.3-2 แฟกเตอร์ CO₂ สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภท

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	g CO ₂ /g fuel
Petrol	3.13
Diesel	3.17
LPG (propane and butane)	3.00
CNG (compressed natural gas)	2.75

ที่มา : Bang et al. (1999, p. 21).

นโยบายและมาตรการในการลดการปล่อย CO₂ จากการขนส่งทางถนนมีดังนี้

- 1) การปรับปรุงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Improvement of fuel efficiency)
 - การบังคับใช้กฎหมาย (National legislation) หลายประเทศได้ใช้กฎหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ เช่น สหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ปรับปรุงพัฒนายานยนต์ให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงได้มาตรฐานการประหยัดเชื้อเพลิงสำหรับรถใหม่ตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - ข้อตกลงโดยสมัครใจ (Voluntary agreements) เป็นข้อตกลงที่ทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์สมัครใจเข้าร่วมโครงการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น สหภาพยุโรปมีแนวคิดในการลดก๊าซเรือนกระจกเหลือ 140 กรัมต่อกิโลเมตรให้ได้ในปี 2005 หรืออย่างช้าที่สุดในปี 2010
 - มาตรการทางการคลัง (Fiscal measures) หลาย ๆ ประเทศมีมาตรการด้านภาษี เพื่อส่งเสริมให้ผู้บริโภคซื้อรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพน้ำมันเชื้อเพลิง
- 2) การจัดการความต้องการด้านการจราจร (Traffic demand management)
 - ปรับปรุงสภาพการจราจรบนท้องถนนให้มีความคล่องตัว เช่น การจัดระบบประสานสัมพันธ์สัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติในทุกทางแยก เพื่อลดการสูญเสียเวลาในการเดินทางบริเวณทางแยกสัญญาณไฟ เป็นต้น
 - การลดความต้องการด้านการขนส่ง (Reduction in transport demand) เช่น การใช้โทรศัพท์ อีเมล อินเทอร์เน็ต ติดต่อบริษัทแทนการเดินทาง เป็นต้น
 - เปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Switch in transport modes) เช่น การเปลี่ยนการใช้รถยนต์ส่วนตัวมาใช้รถโดยสารสาธารณะ เป็นต้น
- 3) การใช้พลังงานทางเลือก (Alternative fuels) เป็นการเลือกใช้พลังงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง เช่น ไบโอดีเซล แก๊สโซฮอล หรือก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

(8) Transportation and Climate Change¹⁵

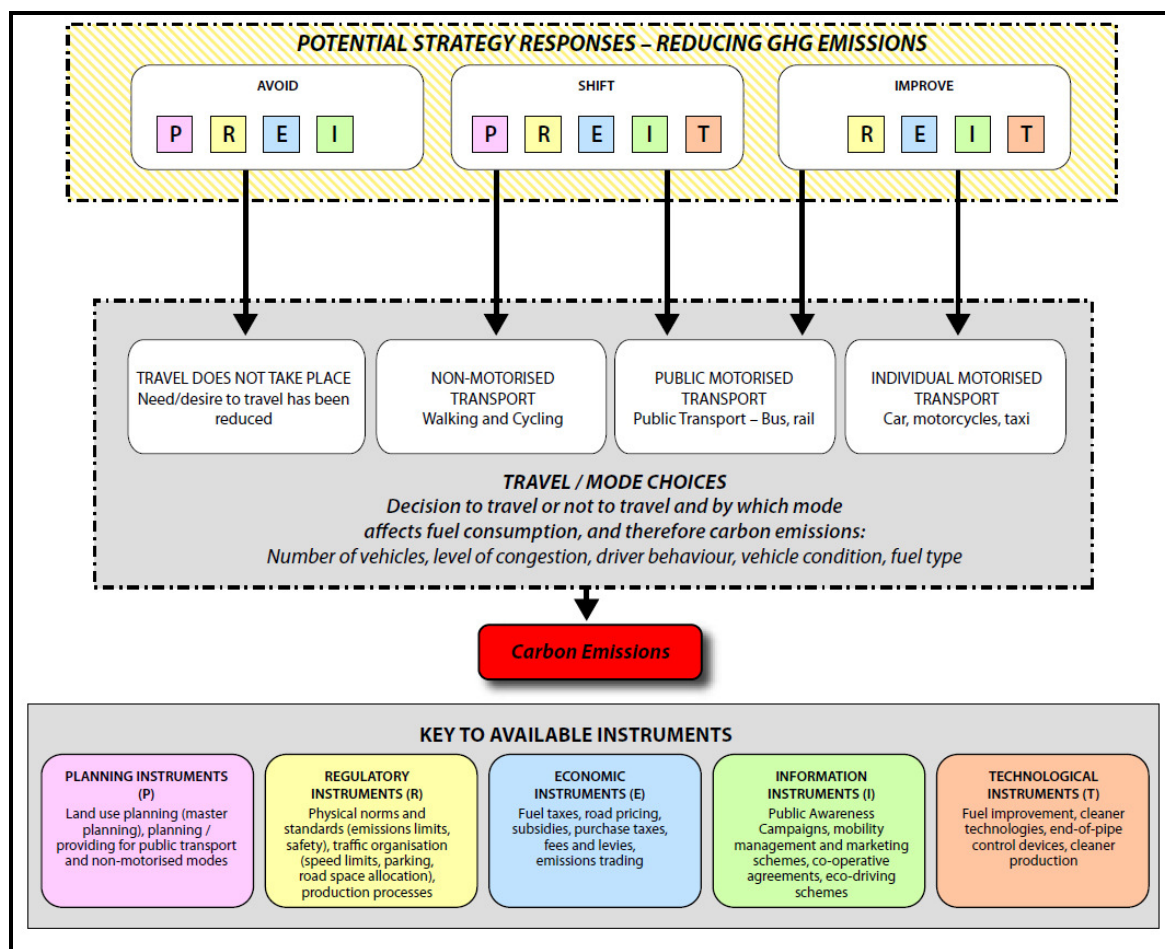
เอกสารการขนส่งและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้เป็นกรอบการวางนโยบายการขนส่งที่ยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา จัดทำและรวบรวมโดยสำนักความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน (GTZ) ประกอบไปด้วย 25 เรื่อง แบ่งเป็น 7 หัวข้อสำคัญ โดยหัวข้อการขนส่งและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจัดอยู่ในหัวข้อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ เอกสารนี้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญ 3 ประการที่ทำให้เกิดการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่ง ประกอบด้วย

- 1) การหลีกเลี่ยง (Avoid) การเดินทางด้วยรถยนต์
- 2) การเปลี่ยน (Shift) ไปใช้รูปแบบการเดินทางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- 3) การพัฒนา (Improve) เทคโนโลยีด้านยานยนต์ และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

โดยมีเครื่องมือในการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืนสำคัญ 5 ประการ ได้แก่

- 1) การวางแผน ได้แก่ การวางแผนการใช้ที่ดิน การวางแผนด้านการขนส่งสาธารณะ และการขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (non-motorized)
- 2) การใช้กฎ ข้อบังคับ (Regulatory Instrument) เช่น การกำหนดมาตรฐานเครื่องยนต์ การออกกฎระเบียบในการขับขี่ เช่น จำกัดความเร็ว
- 3) การใช้เครื่องมือด้านเศรษฐศาสตร์ เช่น ภาษีเชื้อเพลิง การจัดเก็บค่าใช้ถนน (Road pricing)
- 4) เครื่องมือด้านข้อมูลข่าวสาร เช่น การสร้างความตระหนักให้แก่ประชาชน การรณรงค์ ขีดกลาง ความร่วมมือ
- 5) เครื่องมือด้านเทคโนโลยี เช่น การพัฒนาเชื้อเพลิง การใช้เทคโนโลยีที่สะอาด

¹⁵ Transportation and Climate Change, GTZ , 2007



รูปที่ 2.3-3 เครื่องมือในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืน และผลกระทบด้านการปล่อยคาร์บอน

(9) Bridging the Gap – Transport and Climate Change¹⁶

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งที่คาดว่าจะทวีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับประเทศกำลังพัฒนา การขนส่งเป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อย่างไรก็ตามการดำเนินการลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศไม่ควรจะถือว่าเป็นภาระ แต่เป็นโอกาสในการส่งเสริมการแก้ปัญหาการขนส่งในเขตเมืองอย่างยั่งยืน การคมนาคมในเมืองที่ยั่งยืนจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสามารถปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ในเมืองให้ดียิ่งขึ้นได้

(10) SUMA – Sustainable Urban Mobility in Asia¹⁷

ประเทศแถบเอเชียมีการรวมกลุ่มของหลายๆ องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและจัดตั้งโครงการ Sustainable Urban Mobility in Asia (SUMA) โดยมีวัตถุประสงค์หลักใน

¹⁶ Bridging the Gap – Transport and Climate Change ,GTZ , 2007

¹⁷ Sustainable Urban Mobility in Asia, SUMA, 2010

การพัฒนากลยุทธ์ นโยบายและพัฒนาโครงการต่างๆ สำหรับประเทศในเอเชียภายใต้แนวทางของ Environmentally Sustainable Transport (EST)

สำหรับโครงการที่ได้จัดทำขึ้น ได้แก่

- 1) การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ โดยการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการพัฒนาระบบรถโดยสารสาธารณะที่ดี และโครงการที่มุ่งเน้นการขนส่งสาธารณะเป็นสำคัญ
- 2) การพัฒนาแนวทางการใช้จักรยานในเมือง Pune และ Nanded ประเทศอินเดีย พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้จักรยานในเขตเมือง
- 3) การฝึกอบรมผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งในเขตเมืองในประเทศฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น เป็นต้น
- 4) การลดมลพิษในการขนส่ง ในประเทศเนปาล จีน เวียดนาม ศรีลังกา เป็นต้น

(11) Climate for a Transport Change (2008)¹⁸

รายงานนี้ได้กล่าวถึงผลกระทบภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่ง โดยเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการทำงาน และผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐาน

(12) Win-Win Emission Reduction Strategies (Smart Transportation Strategies Can Achieve Emission Reduction Targets And Provide Other Important Economic, Social and Environmental Benefits)¹⁹

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการหลากหลายวิธี ในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและลดการปล่อยมลพิษ มาตรการแบบ win-win ที่นำเสนอในรายงาน มีแนวโน้มที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของการวางแผนที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาการขนส่งจากการพิจารณาผลกระทบทั้งหมด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.3-3

¹⁸ Climate for a Transport Change, European Environment Agency, 2008

¹⁹ Win-Win Emission Reduction Strategies (Smart Transportation Strategies Can Achieve Emission Reduction Targets And Provide Other Important Economic, Social and Environmental Benefits (VTPI), 2007

ตารางที่ 2.3-3 ผลกระทบด้านต่าง ๆ จากมาตรการแบบ win-win

Planning Objective	Fuel Efficient Vehicles	Roadway Expansion	Win-Win Solutions
<i>Motor Vehicle Travel Impacts</i>	<i>Increased</i>	<i>Increased</i>	<i>Reduced</i>
User convenience and comfort		✓	✓
Congestion reduction	✓ / ✗	✓	✓
Road and parking cost savings	✗	✗	✓
Consumer savings	✗ / ✓		✓ / ✗
Reduced traffic accidents	✗	✗	✓
Improved mobility options			✓
Energy conservation	✓		✓
Pollution reduction	✓	✗	✓
Physical fitness and health			✓
Land use objectives	✗	✗	✓

(13) Climate for a transport change : TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union, European Environmental Agency²⁰

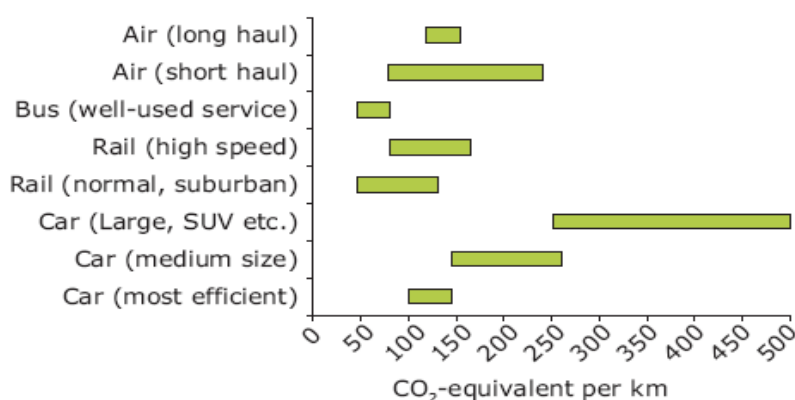
จากการเติบโตของการขนส่งทั้งทางด้านการขนส่งสินค้าและการเดินทางของประชาชน ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทำให้ปัญหาภาวะโลกร้อนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเดินทางรูปแบบต่าง ๆ นั้น จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3-4 ซึ่งจะเห็นได้ว่ารถประจำทางมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกมาน้อยที่สุด และรถยนต์ขนาดใหญ่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากที่สุด ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- ลักษณะของยานพาหนะ เช่น น้ำหนัก รูปร่าง ชนิดเครื่องยนต์ ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง และขนาดบรรทุก เป็นต้น
- ลักษณะการใช้งาน เช่น ความเร็วและความเร่งในการขับขี่ เป็นต้น
- ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ลักษณะถนน ความหนาแน่นของการจราจร เป็นต้น
- การบำรุงรักษายานพาหนะ

²⁰ Climate for a transport change : TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union, European Environmental Agency, 2008

ตัวอย่างนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เสนอไว้ในรายงานมีดังนี้

- การขนส่งทางถนน เช่น การรณรงค์การใช้รถร่วมกัน (Car Sharing) คือการลดความต้องการการเป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนตัว เพิ่มระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น
- การขนส่งทางรถไฟ มีการเปลี่ยนมาใช้พลังงานไฟฟ้าแทนการใช้น้ำมันดีเซล
- การขนส่งทางอากาศ มีพัฒนาระบบการจัดการจราจรทางอากาศให้ดีขึ้น
- การขนส่งทางเรือ มีการพัฒนาดัชนีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อใช้ในการพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิงให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง



Source: Adapted from AEF, 2007.

รูปที่ 2.3-4 อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการขนส่งรูปแบบต่าง ๆ

(14) Primer on Transportation and Climate Change, American Association of State Highway and Transportation Officials²¹

รายงานฉบับนี้ ได้ระบุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากภาคขนส่งทางถนนอย่างชัดเจน สรุปได้ดังนี้

- 1) ลดการใช้น้ำมันของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุกเล็กร้อยละ 20 ในเวลา 10 ปี
- 2) ขยายส่วนแบ่งการตลาดของผู้โดยสารและขนส่งสินค้าโดยทางรถไฟ ในปี ค.ศ. 2030
- 3) ลดการเจริญเติบโตของระยะทางการเดินทางรวม (VMT) จาก 3 ล้านล้านคัน-ไมล์ ในปี 2006 เป็น 5 ล้านล้านคัน-ไมล์ แทนที่จะเป็น 7 ล้านล้านคัน-ไมล์ในปี ค.ศ. 2055
- 4) การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนผู้โดยสารร่วมกันไปในเส้นทางเดียวกัน การใช้จักรยาน การเดินเท้า หรือการเลือกที่จะทำงานอยู่กับที่บ้าน

²¹ Primer on Transportation and Climate Change, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2008

การคาดการณ์ของรัฐบาลปัจจุบัน พบว่าจำนวนการใช้ยานพาหนะ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างปัจจุบันและปี 2020 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ AASHTO ได้เสนอเป้าหมายของการลดอัตราการเพิ่มของ VMT เหลือร้อยละ 1 ต่อปี

AASHTO เชื่อว่านโยบายของประเทศสหรัฐอเมริกาจะต้องรักษาสมดุลและช่วยลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกได้ ขณะเดียวกันก็ยังคงรักษาการขยายตัว VMT ในระดับที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ

(15) Sustainable Transportation: Problems and Solutions²²

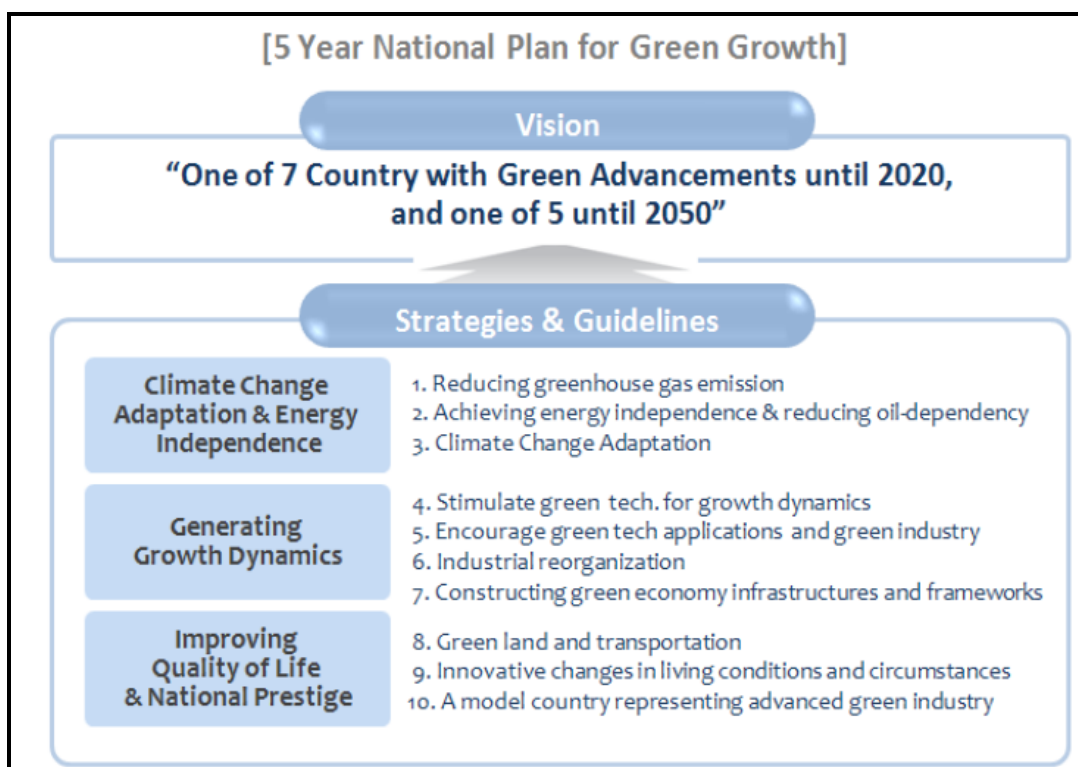
มีการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านการขนส่งของประเทศ ดังนี้

- 1) การกำหนดราคา (Pricing) เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางสำหรับผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อที่จะลดความต้องการด้านการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวลง ประกอบด้วย
 - การจัดเก็บค่าเดินทางในพื้นที่ที่มีการจราจรติดขัด (Congestion Pricing)
 - การจัดเก็บค่าใช้จ่ายในการใช้ช่องทางเฉพาะ เช่น HOT Lane
 - การจัดเก็บค่าใช้จ่ายในการจอดรถ
 - การจัดเก็บภาษีน้ำมัน
- 2) การวางผังเมือง (Urban Planning) ต้องมีการเชื่อมโยงระหว่างความต้องการเดินทางกับการใช้ที่ดิน มีการวางแผนการขยายตัวของเมือง และมีการกำหนดการใช้ที่ดินอย่างชัดเจน
- 3) การกำหนดนโยบาย (Policy) เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่นการบังคับใช้กฎหมายจำกัดความเร็ว เพื่อให้เกิดการขนส่งที่ยั่งยืน เป็นต้น
- 4) การให้การศึกษา (Education) เป็นการปลูกฝังความรู้และสร้างจิตสำนึกในการเดินทาง เช่น มารยาทในการขับรถ ประชาสัมพันธ์ประโยชน์การใช้จักรยาน เผยแพร่คุณประโยชน์จากการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น
- 5) การใช้เทคโนโลยี (Technology) เป็นการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น
 - การใช้ระบบโทรคมนาคมในการติดต่อสื่อสาร
 - การใช้พลังงานทางเลือก
 - การใช้รถยนต์ประหยัดพลังงาน
 - การใช้ระบบขนส่งอัจฉริยะในการจัดการจราจร

²² Sustainable Transportation: Problems and Solutions, William R. Black, 2010

(16) A Low-Carbon Green City Project in Korea²³

รัฐบาลเกาหลีใต้ ได้ตั้งคณะกรรมการ Green Growth ขึ้นเพื่อจัดทำแผนพัฒนาชาติและยุทธศาสตร์ Green Growth ซึ่งเป็นแผน 5 ปี ประกอบไปด้วย 3 ยุทธศาสตร์ และ 10 แนวทางการพัฒนา โดยมีวิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์และแนวทางในการพัฒนาที่สะอาดของประเทศเกาหลี ดังแสดงในรูปที่ 2.3-5



รูปที่ 2.3-5 แผน 5 ปีของโครงการ Green Growth

นอกจากนี้ แผนนโยบายดังกล่าวยังได้มีการนำไปจัดทำโครงการ Low Carbon Green City ซึ่งหมายถึง เมืองพัฒนาอย่างสะอาด ยั่งยืน และร่มรื่น เป็นเมืองที่ลดการปลดปล่อยคาร์บอนควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านเศรษฐกิจโดยเลือกพื้นที่บริเวณทะเลสาบ Gyungpo เป็นพื้นที่โครงการนำร่องเพื่อนำแผน Green Growth ไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

จะเห็นได้ว่า ปัจจุบันต่างประเทศเริ่มมีการส่งเสริมการเดินทางด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมกันอย่างแพร่หลาย มีทั้งการรณรงค์ให้ใช้ระบบขนส่งมวลชนระบบราง ระบบรถโดยสารสาธารณะ การเดินทางโดยไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport) เช่น การใช้จักรยาน เป็นต้น และควบคุมปริมาณการเดินทางที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีมาตรการจูงใจทางด้านเศรษฐศาสตร์หลายมาตรการที่ช่วยจำกัดการเป็นเจ้าของและการใช้รถยนต์ส่วนตัวซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางที่มีประสิทธิภาพต่ำให้ลดลงได้ เทคโนโลยีต่างๆ

²³ A Low-Carbon Green City Project in Korea, Korean Voluntary Carbon Credit Initiative for Low ,Han and Yun-Cheol, KEMCO, 2010

ก็เป็นอีกมาตรการหนึ่งที่นิยมอย่างแพร่หลายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น เชื้อเพลิงสะอาด หรือเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษต่ำ การใช้เทคโนโลยีสื่อสารแทนการเดินทาง เป็นต้น ข้อมูลจากการศึกษาทบทวนโครงการเหล่านี้จะใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะ มาตรการและจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยต่อไป

2.4 การทบทวนการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ

ในการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทในการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืนนั้น นอกจาก การรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการด้านการขนส่งที่ยั่งยืนและข้อมูลด้าน การปล่อยมลพิษจากยานพาหนะซึ่งถือเป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษาแล้ว เพื่อให้ การพัฒนาแผนแม่บทมีความถูกต้องสมบูรณ์ทั้งในด้านการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศให้เป็นไป ในทางที่ดีขึ้นและการลดการปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยรวม ที่ปรึกษาจึงได้ทบทวนผล การศึกษาและข้อมูลมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ จากรายงาน และโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ

เนื่องจากสำนักงานบริหารหนี้สาธารณะได้กำหนดให้มีการพัฒนาปรับปรุงมาตรฐาน MRT Assessment Standardisation โดยสร้างเป็นหลักการที่ใช้ได้เป็นการทั่วไป (Common Principle) สำหรับการประเมินการร่วมทุนของเอกชนในโครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ระบบรางที่อยู่ระหว่างการดำเนินงาน และที่จะเกิดขึ้นในอนาคตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 แต่ปรากฏว่ามาตรฐานดังกล่าวยังขาดความชัดเจนและความเป็นปัจจุบันของสมมติฐานต่างๆ ซึ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานศึกษานี้ คือ ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านสิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้ใช้ ค่า 5.0 บาทต่อคัน-กิโลเมตร (ราคาคงที่ปี พ.ศ. 2546) โดยอ้างอิงมาจากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของ รถยนต์ส่วนบุคคลที่ใช้เบนซินและดีเซล ในการศึกษาของ Mccubin & Delucchi ในปี พ.ศ. 2542 ดังนั้น เพื่อให้ สทช. ได้มีมาตรฐานอ้างอิงในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ ในภาคการขนส่งที่อาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ปรึกษาได้ทำการ รวบรวมข้อมูล การศึกษา รายงานต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการ ประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ เพื่อทำการวิเคราะห์ และ สังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระเบียบวิธี และแนวทางการศึกษาเพื่อประเมินมูลค่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อม และการจัดทำมาตรการเพื่อลดผลกระทบ ด้านมลพิษที่สืบเนื่องจากการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของมาตรการขนส่งที่ยั่งยืนต่อไป

จากการทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ที่ปรึกษาได้แบ่งแยกความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการปล่อย มลพิษจากยานพาหนะออกเป็นมลพิษจากการระบายไอเสียจากท่อไอเสียรถยนต์ซึ่งถือเป็น

มลพิษหลัก และโอโซนที่เกิดขึ้นจากระบบเชื้อเพลิงรถยนต์ ทั้งนี้ ผลกระทบจากมลพิษที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะนั้นสามารถพิจารณาได้ในเชิงของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ และผลกระทบในภาพรวม มลพิษที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์และสังคมในหลายระดับ ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระยะสั้น-ยาวต่างกันออกไป ผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงกับมนุษย์จะเป็นผลกระทบที่เห็นได้อย่างชัดเจนและสามารถประเมินมูลค่าได้ง่ายกว่าผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว เช่น ผลกระทบต่อการเกิดก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น

โดยทั่วไปการพิจารณาการประเมินผลกระทบจากมลพิษเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการด้านการขนส่ง มีขั้นตอนในการประเมิน ดังนี้

- (1) ประมาณการผลกระทบที่เกิดจากมลพิษในเชิงปริมาณ (ถ้าเป็นไปได้) เช่น ประมาณการปริมาณกิโลกรัมของมลพิษประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยตรง หรือประมาณการในรูปของอัตราการปล่อยมลพิษในหน่วย กรัมต่อไมล์ หรือกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณควบคู่กับข้อมูลปริมาณการเดินทางจากแบบจำลองการขนส่ง เพื่อให้ได้ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น
- (2) ประเมินปริมาณผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ สัตว์ พืชและอาคารสิ่งก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย ผลกระทบที่เกิดกับสุขภาพ ผลกระทบต่อการเกิดหมอกมลพิษ การเกิดภาวะฝนกรด และก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของมลพิษที่เกิดขึ้นนี้จะใช้เป็นพื้นฐานในการประเมินมูลค่าความเสียหายต่อไป
- (3) ประเมินมูลค่าทางการเงินของผลกระทบที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการศึกษาโครงการด้านการขนส่ง

สำหรับการวิเคราะห์โครงการด้านการขนส่ง โดยทั่วไป มูลค่าทางการเงินของผลกระทบด้านมลพิษจะใช้การประเมินมูลค่าจากปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นให้เป็นมูลค่าทางการเงินโดยจะไม่นำไปถึงการกระจายมลพิษในอากาศ (Dispersion) ซึ่งการประเมินในลักษณะนี้ไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ในรูปแบบ exposure-response

จากการทบทวนข้อมูล และรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง (EVA, 1991, Hausman, 1993, Johansson, 1993, Button, 1994, Verhoef, 1994, IOO, 1995, APAS, 1997, Quinet, 1994, 1998) สามารถรวบรวมวิธีการในการประเมินค่าความเสียหายจากประเด็นต่างๆ ได้ ดังนี้

- (1) การประเมินค่าความเสียหายหรือค่ารักษาพยาบาลอันเป็นผลมาจากการปลดปล่อยมลพิษจากภาคการขนส่ง (Resource Valuation หรือ Damage Cost Approach)
- (2) การประเมินค่าชดเชยที่รัฐจะต้องจ่ายเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายอันเป็นผลมาจากการปลดปล่อยมลพิษจากภาคขนส่ง (Avoidance Valuation หรือ Avoidance Cost Approach)

- (3) การประเมินค่าความเสี่ยงจากการเกิดความเสียหายอันเป็นผลมาจากการปลดปล่อยมลพิษจากภาคขนส่งโดยแปลงให้เป็นมูลค่าเงิน (Risk Approach)
- (4) การประเมินค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยการสำรวจแบบ State Preference (Contingent Valuation หรือ Utility Approach)

ในอดีตที่ผ่านมา ค่าความเสียหายที่เกิดจากมลพิษถือเป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนภายนอก (Externality Cost) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถประเมินได้โดยตรงในรูปของค่าใช้จ่ายของโครงการ ในการศึกษาที่ปรึกษาจึงได้ทำการรวบรวมวิธีการในการประเมินค่าใช้จ่ายต้นทุนภายนอก ในเบื้องต้นเพื่อให้สามารถประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) การประเมินโดยอิงจากราคาตลาด (Market Based) ได้แก่ ต้นทุนและราคาที่ต้องจากราคาตลาดทั่วไป ซึ่งเหมาะแก่การประเมินค่าความเสียหายหรือค่ารักษาพยาบาลอันเป็นผลมาจากการปล่อยมลพิษจากภาคขนส่ง (Damage Costs) และการประเมินค่าชดเชยที่รัฐจะต้องจ่ายเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายอันเป็นผลมาจากการปลดปล่อยมลพิษ (Avoidance Valuation หรือ Avoidance Cost Approach)
- (2) การประเมินโดยอิงจากราคาตลาดตัวแทน (Surrogate Market Based) เป็นการประเมินความเปลี่ยนแปลงของมูลค่าอสังหาริมทรัพย์ (Hedonic Pricing) ในพื้นที่ที่อาจจะมีมูลค่าเปลี่ยนไป ซึ่งเหมาะสำหรับการประเมินค่าความเสียหายในบริเวณที่มีมลพิษทางอากาศและมลพิษทางเสียงในระดับสูง
- (3) การประเมินโดยอิงจากผลการสำรวจความคิดเห็น (Opinion Based) เป็นการสำรวจทั่วไปหรือการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญถึงความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อที่จะได้สภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นหรือเงินชดเชยกับสภาพแวดล้อมที่เสียไปโดยอาศัยการสำรวจแบบ State Preference

อย่างไรก็ดี สำหรับการประเมินมูลค่าผลกระทบที่เกิดจากมลพิษมาเป็นมูลค่าทางการเงินนั้น Victoria Transport Policy Institute ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายจากมลพิษประเภทต่างๆ ในรูปมูลค่าทางการเงินไว้ โดยใช้การคำนวณด้วยการประเมินมูลค่าโดยวิธีการอ้างอิงจากราคาตลาด ทั้งนี้ในการศึกษาได้ใช้ค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายอันเป็นผลมาจากการปลดปล่อยมลพิษอ้างอิงในการคำนวณ ซึ่งมีมูลค่าดังแสดงในตารางที่ 2.4-1

ตารางที่ 2.4-1 มูลค่าทางการเงินจากความเสียหายของมลพิษประเภทต่าง ๆ

หน่วย: ดอลลาร์ออสเตรเลีย

ประเภทมลพิษ	มูลค่าความเสียหาย	
	ในเขตเมือง	นอกเมือง
Carbon monoxide (CO)	435	0
Nitrogen oxides (No _x)	5,419	8,789
Volatile organic compounds (VOC)	14,419	11,823
Particulate Matter (PM)	5,346	2,620
Carbon dioxide (CO ₂)	18.13	18.13

ที่มา: Transportation Cost and Benefit Analysis – Air Pollution Costs, Victoria Transport Policy Institute

สำหรับการประเมินมูลค่าทางการเงินของมลพิษจากยานพาหนะในการศึกษานี้ ในเบื้องต้นที่ปรึกษามีความเห็นว่าวิธีการประเมินโดยอิงจากราคาตลาด (Market Based) น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมูลค่าที่ใช้ในการประเมินจะมีแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้และมีความน่าเชื่อถือ และลักษณะของข้อมูลที่ประเมินยังมีความเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์โครงการขนาดใหญ่ในภาพรวมได้ดี นอกจากนี้วิธีการนี้ยังปราศจากอคติที่เกิดจากการประเมินโดยใช้แบบสอบถาม

2.4.2 การศึกษาต้นทุนของมลพิษทางอากาศ

งานศึกษาต้นทุนของมลพิษทางอากาศแบ่งออกเป็นงานศึกษาของประเทศไทยและงานศึกษาของต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) งานศึกษาต้นทุนของสุขภาพในประเทศไทย

1.1) **World bank (2004)**²⁴ ได้ศึกษาเรื่อง Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land Transport (DIESEL) ศึกษาต้นทุนของสุขภาพ (Health Cost) อันเกิดจากมลพิษประเภทต่าง ๆ ของประชาชนใน 6 เมืองหลักของประเทศไทย ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ขอนแก่น นครสวรรค์ เชียงใหม่ นครราชสีมา และสงขลา ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมีช่วงเวลาครอบคลุมระหว่างปี ค.ศ.1996 – 1999

ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าต้นทุนของสุขภาพมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 1 – 1.6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ระหว่างปีค.ศ. 1996 – 1999 โดยต้นทุนของสุขภาพในกรุงเทพมหานครมีสัดส่วนร้อยละ 65 ของต้นทุนของสุขภาพทั้งหมดใน 6 เมืองหลัก เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยต้นทุนของสุขภาพพบว่ามีความเท่ากับ 46 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 2,000 บาท

²⁴ World bank, 2004, Developing Integrated Emission Strategies for Existing Land-transport (DIESEL).

นอกจากนั้น ยังได้ประมาณการต้นทุนของสุขภาพระหว่างปี ค.ศ. 2001 – 2020 โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของ PM_{10} ทุกๆ $10 \mu g/m^3$ จะทำให้ประชาชนมีโอกาสป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจและมะเร็งปอดเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 – 8 โดยการพยากรณ์ค่าต้นทุนของสุขภาพดังกล่าวพยากรณ์ภายใต้สถานการณ์ดังนี้

- Low case คือ การเปลี่ยนแปลงของ GDP ร้อยละ 2 ต่อปี และสัดส่วน GDP ของกรุงเทพมหานคร ประมาณร้อยละ 1.5
- Base case คือ การเปลี่ยนแปลงของ GDP ร้อยละ 5 ต่อปี และสัดส่วน GDP ของกรุงเทพมหานคร ประมาณร้อยละ 4.5
- High case คือ การเปลี่ยนแปลงของ GDP ร้อยละ 8 ต่อปี และสัดส่วน GDP ของกรุงเทพมหานคร ประมาณร้อยละ 7.5

เมื่อคำนวณต้นทุนของสุขภาพพบว่า กรุงเทพมหานครมีต้นทุนของสุขภาพประมาณ 20,000 ล้านบาท และภายหลังจากการลงทุนขนาดกลางเพื่อควบคุมมลพิษพบว่าจะมีต้นทุนของสุขภาพต่อปีประมาณ 660 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2001 และมีต้นทุน 1,500 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2020 ขณะที่มูลค่าประโยชน์ที่ได้รับต่อปีมีค่าเท่ากับ 4,700 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และ 25,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐตามลำดับ

1.2) นันทวรรณและคณะ (2547)²⁵ ศึกษาโครงการประเมินอัตราการตาย อัตราการป่วย และผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร โดยทำการประเมินอัตราการตาย อัตราการป่วย และผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาความเต็มใจจ่าย (Willingness To Pay : WTP) เพื่อหลีกเลี่ยงอาการเจ็บป่วยในระบบทางเดินหายใจภายใน 1 วัน โดยรวบรวมข้อมูลผ่านการเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 87 ตัวอย่าง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time series) ซึ่งผลการวิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษต่อระบบทางเดินหายใจพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์ในครั้งนี้จึงได้ประเมินผลกระทบของฝุ่นละอองต่อการตายก่อนวัยอันควร แต่เนื่องจากในประเทศไทยยังมีข้อมูลดังกล่าวน้อย จึงต้องนำข้อมูลของสหรัฐอเมริกาไปปรับใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งให้ผลการศึกษาดังนี้

- (1) ในปี พ.ศ. 2542 United State Environmental Protection Agency (USEPA) ได้ประเมินค่า WTP ของการตายก่อนวัยอันควรต่อราย พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.6 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (284 ล้านบาท) นอกจากนี้พบว่า ผลกระทบจากฝุ่น

²⁵ นันทวรรณและคณะ, 2547. โครงการประเมินอัตราการตาย อัตราป่วย และผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร

ละอองในอากาศมีความสัมพันธ์กับการตายก่อนวัยอันควรเท่ากับ 900 รายจากการสัมผัสฝุ่นละอองในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้น สามารถประเมินค่า WTP ของการตายก่อนวัยอันควรได้เท่ากับ 255.6 พันล้านบาท (284x900)

- (2) คาดการณ์ว่าค่า WTP ของไทยมีค่าร้อยละ 50 ของค่า WTP ของสหรัฐอเมริกา ดังนั้น ค่า WTP ของการตายก่อนวัยอันควรของไทยจึงมีค่าเท่ากับ 127.8 พันล้านบาท (142x900)
- (3) ใช้สัดส่วนของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว (GDP per capita) ของไทยต่อสหรัฐอเมริกา ($7,500/25,800 = 0.3$) มาทำการคำนวณโดยเมื่อคำนวณแล้วพบว่าค่า WTP ของการตายก่อนวัยอันควรมีค่าเท่ากับ 76.5 พันล้านบาท $[(0.3 \times 284) \times 900]$
- (4) ใช้ค่าความแตกต่างระหว่างอัตราค่าจ้างของไทยกับสหรัฐอเมริกาซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2 มาคำนวณ ดังนั้นพบว่าค่า WTP ของการตายก่อนวัยอันควร มีค่าเท่ากับ 51.3 พันล้านบาท ($0.2 \times 284 \times 900$)

ดังนั้น ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครมีค่าอยู่ระหว่าง 51 – 256 พันล้านบาท

- 1.3) ประกาย (2007)²⁶** ประเมินมูลค่าความเต็มใจจ่าย และปัจจัยกำหนดมูลค่าความเต็มใจจ่าย (WTP) เพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในกรุงเทพมหานครจากประชาชนที่พักอยู่ในเขตจตุจักร ซึ่งสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่พักอาศัยอยู่ในแขวงจตุจักรและแขวงจอมพล โดยใช้เทคนิคการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินมูลค่าหรือ Contingent valuation method (CVM)

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 612.02 บาทต่อคนต่อปี และผลการประเมินมูลค่าความเต็มใจจ่ายรวมเพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพอากาศในเขตจตุจักรที่ประมาณค่าได้ประมาณ 57.32 ล้านบาทต่อปี สำหรับความเต็มใจจ่ายพบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรมีความเต็มใจที่จะได้รับการชดเชยมีค่าเฉลี่ย (Willing to accept) เท่ากับ 1,918.72 บาท/ปี

ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ มูลค่าที่เสนอถามมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม และกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับรายได้สูงมีแนวโน้มจะจ่ายเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศมากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้ต่ำ และความตระหนักทางด้านสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจจ่ายในทิศทางเดียวกัน

²⁶ ประกาย วีระวัฒนากุล, 2550. การศึกษาความเต็มใจจ่ายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครโดยเทคนิคการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินมูลค่า: กรณีศึกษาเขตจตุจักร, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- 1.4) Vassanadumrongdee and Matsuoka (2005)²⁷** ศึกษาหาความเต็มใจจ่ายสำหรับการลดความเสี่ยงจากการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากผลกระทบของมลพิษทางอากาศและอุบัติเหตุทางถนน โดยใช้เทคนิคการประเมินแบบ Contingent valuation method (CVM) ทำการศึกษาจากประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของ WTP สำหรับการลดผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศมีค่าระหว่าง 22 – 62 ดอลลาร์สหรัฐต่อคน และค่าเฉลี่ยของ WTP สำหรับการลดอุบัติเหตุทางถนนมีค่าระหว่าง 27 – 73 ดอลลาร์สหรัฐต่อคน นอกจากนี้ค่าคุณค่าของชีวิต (Value of Statistical Life: VOSL) มีค่าระหว่าง 0.74 – 1.32 ล้านดอลลาร์สหรัฐสำหรับการลดผลกระทบของมลพิษทางอากาศ และมีค่าระหว่าง 0.87 – 1.48 ล้านดอลลาร์สหรัฐสำหรับการลดอุบัติเหตุทางถนน
- 1.5) สุกัญญา (2541)** ทำการศึกษาเพื่อประเมินมูลค่าที่เกิดจากมลพิษทางอากาศในประเทศไทยโดยการประเมินมลพิษทางอากาศในภาคการขนส่ง โดยศึกษามลพิษทางอากาศ 4 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และอนุภาคสารแขวนลอย (SPM) ที่ปลดปล่อยออกมาจากการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งระหว่างปี พ.ศ.2540-2544 โดยได้สรุปผลว่าปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ตั้งแต่ปี 2541-2544) โดยภาคการขนส่งทางถนนมีสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง และเชื้อเพลิงที่มีปริมาณการใช้มากที่สุดในภาคการขนส่ง ได้แก่ น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว โดยมีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศดัง ตารางที่ 2.4-2

ตารางที่ 2.4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษทางอากาศ

ก๊าซมลพิษทางอากาศ	ปี พ.ศ.	
	2540	2544
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) (พันตัน)	1,497	1,794
ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO _x) (พันตัน)	472	670
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) (พันตัน)	198	265
อนุภาคสารแขวนลอย (SPM) (พันตัน)	28	36

ที่มา: สุกัญญา (2541)

สำหรับการประเมินมูลค่าของมลพิษที่เกิดขึ้นจากการปลดปล่อยมลพิษทั้ง 4 ชนิดรวมกันระหว่างปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2544 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.4-3

²⁷ Vassanadumrongdee and Matsuoka, 2005. "Risk Perceptions and Value of a Statistical Life for Air Pollution and Traffic Accidents: Evidence from Bangkok, Thailand," *Journal of Risk and Uncertainty*, Springer, vol. 30(3), pages 261-287.

ตารางที่ 2.4-3 มูลค่าของมลพิษทั้ง 4 ชนิดรวมกัน

ปี พ.ศ.	มูลค่าของมลพิษทั้ง 4 ชนิด (ล้านบาทไทยรัฐ)
2540	5,448
2541	5,921
2542	6,483
2543	6,957
2544	7,362

ที่มา: สักัญญา (2541)

- 1.6) **Chestnut et al. (1997)²⁸** ประเมินผลประโยชน์ต่อสุขภาพของประชาชนในกรุงเทพมหานครต่อการลดลงของ PM ในอากาศ โดยการใช้ข้อมูลจากงานศึกษาในสหรัฐอเมริกาพบว่าแม้รายได้ของประชากรในประเทศไทยจะคิดเป็นประมาณหนึ่งในสี่ของรายได้ของสหรัฐอเมริกา แต่ความเต็มใจจ่ายเพื่อหลีกเลี่ยงการป่วยจากโรคทางเดินหายใจใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม อาจเป็นผลจากมีวิธีการสำรวจต่างกัน

2) งานศึกษาต้นทุนของสุขภาพในต่างประเทศ

- 2.1) **Barron et al. (2007)²⁹** ทำการศึกษาต้นทุนของสุขภาพและมูลค่าประโยชน์ (ต้นทุนของการหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วย) จากประชาชนที่พักอาศัยในเขตอุตสาหกรรมในประเทศฮ่องกง สำหรับข้อสมมติในการศึกษานี้กำหนดให้ขนาดของเขตอุตสาหกรรมไม่มีการเปลี่ยนแปลง และการเพิ่มขึ้นของมลพิษและประชากรมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก การประเมินนี้ทำการศึกษาบนข้อสมมติฐานเมื่ออุตสาหกรรมยกเลิกการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีส่วนประกอบของ SO₂ ผลการคำนวณพบว่า เมื่อยกเลิกการใช้เชื้อเพลิงประเภทนี้แล้วทำให้ภาคอุตสาหกรรมมีต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 8.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และสำหรับต้นทุนในด้านสุขภาพพบว่ามีต้นทุนรวมสำหรับการไปพบแพทย์เท่ากับ 45 ดอลลาร์สหรัฐ (เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการอุดหนุนจากภาครัฐยังไม่ครอบคลุมและค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่ายา) เมื่อนำไปคำนวณต้นทุนของการหลีกเลี่ยงการไปพบแพทย์มีค่าอยู่ระหว่าง 25,700 ถึง 311,000 ดอลลาร์สหรัฐ ข้อจำกัดของการศึกษานี้ไม่ได้ประมาณมูลค่าของเวลาที่เสียไปจากการไปพบแพทย์ นอกจากนั้นยังขาดการคำนวณต้นทุนด้านสุขภาพสำหรับประชากรที่อยู่นอกเขตอุตสาหกรรม เนื่องจากประชากรในแต่ละพื้นที่จะมีต้นทุนที่แตกต่างกัน

²⁸ Chestnut et al., 1997. "Transferability of Air Pollution Control Health Benefits Estimates from the United States to Developing Countries: Evidence from the Bangkok Study". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 79, No. 5.

²⁹ Barron et al., 1995. Cost and Benefit of Air Quality Improvement in Hong Kong, *Contemporary Economic Policy*, 13 (4), 105-117.

2.2) Gupta (2008)³⁰ ทำการศึกษามูลค่าประโยชน์ (รูปแบบของการหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อสุขภาพ) ที่ได้รับจากการลดมลพิษภายในเมืองอุตสาหกรรมการ Kanpur ในประเทศอินเดีย ทำการประเมินต้นทุนของสุขภาพที่เกิดจากการสูญเสียรายได้จากการไม่ได้ทำงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากผลกระทบต่อสุขภาพจากปัญหามลพิษ

ผลการศึกษาพบว่า หากระดับของ PM₁₀ ลดลงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้วจะทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่ต้องสูญเสียรายได้จากการไม่ได้ไปทำงานเท่ากับ 129.67 รูปี และลดจ่ายค่ารักษาพยาบาลลง 35.80 รูปี (มูลค่ารวมของประชากร Kanpur ในเมืองเท่ากับ 112.05 ล้านรูปี) ความสูญเสียรวมที่ลดลงได้จากการปรับปรุงคุณภาพอากาศในเมือง Kanpur มีค่าเท่ากับ 224.55 ล้านรูปีต่อปี อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้รวมต้นทุนการป้องกันและต้นทุนค่าเสียโอกาสในรูปของเวลาที่เกิดการรอตรวจรักษา

2.3) Alberini et al. (1997)³¹ ทำการศึกษาค่าความเต็มใจจ่ายสำหรับหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศจากประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเมืองฮัวเลียน เกาสง และกรุงไทเป ประเทศไต้หวัน โดยใช้เทคนิค Contingent Valuation Method (CVM) เพื่อหาค่าความเต็มใจจ่ายผ่านแบบสอบถาม

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อหลีกเลี่ยงการเป็นไข้หวัดมีค่า 20.45 ดอลลาร์ไต้หวันต่อวัน และค่าความเต็มใจจ่ายกรณีเจ็บป่วยด้วยอาการอื่นๆ มีค่าเท่ากับ 30.73 ดอลลาร์ไต้หวันต่อวัน ขณะที่ค่าความเต็มใจจ่ายสำหรับหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วยในระยะเวลา 5 วัน กรณีที่หลีกเลี่ยงการเป็นไข้หวัดมีค่าความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 6.53 ดอลลาร์ไต้หวันต่อวัน และกรณีที่หลีกเลี่ยงการเจ็บป่วยด้วยอาการอื่นมีค่าความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 9.81 ดอลลาร์ไต้หวันต่อวัน เมื่อคิดมูลค่าประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงคุณภาพอากาศต่อวัน ค่าความสูญเสียจากความเจ็บป่วยลดลงได้ 262.58 ล้านดอลลาร์ไต้หวัน

2.4) Alberini and Krupnick (2000)³² ทำการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนของความเจ็บป่วยกับผลการประมาณค่าความเต็มใจจ่ายของการหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วยจาก PM₁₀ จากประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเมืองฮัวเลียน เกาสง และกรุงไทเป ประเทศไต้หวัน ผลการประมาณค่าความเต็มใจจ่าย (WTP) สำหรับหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วยต่อวันมีค่าเท่ากับ 25 ดอลลาร์ไต้หวัน และมีค่าเท่ากับ 43 ดอลลาร์ไต้หวันต่อ 5 วัน

³⁰ Gupta, 2008. Valuation of Urban Air Pollution: A Case Study of Kanpur City in India, *Environmental Resource Economics* (2008) 41:315–326.

³¹ Alberini et al., 1997. "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan," *Journal of Environmental Economics and Management*, Elsevier, vol. 34(2), pages 107-126, October.

³² Alberini and Krupnick, 2000. "Cost of Illness and Willingness to pay Estimates of the Benefits of Improved Air Quality: Evidence from Taiwan", *Land Economics*, 76(1).

(หรือ 8.18 ดอลลาร์ไต้หวันต่อวัน) เมื่อได้ค่าความเต็มใจจ่ายสามารถคำนวณค่าความเสียหายอันเกิดจากมลพิษพบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของ PM_{10} เพิ่มขึ้น ต้นทุนของการเจ็บป่วย (Cost of Illness: COI) ก็เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันค่าความเสียหาย (คิดจากค่าความเต็มใจจ่ายที่หาค่าออกมาได้ คำนวณจากผลรวมความน่าจะเป็นของความเจ็บป่วยคูณกับค่าความเต็มใจจ่ายสำหรับการหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วย) นอกจากนั้นยังแสดงค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ความสูญเสียรายได้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่า WTP กับ COI พบว่าค่า WTP สำหรับหลีกเลี่ยงความเจ็บป่วยจะมีค่ามากกว่าค่า COI

2.5) Yoo Seung-Hoon, Kwak Seung-Jun and Lee Joo-Suk (2010)³³ ศึกษาต้นทุนของสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อประชาชนในกรุงโซลโดยเทคนิคของ Choice experiment ภายใต้สถานการณ์สมมติว่ามลพิษหลัก (CO , NO_x , SO_2 , TSP, O_3) ลดลงร้อยละ 10 จะมีผลกระทบอย่างไรต่อการตายของประชากร การเจ็บป่วยของประชากร

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงโซลมีค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อลดมลพิษหลักลงร้อยละ 10 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ดอลลาร์สหรัฐต่อเดือน เมื่อพิจารณาค่าความเต็มใจจ่ายรวมจากประชากรที่พักอาศัยอยู่ในกรุงโซลจะมีค่าเท่ากับ 169.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี โดยเมื่อมลพิษหลักลดลงร้อยละ 10

- การตายของประชากรลดลง 29 คนจากประชากร 100,000 คน
- ความไม่สบายของประชากรลดลง 32 คนจากประชากร 100,000 คน

2.6) Rogat (1998)³⁴ ศึกษาความเต็มใจจ่ายของประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในเมือง Santiago ประเทศชิลี สำหรับลดการปล่อยมลพิษที่มาจากภาคการขนส่งร้อยละ 50 โดยวิธี CVM

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเต็มใจจ่ายรวมของประชากรทั้งหมดในเมือง Santiago (กรณีถามแบบ Lump Sum Payment) มีค่าเท่ากับ 173 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 53 ดอลลาร์ x จำนวนประชากร³⁵) ต่อมาค่าความเต็มใจจ่ายรวม (กรณีถามแบบจ่ายรายเดือน) ของประชากรที่พักอาศัยอยู่ในเมือง Santiago ต้องจ่ายในระยะเวลาสองปีมีค่าเท่ากับ 1.3 พันล้านดอลลาร์ ซึ่งคิดจากค่าความเต็มใจจ่ายของปีหนึ่ง (ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายแบบรายเดือนมีค่าเท่ากับ 17 ดอลลาร์ x จำนวนประชากร) บวกกับค่าความเต็มใจจ่ายของปีที่สอง

³³ Yoo Seung-Hoon, Kwak Seung-Jun and Lee Joo-Suk, 2010. Public's willingness to pay for preventing climate change, *Applied Economics Letters*, 2010

³⁴ Rogat, J., 1998. The Value of Improved Air Quality in Santiago De Chile.

³⁵ ประชากรในเมือง Santiago มีจำนวนเท่ากับ 3.26 ล้านคน (เป็นจำนวนประชากรที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป)

ซึ่งรวมอัตราคิดลด (Discount Rate ใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10) คูณกับจำนวนประชากร

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายได้แก่ ความสนใจในระดับ PM₁₀ ความเป็นเจ้าของรถยนต์ ระดับการศึกษา ระดับรายได้ของครัวเรือน และระดับราคาเสนอเริ่มต้นที่ผู้ตอบแบบสอบถามเผชิญ

นอกจากนี้ยังศึกษาโดยวิธี The Hedonic Approach ทำการศึกษาค่าความเต็มใจจ่ายสำหรับลด PM₁₀³⁶ ในเมือง Santiago ลดลงร้อยละ 50 พร้อมทั้งหาผลกระทบของมลพิษที่เกิดขึ้นต่อราคาที่พักอาศัย

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่าง³⁷ มีค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 1,384 ดอลลาร์สหรัฐ และเมื่อประมาณค่าความเต็มใจจ่ายจากประชากรรวมจะมีค่าเท่ากับ 1.57 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

- 2.7) McCubbin and Dclucchi (1999)³⁸** วิเคราะห์ต้นทุนของผลกระทบต่อสุขภาพที่มาจากมลพิษของการใช้รถยนต์ โดยทำการศึกษา Criteria pollutant ที่สำคัญ 4 ตัว ได้แก่ NO_x, CO, O₃ และ PM ซึ่งรวมถึง PM_{2.5} ด้วย แต่การศึกษานี้ไม่ได้รวม SO₂ เข้ามาในการศึกษาด้วย

การคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของแต่ละมลพิษคำนวณจาก

$$PP = PI \cdot \frac{PP^*}{PI^*}$$

โดย PP คือ ค่าประมาณของระดับมลพิษจริงที่เปลี่ยนแปลงไป

PI คือ ระดับมลพิษปีฐาน ในงานศึกษานี้ใช้ปี ค.ศ.1990

PP* / PI* คือ สัดส่วนของระดับมลพิษของการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังระดับมลพิษเปลี่ยนแปลงโดยกำหนดให้มีปีฐานเพื่อใช้ในการคำนวณ

- 2.8) Danielis and Chiabai (1998)³⁹** ประมาณค่าต้นทุนของมลพิษในประเทศอิตาลี โดยเฉพาะอย่างยิ่งหาอัตราการตายก่อนวัยอันควรจาก Total Suspended Particulates: TSP และต้นทุนที่อยู่ในรูปตัวเงินของมลพิษ (Monetary Cost) ดังแสดงในตารางที่ 2.4-4 เช่น มูลค่าการตายก่อนวัยอันควร ต้นทุนการปล่อย

³⁶ การศึกษาในส่วนนี้อ้างว่า เหตุที่ต้องเน้นมลพิษตัวนี้เพราะเป็นมลพิษหลักที่ก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่ามลพิษอื่นๆ

³⁷ ประชากรสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือ ครอบครัวที่พักอาศัยอยู่ในเมือง Santiago เท่ากับ 1.14 ล้านครอบครัว

³⁸ McCubbin and Dclucchi, 1999. "The Health cost of Motor-Vehicle-Related Air pollution", *Journal of Transport Economics and Policy*, 33(3),253-286.

³⁹ Danielis and Chiabai, 1998. "Estimating the Cost of Air Pollution from Road Transport in Italy", *Transportation Research*, 3(4), 249-258.

มลพิษ (ดอลลาร์/ตัน) ต้นทุนการปล่อยมลพิษของรถยนต์ และต้นทุนการปล่อยมลพิษต่อระยะทาง ส่วนค่า Dose-respond function และ Mortality coefficient นำมาจากการศึกษาที่ผ่านมา

ตารางที่ 2.4-4 การประมาณค่าต้นทุนของการตาย

ขนาดของเมือง (อ้างอิงจาก จำนวนครัวเรือน)	ค่าเฉลี่ยของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อัตราการตายก่อน วัยอันควรต่อ ประชากร 100,000	TSP mortality cost (ล้านดอลลาร์)	ต้นทุนต่อตันของ การปล่อย PM_{10} (ล้านดอลลาร์/ตัน)
20,000 -100,000	44.4	12.4	6,215.6	640.8
100,000- 500,000	67.8	18.9	2,994.0	977.7
มากกว่า 500,000	83.6	23.4	7,234.2	1,205.5
รวม	-	-	16,443.8	-
จำนวนการปล่อย PM_{10} (ตัน)				18,758.6
Total mortality cost (ล้านดอลลาร์)				16,443.8
ค่าเฉลี่ยของ mortality cost ต่อตันของ PM_{10}				876.6

2.9) The Department of Environment, Food and Rural Affairs: DEFRA

(2006)⁴⁰ ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของยุทธศาสตร์คุณภาพอากาศด้วยวิธีวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอหลักฐานทางเศรษฐศาสตร์ที่สนับสนุนยุทธศาสตร์คุณภาพอากาศ โดยให้ความสำคัญกับการใช้นโยบายดังกล่าวที่ครอบคลุมกลุ่มประเทศสหราชอาณาจักรเพื่อที่จะให้บรรลุเป้าหมายในการลดมลพิษหลักระหว่างปี ค.ศ. 2003 – 2010 รวมถึงการประเมินมูลค่าที่เป็นตัวเงินในรูปของต้นทุนและมูลค่าประโยชน์ โดยทำการศึกษาในมลพิษ 4 ชนิด คือ PM_{10} SO_x O_3 และ NO_x การประเมินมูลค่าผลกระทบต่อสุขภาพนี้ปรับใช้ค่าจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Chillton et al. (2004)⁴¹ และ Markandya et al. (2004)⁴² ทำการศึกษาใน 3 ประเทศที่เป็นสมาชิกสหภาพยุโรป และใช้ค่าประมาณของ Chillton et al. (2004) สำหรับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเป็น 14,280 ปอนด์ (ปี ค.ศ. 2002) และการเสียชีวิตจากโรคทางเดินหายใจก่อนวัยอันควรเท่ากับ 27,630 ปอนด์ (ปี ค.ศ. 2002) ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2.4-5

⁴⁰ DEFRA, 2006. An Economics Analysis to inform the Air Quality Strategy Review Consultation-Third Report of the Interdepartmental Group on Costs and Benefits.

⁴¹ Chillton, S., Covey, J., Jones-Lee, M., Loomes, G and Metcalf, H., 2004. Valuation of Health Benefits Associated with Reductions in Air Pollution. London

⁴² Markandya, A., Hunt, A., Alberini, A and Ortiz, R., 2004. The Willingness to pay for Mortality Risk Reductions: an EU 3-Country Survey. Bath: University of bath.

ตารางที่ 2.4-5 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา DEFRA (2006)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ยูโร ค.ศ. 2005)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM ₁₀	การตายจากโรคเรื้อรัง	0.1 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5} 0.3 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5} 0.6 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	29,000	21,700	36,200
	การตายเฉียบพลัน	0.75 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	15,000	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการทางโรคทางเดินหายใจ	0.80 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	รวม 1+2+3	1,900-9,100	1,900	9,600
	การรักษาด้วยอาการทางโรคทางโรคหัวใจ	0.80 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	รวม 1+2+3	2,000-9,100	2,000	9,800
SO ₂	การตายเฉียบพลัน	0.6 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	WTP	15,000	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการทางโรคทางเดินหายใจ	0.50 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	รวม 1+2+3	1,900-9,100	1,900	9,600
O ₃	การตายเฉียบพลัน	0.6 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ O ₃	WTP	15,000	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการทางโรคทางเดินหายใจ	0.50 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ O ₃	รวม 1+2+3	1,900-9,100	1,900	9,600
NO ₂	การรักษาด้วยอาการทางโรคทางเดินหายใจ ⁴³	0.50 % ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ O ₃	รวม 1+2+3	1,900-9,100	1,900	9,600

2.10) AEA Technology Environment (2005) หรือ โครงการ The Clean Air For Europe (CAFE, 2005)⁴⁴ ได้ประเมินต้นทุนและประโยชน์ของคุณภาพอากาศจากโปรแกรมคุณภาพอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์คือ ประเมินศักยภาพของต้นทุนและประโยชน์ของนโยบายปรับปรุงคุณภาพอากาศโดยใช้การวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของการใช้นโยบาย CAFE การวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของการใช้นโยบาย CAFE โดยทำการศึกษามลพิษหลักสองชนิด ได้แก่ PM และ โอโซน (O₃) ในรัศมี 50x50 ตารางกิโลเมตร

การหาค่าผลกระทบและความสูญเสียภายใต้กรณีต่างๆ คำนวณได้จาก

- 1) ผลกระทบ = มลพิษ x Stock at risk (จำนวนของความอ่อนไหว เช่น ประชาชน ระบบนิเวศวิทยา เป็นต้น) x concentration respond function
- 2) ความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ = ผลกระทบ x มูลค่าของความสูญเสีย
- 3) อัตราการตายเนื่องจาก PM_{2.5} = อัตราการตาย x ขนาดของประชากร x ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงต่อ $\mu\text{g} / \text{m}^3$ PM_{2.5} x การเปลี่ยนแปลง PM_{2.5}

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2.4-6

⁴³ ใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

⁴⁴ AEA Technology Environment, 2005. Service Contract for Carrying Out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Issues, In Particular in the Clean Air For Europe (CAFE) Programme.

ตารางที่ 2.4-6 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา CAFE (2005)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้น ที่จะมีผลต่อสุขภาพ	วิธีการประเมิน มูลค่า	มูลค่าที่เป็นตัวเงิน (ยูโร ณ ปี ค.ศ. 2000)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM	การตายจากโรคเรื้อรัง	6 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	52,000 (median) 120,000 (mean)	NA	NA
	การตายของทารก	4 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	Adult – child MRS	1.5 ล้าน	0.98 ล้าน	4 ล้าน
	โรคหลอดลมอักเสบ	7 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	190,000	120,000	250,000
	รักษาด้วยโรคทางเดินหายใจ	1.14 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	2,000	NA	NA
	รักษาด้วยโรคทางหัวใจ	0.6 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	2,000	NA	NA
	ข้อจำกัดการทำกิจกรรมต่อวัน	0.475 % per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	83/วัน (วัยทำงาน) 68/วัน (ผู้สูงอายุ) 130/วัน (คนที่รักษาตัว)	NA	NA
	สูญเสียเวลาทำงาน	0.46 % per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	82/วัน	NA	NA
	ข้อจำกัดการทำกิจกรรมเพียง เล็กน้อยต่อวัน	0.74 % per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	38/วัน	NA	NA
	โรคหอบหืด (เด็ก)	1.005 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	ต้นทุนทรัพยากร	1/ วัน	NA	NA
	โรคหอบหืด (ผู้ใหญ่)	1.010 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	ต้นทุนทรัพยากร	1/ วัน	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจ ส่วนล่าง (เด็ก)	1.04 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	280 / อาการ	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจ ส่วนล่าง (ผู้ใหญ่)	1.017 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	130 / อาการ	NA	NA
O ₃	การตายจากโรคเรื้อรัง	6 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	52,000 (median) 120,000 (mean)	NA	NA
	รักษาด้วยโรคทางเดินหายใจ	1.14 % per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	2000	NA	NA
	ข้อจำกัดการทำกิจกรรมเพียง เล็กน้อยต่อวัน	0.74 % per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2.5}	WTP	38/วัน	NA	NA
	โรคหอบหืด (เด็ก)	1.005 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	ต้นทุนทรัพยากร	1/วัน	NA	NA
	โรคหอบหืด (ผู้ใหญ่)	1.010 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	ต้นทุนทรัพยากร	1/วัน	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจ ส่วนล่าง (เด็ก)	1.04 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	WTP	280/อาการ	NA	NA

2.11) Fisher et al (2005)⁴⁵ ศึกษาผลกระทบและสุขภาพในนิวซีแลนด์กรณีศึกษาในเมือง Christchurch โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณต้นทุนทางสังคมและต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์อันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในประเทศนิวซีแลนด์ในมลพิษหลัก ได้แก่ PM และ Benzene

โดยทำการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ในรูปแบบของต้นทุนที่ประกอบด้วยต้นทุนอันเนื่องมาจากมลพิษที่อยู่ในรูปของค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศ ผลการศึกษาแสดงดังแสดงในตารางที่ 2.4-7

2.12) The United States Environment Protection Agency: US EPA (2004)⁴⁶ ทำการวิเคราะห์กฎระเบียบการควบคุมการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลประเภทไม่ใช้บนถนน โดยประเมินค่ามลพิษ PM₁₀ และ PM_{2.5} และ O₃ ประกอบด้วย 3 แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าประโยชน์

- 1) การคำนวณผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงทั่วไปประเทศสำหรับการปล่อย NO SO และ PM ในปี ค.ศ. 2020
- 2) แบบจำลองคุณภาพอากาศสำหรับปี ค.ศ. 2020 และ ค.ศ. 2030 ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของมลพิษของ PM และ O₃ ที่มีต่อแบบจำลองพื้นฐานและแบบจำลองกรณีต่างๆ
- 3) วิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่อสุขภาพและสวัสดิการในเชิงกายภาพและตัวเงินจากการเปลี่ยนแปลงของมลพิษ

การคำนวณ Damage function ใช้เพื่อคำนวณค่าประโยชน์รวมของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศ นำมาจากการหาค่า WTP และ COI ผลการวิเคราะห์แสดงดังแสดงในตารางที่ 2.4-8

⁴⁵ Fisher et al., 2005. Health and Air Pollution in New Zealand: Christchurch Pilot Study.

⁴⁶ US EPA, 2004. Final Regulatory Analysis: Control of Emissions from Nonroad Diesel Engines.

ตารางที่ 2.4-7 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา Fisher et al (2005)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ยูโร 2005)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM ₁₀	อัตราการตาย	4.3 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อการเพิ่ม 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM ₁₀	WTP	750,000	156,000	1,048,000
	หลอดลมอักเสบเรื้อรัง	9.8 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อการเพิ่ม 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM ₁₀	WTP	170,000	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจส่วนล่าง (เด็ก)	2.28 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อการเพิ่ม 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM ₁₀	WTP	2,700	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจส่วนล่าง (ผู้ใหญ่)	0.85 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อการเพิ่ม 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM ₁₀	WTP	3,675	NA	NA
	ค่าใช้จ่ายเล็กน้อยในโรงพยาบาล	NA	WTP	200,000/ปี	NA	NA
	จำกัดการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน	NA	WTP	150/วัน	NA	NA
เบนซิน	มะเร็ง	6×10^{-6} สำหรับการเพิ่ม 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM ₁₀	WTP	750,000	NA	NA

2.13) The United States Environment Protection Agency:US EPA (1999)⁴⁷

วิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของกฎหมายคุณภาพอากาศปี ค.ศ. 1990 ถึง ค.ศ. 2010 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับประโยชน์และต้นทุนทางสังคม สวัสดิการ รวมถึงคุณประโยชน์ต่อระบบนิเวศที่เกิดขึ้นเมื่อใช้มาตรการคุณภาพอากาศซึ่งใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการศึกษามลพิษที่สำคัญ 5 ชนิด ได้แก่ PM, NO, CO, O₃ และ SO₂ ซึ่งเป็นมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้นโยบายคุณภาพอากาศนี้โดยมีข้อสมมติว่าการเคลื่อนย้ายของประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจเหมือนเดิม ผลการวิเคราะห์แสดงดังแสดงในตารางที่ 2.4-9

⁴⁷ US EPA, 1999. The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010.

ตารางที่ 2.4-8 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา US EPA (2004)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ดอลลาร์ 1999)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM _{2.5}	อัตราการตายก่อนวัยอันควร	6.2 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}	WTP	5.5 ล้าน	1 ล้าน	10 ล้าน
	อัตราการตายของทารก	4 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}		NA	NA	NA
	หลอดลมอักเสบ	1.4 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}	WTP	340,000	NA	NA
	หลอดลมอักเสบเฉียบพลัน	2.8 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}		360	NA	NA
	รับการรักษาด้วยอาการทางโรคหัวใจ	NA	COI	18,387	NA	NA
	รับการรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	NA	COI	12,378 ปอดอุดตัน 14,693 ปอดบวม 6,634 หลอดลม	NA	NA
	การเข้าห้องฉุกเฉินจาก โรคหอบหืด	1.5 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5} 1.7 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5} (มลพิษอื่น)	COI	286	NA	NA
	โรคหัวใจชนิดไม่ร้ายแรง	2.4 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}	COI	66,902 (0-24ปี) 74,676 (25-44ปี) 78,834 (45-54ปี) 140,649(55-65ปี) 66,902 (>65ปี)	NA	NA
	โรคหอบหืดกำเริบ	NA	WTP	42	NA	NA
	ทางเดินหายใจส่วนล่าง	1.9 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}	WTP	16	NA	NA
	ทางเดินหายใจส่วนบน PM ₁₀	0.4 % ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}	WTP	51	NA	NA
	การจำกัดการทำกิจกรรมเล็กน้อย	0.7% ต่อ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM _{2.5}		75	NA	NA
โอโซน	เข้าโรงพยาบาลจากโรคทางเดินหายใจ	NA	COI	12,378 ปอดอุดตัน 14,693 ปอดบวม	NA	NA
	การเข้าห้องฉุกเฉินจาก โรคหอบหืด	NA	COI	286	NA	NA
	การขาดเรียน	NA	โอกาสขอผู้ปกครอง	75	NA	NA
	การจำกัดการทำกิจกรรมเล็กน้อย	0.2% ต่อ 1 ppb O ₃	WTP	51	NA	NA
	ผลิตผลของพนักงาน	15% ต่อ 1 ppb O ₃		0.95		

ตารางที่ 2.4-9 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา US EPA (1999)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ดอลลาร์ 1990)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM	อัตราการตาย	6.4% ต่อ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ $\text{PM}_{2.5}$	WTP	4,800,000	NA	NA
	โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง	NA	WTP	260,000	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	NA	COI	6,900	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการโรคหัวใจ	NA	COI	9,500	NA	NA
	เข้าห้องฉุกเฉินด้วยโรคหอบหืด	NA	WTP	194	NA	NA
	หลอดลมอุดตัน	2.8% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ $\text{PM}_{2.5}$	WTP	45	NA	NA
	หลอดลมอักเสบหรือหอบหืดมีปัญหา	0.06% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ $\text{PM}_{2.5}$	WTP	32	NA	NA
	โรคทางเดินหายใจเฉียบพลัน	0.05% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10}	WTP	18	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจส่วนบน	0.36% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10}	WTP	19	NA	NA
	อาการทางเดินหายใจส่วนล่าง	1.8% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ $\text{PM}_{2.5}$	WTP	12	NA	NA
	หายใจถี่ แน่นหน้าอก	0.8% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10}	WTP	5.3	NA	NA
	เสียเวลาทำงาน	0.5% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ $\text{PM}_{2.5}$	WTP	83	NA	NA
	จำกัดกิจกรรม	0.7% ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10}	WTP	38	NA	NA
O ₃	โรคหอบหืดเรื้อรัง	0.7 % ต่อ 1 ppb O ₃	WTP	25,000	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	NA	COI	6,900	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการโรคหัวใจ	NA	COI	9,500	NA	NA
	เข้าห้องฉุกเฉินด้วยโรคหอบหืด	NA	WTP	194	NA	NA
	หลอดลมอักเสบหรือหอบหืดมีปัญหา	0.2 % ต่อ 1 ppb O ₃	WTP	32	NA	NA
	โรคทางเดินหายใจเฉียบพลัน	0.01% ต่อ 1 ppb O ₃	WTP	18	NA	NA
	จำกัดกิจกรรม	0.2 % ต่อ 1 ppb O ₃	WTP	38	NA	NA
NO ₂	การรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	NA	COI	6,900	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการโรคหัวใจ	NA	COI	9,500	NA	NA
	โรคทางเดินหายใจเฉียบพลัน	2.8 % ต่อ 1 ppb NO ₂	WTP	18	NA	NA
SO ₂	การรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	0.4% ต่อ 1 ppb SO ₂	COI	6,900	NA	NA
	การรักษาด้วยอาการโรคหัวใจ	NA	COI	9,500	NA	NA
	หายใจถี่ แน่นหน้าอก	0.6% ต่อ 1 ppb SO ₂	WTP	5.3	NA	NA
CO	การรักษาด้วยอาการโรคหัวใจ	NA	COI	9,500	NA	NA

2.14) Seethaler (1999)⁴⁸ ประเมินต้นทุนของสุขภาพของการขนส่งทางบกอันเนื่องมาจากมลพิษใน 3 ประเทศในสหภาพยุโรป ฝรั่งเศส ออสเตรีย และ สวิตเซอร์แลนด์ โดยทำการศึกษาในมลพิษ PM เพียงชนิดเดียว ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2.4-10

⁴⁸ Seethaler, 1999. Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution.

ตารางที่ 2.4-10 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษจากงานศึกษา Seethaler (1999)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ยูโร ณ ปี ค.ศ. 1999)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM ₁₀	อัตราการตาย	4.3%	WTP	1.4 ล้าน	0.9 ล้าน	NA
	เข้ารับการรักษาด้วยอาการทางระบบทางเดินหายใจ	1.3%	WTP	7870	NA	NA
	เข้ารับการรักษาด้วยโรคหัวใจ	1.3%	WTP	7870	NA	NA
	โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง	9.8%	WTP	209,000	NA	NA
	โรคหลอดลมอุดตัน	30.6%	WTP	134	NA	NA
	จำกัดการทำกิจกรรม	9.4%	WTP	94	NA	NA
	โรคหืดหอบ	4.4%	WTP	31	NA	NA
	ในเด็ก (อายุน้อยกว่า 15)	3.9%				
	ในเด็ก (อายุมากกว่า 15)					

2.15) The New South Wales Department of Environment and Conservation:

DEC (2005)⁴⁹ ศึกษาต้นทุนของสุขภาพเนื่องจากมลพิษจากการขนส่งทางบก โดยประมาณค่าต้นทุนของสุขภาพจากประชากรที่พักอาศัยอยู่ในเมืองสำคัญในประเทศออสเตรเลีย เช่น Sydney Wollongong/Illawarra และ Newcastle/Hunter ทำการประเมินต้นทุนของสุขภาพจาก PM₁₀ ที่มาจากภาคการขนส่งทางถนนเพียงชนิดเดียว ประมาณจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ จากงานของ Kunzli et al (1999)

$$P_0 = \frac{P_e}{1 + [(RR - 1)(E - B) / 10]}$$

โดยที่

P₀ คือ ประชากรที่ได้รับผลกระทบ

P_e คือ ประชากรที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ

E คือ ค่าเฉลี่ยของระดับมลพิษ

B คือ ระดับมลพิษที่มีการปล่อย 7.5% $\mu g / m^3$ ของ PM₁₀

RR คือ ระดับของมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพที่ใช้ในการศึกษา

ประมาณการต้นทุนของสุขภาพอยู่ในรูปของ WTP และ COI โดยผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2.4-11

⁴⁹ DEC, 2005. Air Pollution Economics-Health Costs of Air Pollution in the Greater Sydney Metropolitan Region.

ตารางที่ 2.4-11 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา DEC (2005)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ดอลลาร์ออสเตรเลีย 2003)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM ₁₀	อัตราการตาย	4.3% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	WTP	NA	1004000	2500000
	หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (ผู้ใหญ่)	9.8% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	WTP	NA	214000	569000
	เข้ารับรักษาตัวด้วยอาการระบบทางเดินหายใจ	0.8% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COI	NA	3880	4660
	เข้ารับรักษาตัวด้วยโรคหัวใจ	0.9% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COI	NA	7000	8400
	โรคหลอดลมอุดตัน (อายุน้อยกว่า 15)	30.6% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	COI	NA	220	659
	โรคหอบหืด (มากกว่า 15 ปี)	4.4% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	WTP	NA	22	97
	โรคหอบหืด(อายุน้อยกว่า 15 ปี)	0.4% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	WTP	NA	22	97
	จำกัดการทำการกิจกรรม	9.4% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	สูญเสียกำลังการผลิต	NA	190	228

Bureau of Transport and Regional Economics: BTRE (2005)⁵⁰ ศึกษาต้นทุนของสุขภาพอันเนื่องมาจากมลพิษจากการขนส่งทางบก โดยทำการประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบต่อสุขภาพที่มาจากมลพิษจากภาคการขนส่ง การศึกษานี้ทำการประเมินผลกระทบของสุขภาพที่มาจาก PM₁₀ ซึ่งเป็นมลพิษเพียงชนิดเดียว การคำนวณต้นทุนนี้จะหาค่ามาจากวิธีทุนมนุษย์ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 2.3-12

ตารางที่ 2.4-12 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษของงานศึกษา BTRE (2005)

มลพิษ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับความเข้มข้นที่ได้รับ	วิธีการประเมิน	มูลค่าเป็นตัวเงิน (ดอลลาร์ออสเตรเลีย 2000)		
				กลาง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
PM ₁₀	อัตราการตาย	4.3% ต่อ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ทุนมนุษย์	1.3 ล้าน	NA	NA
		ต้นทุนของความผิดปกติ	ทุนมนุษย์	ต้นทุนของความผิดปกติ 0.8 ล้าน	NA	NA
			ทุนมนุษย์	ต้นทุนรวม 2.7 ล้าน	NA	NA

⁵⁰ BTRE, 2005. Health Impacts of Transport Emissions in Australia: Economic Costs.

2.16) Jalaludin, et al. (2009)⁵¹ ได้ทำการสรุปงานศึกษาที่วิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุน (Cost-Benefit Analysis: CBA) ของมลพิษทางอากาศ โดยทำการรวบรวมรายงานผลการศึกษาด้าน Cost Benefit Analysis (CBA) ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะมลพิษอากาศในบรรยากาศทั่วไปจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลีย โดยได้เน้นในเรื่องวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายในเชิงเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบจากสภาวะมลพิษอากาศในบรรยากาศที่มีต่อสุขภาพพร้อมทั้งได้ระบุและอธิบายในรายละเอียดของความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่มีอยู่ในการประเมิน ประเด็นที่ยังมีความขัดแย้งกันอยู่ และช่องว่างขององค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการของ CBA นอกจากนี้ยังได้ให้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการดำเนินการเมื่อประสบกับปัญหาเหล่านี้ไว้ด้วย

ผลจากการรวบรวมและสรุปเพื่อเปรียบเทียบการศึกษาด้าน Cost Benefit Analysis (CBA) ที่เกี่ยวข้องกับสภาวะมลพิษอากาศในบรรยากาศทั่วไปจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลียที่มีอยู่รวม 8 ฉบับ ได้แบ่งเป็นประเด็นสำคัญ 4 ประเด็นดังนี้

- สารมลพิษในบรรยากาศ (Ambient air pollutant)
- ผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Effects)
- ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนอง (Concentration-response functions)
- การประเมินผลกระทบเป็นจำนวนเงิน (Monetary valuations)

โดยทั้ง 4 ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญที่ต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนนำมาใช้ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากสภาวะมลพิษอากาศในบรรยากาศโดยวิธี CBA ประเด็นที่ต้องมีการพิจารณาในแต่ละหัวข้อมีสาระโดยสรุปดังนี้

(1) สารมลพิษในบรรยากาศ (Ambient air pollutant)

สภาวะมลพิษในบรรยากาศ โดยทั่วไปเกิดขึ้นจากสารมลพิษหลายๆ ชนิดที่ผสมปนกันอยู่ในบรรยากาศและมีความเข้มข้นสูงพอที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่สัมผัสกับมันได้ โดยพบว่ามีการศึกษา CBA ของสารมลพิษรวม 6 ชนิดด้วยกันได้แก่ ฝุ่นละออง (PM₁₀ และ PM_{2.5}) ก๊าซโอโซน (O₃) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซ

⁵¹ Jalaludin Salkeld Morgan Beer and Nisar, 2009. A methodology for cost benefit analysis of ambient air pollution Health effect

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไอเบนซีน (Benzene) ซึ่งได้เน้นมลพิษที่เกี่ยวข้องกับภาคการขนส่งทั้งสิ้น

ประเด็นที่ต้องมีการพิจารณาในส่วนนี้ก็คือ จะเลือกสารมลพิษตัวใดบ้างมาใช้ในการศึกษาโดยวิธี CBA เนื่องจากความเข้มข้นของสารมลพิษเหล่านี้ในบรรยากาศหลาย ๆ ตัวจะมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ดังนั้นถ้าใช้วิธีการนำผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากสารมลพิษแต่ละตัวมารวมกันทั้งหมดก็จะได้ค่าการประเมินที่เกินจริง (Overestimate) จึงมักใช้วิธีเลือกมลพิษเพียงตัวเดียวเป็นตัวแทน (A single index pollutant) ซึ่งจะครอบคลุมผลกระทบส่วนใหญ่ที่เกิดจากสารมลพิษอากาศเหล่านี้ได้ โดย WHO (World Health Organization, 2006 อ้างใน Jalaludin et al., 2009) ได้แนะนำให้ใช้ฝุ่นละอองหรือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) เป็น “A single index pollutant” ในการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากแหล่งมลพิษอากาศที่มีกำเนิดจากภาคการขนส่ง กรณีที่เลือกใช้ฝุ่นละอองเป็น “A single index pollutant” จะมีข้อมูลที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนและมีการศึกษาในเชิงระบาดวิทยาอย่างกว้างขวางในรูปของฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนอง (Concentration-response functions) ดังนั้นในรายงาน CBA หลายฉบับจึงได้เลือกใช้ฝุ่นละอองเพียงตัวเดียวในการศึกษา เช่น การศึกษาของประเทศออสเตรเลีย (BTRE, 2005 และ DEC, 2005 อ้างใน Jalaludin et al., 2009) และการศึกษาของกลุ่ม 3 ประเทศในยุโรป (Seethaler, 1999 อ้างใน Jalaludin et al., 2009) เป็นต้น แต่การเลือกใช้สารมลพิษตัวใดตัวหนึ่งเพียงตัวเดียวอาจไม่สามารถครอบคลุมผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งหมด จึงอาจมีผลให้การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimate) ได้เช่นกัน ดังนั้นการเพิ่มชนิดของสารมลพิษอากาศตัวที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ Index pollutant เช่น เลือกฝุ่นละอองเป็น Index pollutant อาจเพิ่มก๊าซโอโซนอีกตัวหนึ่งในบางพื้นที่ศึกษาเพื่อช่วยแก้ปัญหาของการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพต่ำกว่าความเป็นจริงได้ ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของ Jalaludin et al. (2009) พบว่ามีรายงานการศึกษา 3 ใน 8 ฉบับที่เลือกใช้ฝุ่นละอองเพียงตัวเดียวในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสุขภาพ ส่วนอีก 5 ฉบับมีการเลือกสารมลพิษตัวอื่นๆ มาศึกษาร่วมด้วย

(2) ผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Effects)

ผลกระทบของสารมลพิษอากาศต่อสุขภาพส่วนใหญ่ที่มีข้อมูลอยู่มากเป็น การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองและก๊าซโอโซน ทั้งนี้ Jalaludin และ

คณะ (Jalaludin et al., 2009) ได้ทำการรวบรวมผลกระทบของสารมลพิษอากาศที่มีต่อสุขภาพจากรายงานการศึกษาทั้ง 8 ฉบับ โดยแบ่งเป็นผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากสารมลพิษอากาศฝุ่นละออง ก๊าซโอโซน และก๊าซอื่นๆ อีก 4 ชนิด ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไอเบนซีน (Benzene) ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพหลักๆ ก็จะประกอบไปด้วยการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรซึ่งมีทั้งเสียชีวิตจาก Short-term exposure และ Long-term exposure และการเจ็บป่วยซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเจ็บป่วยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ โรคปอด เป็นต้น ตลอดจนการเจ็บป่วยมีทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง รวมถึงมีผลทำให้สูญเสียเวลาทำงาน ถูกจำกัดกิจกรรมในการทำงาน

(3) ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนอง (Concentration- response functions)

ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนอง ในที่นี้หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการตอบสนองในกลุ่มประชากรที่ศึกษาต่อ 1 หน่วยของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศในบรรยากาศ ตัวอย่างของฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนอง เช่น ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น $PM_{2.5}$ กับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรที่เกิดจากฝุ่น $PM_{2.5}$ โดยพบความสัมพันธ์นี้เมื่อความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นทุกๆ $10 \mu g/m^3$ จะทำให้การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรที่มีสาเหตุมาจาก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น 6% เป็นต้น

ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารมลพิษกับการตอบสนองในรูปของผลกระทบต่อสุขภาพนี้สามารถนำไปใช้ในการประเมินหาจำนวนของประชากรที่ต้องเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Long-term exposure และ Short-term exposure) และการเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง การเจ็บป่วยเล็กน้อยๆ ที่มีสาเหตุมาจากการสัมผัสกับสารมลพิษตัวใดตัวหนึ่งที่ทำการศึกษาได้ ซึ่งการศึกษาหาความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง โดยทั่วไปถ้ามีข้อมูลฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นกับการตอบสนองของสารมลพิษในอากาศตัวที่กำลังศึกษาอยู่สามารถพิจารณานำมาใช้ได้ ซึ่งบางครั้งอาจจะมีหลายค่าให้เลือกใช้ ก็ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับกลุ่มของประชากรที่ทำการศึกษาด้วย

(4) การประเมินผลกระทบเป็นจำนวนเงิน (Monetary valuations)

การที่สามารถกำหนดมูลค่าของผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากมลพิษอากาศเป็นจำนวนเงินได้ทำให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลดความเสี่ยงในการเสียชีวิตหรือเจ็บป่วยกับผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการลดความเสี่ยงดังกล่าวได้ และนำไปสู่การตัดสินใจว่าจะดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงลงหรือไม่

Jalaludin et al. (2009) ได้รวบรวมมูลค่าของผลประโยชน์ในเชิงเศรษฐศาสตร์จากรายงานการศึกษา CBA ทั้ง 8 ฉบับ พบว่าการหลีกเลี่ยงจากการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Avoiding premature mortality) เป็นประเภทที่ให้ผลประโยชน์ตอบแทนในรูปของเงินสูงที่สุด โดยการประเมินการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเป็นเงินนั้น มีแนวทางในการประเมินมูลค่าได้ 2 แนวทางด้วยกัน ดังนี้

- 1) ประเมินจากมูลค่าชีวิตเชิงสถิติ (Value of a statistical life, VOSL)
- 2) ประเมินจากมูลค่าชีวิตที่สูญเสียไป 1 ปี (Value of life lost year)

ผลจากการวิเคราะห์งานศึกษาทั้ง 8 งานศึกษา Jalaludin et al. (2009) มีข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินคุณภาพอากาศ การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ และการประเมิน มูลค่าที่เป็นตัวเงินของผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนี้

การประเมินคุณภาพอากาศ

- (1) การประเมินระดับของมลพิษทางอากาศจากข้อมูลที่มีอยู่ ความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้น 2 รูปแบบ
 - 1) ไม่จำเป็นต้องประมาณระดับของมลพิษทุกๆ ชนิดของมลพิษ
 - 2) มีความไม่สมบูรณ์ของการปล่อยมลพิษและข้อมูลอนุกรมวิธาน
- (2) การกระจายตัวของมลพิษระหว่างพื้นที่ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีค่าที่แตกต่างกัน
- (3) แหล่งที่มาของมลพิษ การศึกษาส่วนใหญ่เกิดจากภายใต้ข้อสมมติของนโยบายที่ต้องการศึกษาและสมมติว่าประชาชนทุกคนปฏิบัติตามทั้งหมด
- (4) การประเมินจำนวนประชากรที่สัมผัสมลพิษ การคำนวณต้องประกอบด้วยระดับมลพิษ ระยะเวลา และจำนวนประชากรที่สัมผัส ในทางปฏิบัติจะมีจำนวนที่ไม่แน่นอน

การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ จะต้องประกอบด้วย

(1) มลพิษที่จะใช้ทำการศึกษา

ดัชนีของมลพิษที่จะใช้ในการศึกษาจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับมลพิษชนิดอื่นๆ ซึ่งจะมีผลต่อวิธีการศึกษาและขอบเขตของการศึกษา

(2) PM แบบใดที่จะใช้ในการศึกษา

ส่วนใหญ่ใช้ PM_{10} ในการศึกษามากกว่า $PM_{2.5}$ เพราะมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีน้ำหนักและน่าเชื่อถือมากกว่า

(3) การเลือกผลกระทบต่อสุขภาพที่จะทำการประเมิน

จะต้องเลือกผลกระทบต่อสุขภาพที่จะทำการประเมิน CBA โดยต้องมีผลการศึกษาที่เชื่อมโยงกับมลพิษที่เกิดขึ้นกับมลพิษนั้น

(4) การเลือกระดับมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพ (Concentration-response function)

ต้องนำค่ามาจากการศึกษาที่มีการอ้างอิงกันอย่างแพร่หลายและนิยมใช้เพื่อการประเมิน CBA

(5) การเลือกเกณฑ์ของมลพิษที่จะก่อนให้ผลกระทบต่อสุขภาพที่ใช้ในการศึกษา

การประเมิน CBA ควรสมมติว่าเกณฑ์สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพไม่ได้มาจากมลพิษที่ใช้ในการศึกษา หรือส่วนใหญ่มาจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

(6) ความเป็นไปได้ของแหล่งที่มาของมลพิษ

หากยังไม่มีข้อมูลที่ดีของระดับมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพก็ให้ลองคำนวณดูเสียก่อน

(7) Generalisability ของระดับมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพ

การนำระดับมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพจากงานศึกษาอื่นมาใช้ ควรพิจารณาว่างานศึกษานั้นมีขั้นตอนการศึกษาและการหาระดับมลพิษที่จะมีผลต่อสุขภาพนั้นมาจากงานศึกษาอื่นๆ มากน้อยเพียงใด

(8) การนับผลกระทบต่อสุขภาพซ้ำ

ควรจำกัดจำนวนของมลพิษที่ใช้ในการศึกษาและจำนวนของผลกระทบต่อสุขภาพที่ต้องการประเมินใน CBA และทำการประเมินค่าเมื่อมีหลักฐานที่ชัดเจน

(9) ผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้นและระยะยาว

ไม่ควรรวมการคำนวณผลกระทบในระยะสั้นและระยะยาวเข้าด้วยกัน
เนื่องจากระดับมลพิษที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพนั้นแตกต่างกัน

(10) การตายก่อนวัยอันควร

1) จำนวนการตายหรือจำนวนปีของอายุที่น้อยลง

การประเมินจะอยู่ในรูปของจำนวนปีที่สูญเสียไปมากกว่าจำนวนคนที่
ตายไป ส่วนใหญ่ใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อหาปัจจัยกำหนด
ต้นทุนและประโยชน์ที่ได้รับ

2) ผลกระทบในระยะสั้นและระยะยาว

ไม่ควรคำนวณผลกระทบร่วมกันเนื่องจากมีระดับผลกระทบต่อสุขภาพ
แตกต่างกัน

การประเมินมูลค่าที่เป็นตัวเงินของผลกระทบต่อสุขภาพ

(1) วิธีการประเมินมูลค่า

ส่วนใหญ่จะใช้ค่าที่ได้จากการหาค่าความเต็มใจจ่ายมาเพื่อประเมินมูลค่านี้
หากไม่มีค่าความเต็มใจจ่ายในประเด็นนั้นก็ใช้ค่าจากการศึกษาอื่นแทน และ
ใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อประเมินมูลค่าในกรณีที่เกิดความไม่
แน่นอน

(2) มูลค่าการตายก่อนวัยอันควร

1) ควรใช้วิธี WTP ในการประเมินมูลค่าการตายก่อนวัยอันควรดีกว่าใช้วิธี
ทุนมนุษย์ (Human capital method)

2) การประมาณค่า Value of Statistical Life: VOSL ทั่วไปของมลพิษทาง
อากาศซึ่งเกี่ยวข้องกับ CBA ควรระบุให้ชัดว่าค่าที่ได้มาจากมลพิษ
ชนิดใด การใช้ค่า VOSL ส่วนใหญ่ที่แนะนำให้ใช้ก็คือ ผลการศึกษาที่
ทำในประเทศออสเตรเลีย

3) หากไม่มีการประมาณค่าที่แม่นยำก็ให้กำหนดว่า ค่าการตายก่อนวัยอัน
ควรมีความสัมพันธ์กับค่า WTP ในเชิงเส้น

4) ค่า VOSL จากงานใดที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าประมาณ 6 ล้าน
ดอลลาร์ออสเตรเลีย (ช่วง 3.7 – 8.1 ล้านดอลลาร์ออสเตรเลีย)

5) ควรใช้ค่า VOLY (Value of Life Year) มากกว่า

6) ไม่จำเป็นต้องใช้ค่า DALY (disability-adjusted life years) เมื่อไม่มี
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเจ็บป่วยในการวิเคราะห์ด้วย CBA

- 7) มูลค่าของความผิดปกติ
- 8) การปรับค่า WTP ควรใช้ในการหามูลค่าประโยชน์และใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อประเมินทุกๆ ความไม่แน่นอน ในการวิเคราะห์ในประเทศออสเตรเลียควรใช้ทั้ง QALY (quality-adjusted life years) และ วิธีหาค่าความเต็มใจจ่าย

2.17) South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No. 12 (2003)⁵²

ได้รายงานการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของผลประโยชน์ต่อสุขภาพที่จะได้รับจากการลดลงของมลพิษทางอากาศในประเทศเม็กซิโก โดยเสนอแนวคิดที่ใช้ในการประเมินมูลค่าเป็นเงินของผลประโยชน์ต่อสุขภาพที่จะได้รับจากการลดลงของมลพิษทางอากาศด้วยการวิเคราะห์เชิงปริมาณถึงผลของการลดลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ของระดับสารมลพิษในอากาศ 2 ตัว คือ PM₁₀ และ O₃ โดยในเบื้องต้นจะหาผลกระทบที่เกิดขึ้นในรูปของจำนวนที่ลดลงของผู้ป่วยและผู้ที่ต้องเสียชีวิตก่อนวัยอันควร จากนั้นจึงนำมาแปลงเป็นมูลค่าของผลประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นเงิน สำหรับแนวคิดในการคำนวณหามูลค่าของการเจ็บป่วยและการที่ต้องเสียชีวิตก่อนวัยอันควรได้เสนอไว้เป็น 3 ระดับดังนี้

- (1) การประเมินมูลค่าขั้นต่ำ (Low Estimate) ประกอบด้วย รายได้ที่ต้องสูญเสียไปเพราะเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Foregone Earnings) และมูลค่าความสูญเสียจากการเจ็บป่วย (Cost of Illness, COI) ได้แก่ ความสูญเสียจากการลดลงของผลผลิต (Productivity Losses) และค่าใช้จ่ายในการรักษา (Medical Costs)
- (2) การประเมินมูลค่าขั้นกลาง (Central Case Estimate) ประกอบด้วย องค์ประกอบเหมือนการประเมินขั้นต่ำแต่เพิ่มส่วนของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay, WTP) เพื่อหลีกเลี่ยงความเจ็บปวดและความทุกข์ทรมานที่เกิดจากความเจ็บป่วยเข้าไปด้วย
- (3) การประเมินมูลค่าขั้นสูง (High Estimate) ประเมินเหมือนกับการประเมินขั้นกลางแต่ใช้มูลค่าเฉลี่ยของความเต็มใจที่จะจ่ายของชุมชนเพื่อลดความเสี่ยงในการที่จะเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (Value of a Statistical Life, VSL) แทนมูลค่ารายได้ที่ต้องสูญเสียไปเพราะเสียชีวิต (Foregone Earnings) ซึ่งจากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า VSL มีมูลค่าสูงกว่ามูลค่ารายได้ที่ต้องสูญเสียไปเพราะเสียชีวิตมากถึง 8-22 เท่า

⁵² South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No.12.2003. "Economic Valuation of the Health Benefits of Reduction in Air Pollution." Urban Air Pollution. Available from: <http://www.worldbank.org/sarurbanair>.

การประเมินมูลค่าตามแนวคิดข้างต้นได้นำมาใช้กับประเทศเม็กซิโก (South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No. 12, 2003) โดยนำค่า WTP ที่อ้างอิงข้อมูลมาจากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกามาใช้ โดยมีสมมุติฐานที่ว่าปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับค่า WTP ของทั้งสองประเทศไม่แตกต่างกันตลอดจนเรื่องของทัศนคติเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อสุขภาพ แต่จะมีความแตกต่างกันเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น คือ รายได้ของประชากร จากนั้นก็ทำการปรับค่า WTP ของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นค่า WTP ของประเทศเม็กซิโก โดยใช้ความสัมพันธ์ตามสมการดังต่อไปนี้

$$WTP_{SA} = WTP_{US} [Income_{SA}/Income_{US}]^{\epsilon}$$

$Income_{SA}$ = รายได้ในอเมริกาใต้ (ประเทศเม็กซิโก)

$Income_{US}$ = รายได้ในสหรัฐ

ϵ = ค่าความยืดหยุ่นของรายได้ของ WTP (โดยทั่วไปจะใช้ค่า ϵ เท่ากับ 1)

ผลจากการประเมินมูลค่าประโยชน์ที่ได้ต่อสุขภาพคิดเป็นเงินในแต่ละระดับจากการลดระดับของมลพิษ PM_{10} และ O_3 ลงร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4-13

ตารางที่ 2.4-13 Annual Health Benefits due to Ozone and PM_{10} Reductions in Mexico City (in million 1999 US\$)

Methodology for calculation		Air pollution reduction	
Morbidity	Mortality	10%	20%
Benefits from ozone reduction			
COI	Human capital	18*	35*
COI + WTP	Human capital	75**	151**
COI + WTP	VSL	116***	232***
Benefits from PM_{10} reduction			
COI	Human capital	96*	191*
COI + WTP	Human capital	644**	1,289**
COI + WTP	VSL	1,451***	2,903***

Remarks :

* การประเมินมูลค่าขั้นต่ำ (Low Estimate)

** การประเมินมูลค่าขั้นกลาง (Central Case Estimate)

*** การประเมินมูลค่าขั้นสูง (High Estimate)

2.5 สรุปท้ายบท

งานทบทวนและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวน และรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการในแต่ละส่วน โดยสามารถแยกการทบทวนออกได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

(1) การทบทวนการปล่อยมลพิษทางอากาศ

การทบทวนในส่วนนี้ เป็นการรวบรวมและศึกษาข้อมูลแหล่งที่มาของมลพิษทางอากาศ แนวทางการทดสอบการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ รวมไปถึงฐานข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะในประเทศไทย เพื่อใช้ในการออกแบบการทดสอบวิเคราะห์และพัฒนาตัวคุณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะให้เหมาะสม

(2) การทบทวนแบบจำลองด้านการวางแผนการขนส่ง

การทบทวนในส่วนนี้ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลและลักษณะของแบบจำลองด้านการขนส่งระดับประเทศ (NAM) และแบบจำลองด้านการขนส่งสำหรับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (e-BUM) ที่พัฒนาโดย สนข. เพื่อที่จะนำไปใช้ในงานประยุกต์กับแบบจำลองการปล่อยมลพิษทางอากาศ

(3) การทบทวนมาตรการ/โครงการ ด้านการขนส่งที่ยั่งยืน

การทบทวนในส่วนนี้ เพื่อให้ทราบถึงความเป็นมา แนวทางการดำเนินงาน ทิศทางของการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทย รวมทั้งรายงานหรือคู่มือต่างๆ ที่ได้เคยจัดทำมา และนำมาวิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย ความเป็นไปได้ต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดทำแผนแม่บทฯ ในโครงการ

(4) การทบทวนการประเมินมูลค่าความเสียหายจากการปล่อยมลพิษทางอากาศ

เป็นการทบทวนข้อมูลทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงศึกษาแนวทางที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในมาตรการการขนส่งที่ยั่งยืน ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย